



$$A = \int_0^b f(x) dx$$

Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (*Urban Lifestyle*) yang Berkualitas



Editor:
Mohamad Toha
Diki
Sri Utami
Mutimanda Dwisatyadini
Heny Kurniawati



UNIVERSITAS TERBUKA

Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (*Urban Lifestyle*) yang Berkualitas

Editor:

Mohamad Toha

Diki

Sri Utami

Mutimanda Dwisatyadini

Heny Kurniawati

Hak Cipta © dan Hak Penerbitan dilindungi Undang-undang ada pada Universitas Terbuka - Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan - 15418 Banten – Indonesia
Telp.: (021) 7490941 (*hunting*); Fax.: (021) 7490147;
Laman: www.ut.ac.id.

Dilarang mengutip sebagian ataupun seluruh buku ini dalam bentuk apa pun, tanpa izin dari penerbit

Edisi Kesatu
Cetakan pertama, September 2016

Editor : Mohamad Toha, Diki, Sri Utami, Mutimanda Dwisatyadini, Heny Kurniawati
Penelaah : Sri Harijati, Ida Malati Sadjati, Sri Kurniati Handayani, I Nengah Baskara Wisnu Tedja, Hurip Pratomo, Nurul Huda, Sitta Alief Farihati.
Desain Cover : Bangun Asmo Darmanto
Layouter : Nono Suwarno
Gambar : Dokumen UT dan Foto Google

307.76 PER	PERAN matematika, sains, dan teknologi dalam mendukung gaya hidup perkotaan (<i>urban lifestyle</i>) yang berkualitas/editor Mohamad Toha [et al.]; – Cet. 1 ; Ed. 1--. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, 2016. 291 hal.: ill; 21 cm ISBN 978-602-392-084-6 <i>1. masyarakat perkotaan</i> <i>2. gaya hidup perkotaan- matematika, sains, dan teknologi</i> I. Toha, Mohamad [et al.].(ed.)
---------------	--

PENGANTAR DEKAN FMIPA

Buku dengan judul “Peran Matematika, Sains, dan Teknologi (MST) dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (*Urban Lifestyle*) yang Berkualitas” merupakan karya dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka (FMIPA UT) yang dipersembahkan sebagai kado Dies Natalis Universitas Terbuka ke 32. Judul buku ini sejalan dengan tema Dies UT kali ini yaitu 32 tahun UT membangun negeriku; selama 32 tahun UT telah bekerja keras membuka kesempatan yang seluas-luasnya kepada seluruh lapisan masyarakat Indonesia untuk mendapatkan akses pendidikan tinggi melalui sistem pendidikan terbuka dan jarak jauh. Selama 32 tahun pula UT telah mencetak Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia yang lebih berkualitas di berbagai bidang, sehingga bisa berkontribusi dalam pembangunan negeri tercinta ini. FMIPA sebagai bagian dari UT turut berkontribusi dalam meningkatkan kualitas SDM Indonesia melalui bidang-bidang ke-MIPA-an.

Pemilihan tema gaya hidup perkotaan pada buku ini didasari oleh kondisi saat ini bahwa perkotaan merupakan barometer kemajuan suatu negara; serta perkotaan juga menjadi model atau *benchmark* bagi wilayah lainnya di suatu negara. Perkotaan yang berkualitas yang dicerminkan antara lain oleh penataan ruang dan bangunan, kualitas lingkungan, serta kondisi sosial dan ekonominya ditentukan oleh gaya hidup masyarakat perkotaan. Oleh karena itu, gaya hidup masyarakat perkotaan berkualitas harus terus dibangun untuk mewujudkan kehidupan perkotaan yang sehat dan berkelanjutan. Berbagai aspek kehidupan mewarnai kompleksitas permasalahan gaya hidup perkotaan, antara lain kualitas pangan dan asupan, kualitas lingkungan hidup (udara, air, tanah), serta tingkat sosial dan ekonomi. Melalui tulisan dalam buku ini, FMIPA UT ingin menyumbangkan pemikiran khususnya dari sudut pandang ke-MIPA-an untuk mengurai masalah-masalah gaya hidup masyarakat di wilayah perkotaan. Sumbang pemikiran ini sejalan dengan latar belakang dosen di FMIPA yang mengasuh enam Program Studi yaitu Matematika, Statistika, Biologi, Agribisnis bidang minat Penyuluhan, Teknologi Pangan, serta Perencanaan Wilayah dan Kota. Proses penyusunan buku ini tidak mudah karena waktu untuk mengerjakan yang terbatas; namun, berkat doa dan dukungan semua pihak terkait serta semangat dan

ii Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

komitmen yang tinggi dari Tim Pengembang, buku ini akhirnya bisa terwujud.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Rektor UT dan para Pembantu Rektor UT atas segala bentuk dukungannya dalam mewujudkan buku ini. Kepada para penulis materi, atas kerja kerasnya yang tidak mengenal lelah terutama hari-hari menjelang penuntasan buku; kepada pereviu materi dan editor bahasa, atas kontribusinya yang telah membuat harmoni keselarasan semua artikel sehingga layak menjadi suatu bacaan yang utuh; kepada teman-teman *layouter* di P2M2 UT yang telah memperindah sajian buku ini sehingga layak terbit, kami sampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Secara khusus terimakasih dan apresiasi yang sangat tinggi kami sampaikan kepada tim pengembang dan editor buku yang tidak kenal lelah, tidak kenal waktu, dan tidak kehabisan semangat dalam menuntaskan buku ini. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu, yang telah mendukung terwujudnya buku ini, kami sampaikan terimakasih atas bantuannya.

Kerjasama dalam mewujudkan buku ini telah memberikan pengalaman yang luar biasa dalam mewujudkan satu karya akademik. Pengalaman ini tentu akan menjadi bekal dan pendorong untuk mewujudkan karya-karya akademik lainnya. Semoga buku karya dosen-dosen FMIPA UT ini memberi manfaat bagi pembaca. Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna dan untuk itu masukan dari para pembaca sangat kami harapkan untuk perbaikan buku ini.

Tangerang Selatan, 22 September 2016

Dekan FMIPA UT



Dr. Ir. Sri Harijati, M.A.

196211091988032002

DAFTAR ISI

PENGANTAR DEKAN FMIPA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR BAGAN	viii
Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (<i>Urban Lifestyle</i>) yang Berkualitas	1
Model Degradasi Kualitas Lingkungan Hidup di Perkotaan pada Waktu Tertentu <i>Sri Enny Triwidiastuti</i>	11
Pola Konsumsi Masyarakat Perkotaan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan <i>Ariyanti Hartari</i>	29
Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih, dan Produktivitas Kerja Masyarakat Perkotaan <i>Ila Fadila</i>	59
Pengaruh Negatif Merokok terhadap Kesehatan dan Kesadaran Masyarakat Urban <i>Lula Nadia</i>	77
Tanaman Puring (<i>Codiaeum Variegatum</i>) sebagai Pendegradasi Polutan Menuju Lingkungan Sehat <i>Susi Sulistiana</i>	105
Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ <i>Inggit Winarni</i>	143
Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan <i>Dina Mustafa</i>	177
Pengendalian Sistem Ekologi, Sosial, dan Ekonomi untuk Meningkatkan Kualitas Gaya Hidup (<i>Lifestyle</i>) Masyarakat di Perkotaan <i>Tina Ratnawati</i>	193
Peran Penyuluh dalam Pemberdayaan Masyarakat Pertanian Perkotaan <i>Nurul Huda dan Sri Harijati</i>	205
Kompetensi Penyuluh Pertanian dalam Menumbuhkan Potensi Agribisnis di Perkotaan <i>Adhi Susilo dan Wijanarko</i>	223
Penerapan Ilmu Matematika dalam Perlindungan Kehidupan Terhadap Risiko <i>Pramono Sidi</i>	243
PENUTUP	271
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	275

DAFTAR TABEL

Model Degradasi Kualitas Lingkungan Hidup di Perkotaan pada Waktu Tertentu <i>Sri Enny Triwidiastuti</i>	
Tabel 1. Tabel Alur Berpikir	22
Pola Konsumsi Masyarakat Perkotaan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan <i>Ariyanti Hartari</i>	
Tabel 1. Perkembangan Konsumsi Energi dan Kualitas Konsumsi Pangan Penduduk Indonesia Tahun 2010-2014	33
Tabel 2. Data Proyeksi dan Realisasi Kelompok Bahan Pangan Padi-padian dan Umbi-umbian Tahun 2013-2014	36
Tabel 3. Pengeluaran Kelompok Makanan berdasarkan Golongan Pengeluaran Per Kapita Sebulan Tahun 2013 – 2014	39
Tabel 4. Konsumsi Rata Rata per Kapita Seminggu Beberapa Bahan Makanan Sumber Protein (2011-2014)	42
Tabel 5. Kandungan Energi dan Gizi Beberapa Jenis Makanan di Restoran Siap Saji	47
Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih, dan Produktivitas Kerja Masyarakat Perkotaan <i>Ila Fadila</i>	
Tabel 1. Faktor Risiko yang Terkait Penyakit Degeneratif	66
Tabel 2. Proporsi Penyebab Kematian pada Umur 5 tahun ke Atas Menurut Tipe Daerah	67
Tabel 3. Aktivitas Kerja Berdasarkan Proporsi Waktu Kerja	72
Pengaruh Negatif Merokok terhadap Kesehatan dan Kesadaran Masyarakat Urban <i>Lula Nadia</i>	
Tabel 1. Bahan dalam asap rokok yang berhubungan dengan terjadinya kanker pada manusia	81
Tabel 2. Tingkat Kematian Bayi dan Balita	95
Tanaman Puring (<i>Codiaeum Variegatum</i>) sebagai Pendegradasi Polutan Menuju Lingkungan Sehat <i>Susi Sulistiana</i>	
Tabel 1. Jenis Tanaman Hias Penyerap Polutan	115
Tabel 2. Pengaruh Jarak Lokasi dan Organ terhadap Penyerapan Timbal (Pb)	132

Tabel 3.	Pengaruh Jarak dan Organ terhadap Penyerapan Timbal (Pb)	133
Tabel 4.	Analisis Sumber Keragaman Penyerapan Timbal (Pb)	134
Tabel 5.	Jenis (Kultivar) Tanaman Puring	135

Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ *Inggit Winarni*

Tabel 1.	Hasil Uji Efektivitas sembilan Isolat Bakteri Heterotrofik	161
Tabel 2.	Hasil Uji Morfologi dan Fisiologi pada 11 Isolat Bakteri Heterotrofik	162
Tabel 3.	Rata-rata Hasil Pengukuran DO, pH, dan Suhu	169

DAFTAR GAMBAR

Model Degradasi Kualitas Lingkungan Hidup di Perkotaan pada Waktu Tertentu *Sri Enny Triwidiastuti*

Gambar 1. Baku Mutu Indikator Tingkat Pencemaran Udara y_1 24

Gambar 2. Uraian Baku Mutu Tingkat Pencemaran Udara y_1 25

Pola Konsumsi Masyarakat Perkotaan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan *Ariyanti Hartari*

Gambar 1. Rerata Persentase Pengeluaran Per Kapita Sebulan di Perkotaan Indonesia (2007 – 2014) 30

Gambar 2. Rerata Persentase Pengeluaran Per Kapita Sebulan di Perdesaan Indonesia (2007-2014) 30

Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih, dan Produktivitas Kerja Masyarakat Perkotaan *Ila Fadila*

Gambar 1. Jenis Pekerjaan yang Sebagian Besar Dilakukan dengan Posisi Duduk 62

Gambar 2. Kegiatan Menonton TV 63

Gambar 3. Kebiasaan Melakukan Perjalanan dengan Berkendaraan Mobil 64

Gambar 4. Kegiatan Olah Raga Senam 64

Tanaman Puring (*Codiaeum Variegatum*) sebagai Pendegradasi Polutan Menuju Lingkungan Sehat *Susi Sulistiana*

Gambar 1. Jenis-jenis Tanaman Puring 122

Gambar 2. Cara Perbanyak Tanaman Puring 128

Gambar 3. 13 Jenis (Kultivar) Puring 137

Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ *Inggit Winarni*

Gambar 1. Bentuk Sel Kokus (Kiri) dan Bentuk Sel Basil (Kanan) Isolat Bakteri Heterorof 162

Gambar 2. Pembentukan Zona Bening Hasil Uji Efektivitas Isolat Bakteri Heterotrof Tsi5 dengan Bakteri Target 163

Gambar 3. Lokasi Sampling Situ Cikaret 165

Gambar 4.	Lokasi Sampling Situ Cilodong	166
Gambar 5.	Lokasi Sampling Situ Tonjong	167
Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan <i>Dina Mustafa</i>		
Gambar 1.	Manfaat Pendekatan Kimia Hijau	180
Gambar 2:	Siklus Tertutup pada Pendekatan Kimia Hijau pada Usaha Bahan Pangan	183
Peran Penyuluh dalam Pemberdayaan Masyarakat Pertanian Perkotaan <i>Nurul Huda dan Sri Harijati</i>		
Gambar 1.	Pertanian Perkotaan	206
Gambar 2.	Peran Pertanian Perkotaan	206
Gambar 3.	Usaha Pertanian Perkotaan yang Bersifat Alami	207
Gambar 4.	Penyuluh Sedang Melakukan Penyuluhan Kepada Petani	211
Gambar 5.	Pemberdayaan Masyarakat	213
Gambar 6.	Kelompok Tani	217

DAFTAR BAGAN

Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih, dan Produktivitas Kerja Masyarakat Perkotaan	<i>Ila Fadila</i>	
Bagan 1. Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih dan Produktivitas Kerja		60
Bagan 2. Hubungan Gizi/ Kesehatan Kerja dengan Produktivitas		71

Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (*Urban Lifestyle*) yang Berkualitas

Tim Editor

Masyarakat yang hidup di perkotaan merupakan populasi yang semakin bertambah persentasenya di berbagai penjuru dunia. Sejak tahun 2007, lebih dari lima puluh persen penduduk dunia tinggal di perkotaan. Masalah urbanisasi muncul karena peningkatan jumlah penduduk, terutama di desa yang tidak diimbangi perluasan lapangan kerja. Hal ini menimbulkan dampak adanya kepadatan penduduk yang berimplikasi kepada berbagai masalah lainnya (Ahmadi, 2003). Proses ini semakin meningkat dari tahun ke tahun. Diperkirakan persentase itu akan meningkat menjadi tujuh puluh persen pada tahun 2030 (UN, 2013).

Orang memilih tinggal di kota untuk mendapatkan kehidupan yang lebih baik. Menurut Ageev & Ageeva (2015), orang berpindah dari desa ke kota untuk mendapatkan pendidikan, pekerjaan dan fasilitas yang lebih baik. Sebagai contoh, di kota banyak tersedia berbagai jenis pekerjaan, sedangkan di desa umumnya orang hanya bisa mencari nafkah dengan bertani. Desa dan kota adalah dua komponen wilayah dan salah satu perbedaan mendasarnya terlihat dari perbedaan kepadatan penduduk dan mata pencaharian. Desa memiliki kepadatan yang relatif lebih rendah dibandingkan kota dengan mayoritas penduduk desa berada di sektor ekonomi primer bidang agraris, sedangkan kota merupakan pusat kegiatan sektor ekonomi sekunder yang meliputi bidang industri serta bidang pelayanan jasa (Archigreen, n.d.).

Keinginan untuk mendapatkan kehidupan yang lebih baik memerlukan pemahaman tentang gaya hidup. Gaya hidup mempengaruhi pola konsumsi dan pola penularan penyakit (Hush-Ashmore, 1992; Shetty, Schmidhuber, & United Nations, 2011). Gaya hidup juga mempengaruhi cara manusia dalam mengelola sumber daya alam (Lepanen, Neuvonen, Ritola, Ahola, Hirvonen, Hyötyläinen, Kaskinen, Kauppinen, Kuittinen, Kärki, Lettenmeier, and Mokka, 2012). Karena itu, gaya hidup masyarakat adalah faktor penting yang mempengaruhi kualitas hidup masyarakat perkotaan.

2 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Perubahan lokasi tinggal dari desa ke kota mengakibatkan adanya perbedaan gaya hidup yang khas. Menurut Ageev & Ageeva (2015), *urban lifestyle* adalah sekumpulan bentuk kehidupan individu atau kelompok yang berlangsung di kota. Beberapa ciri gaya hidup perkotaan disebutkan oleh Soewondo (1996), yaitu kesibukan hidup yang tinggi, aktivitas yang beragam (Dahlan, 1996), perubahan pola makan (Shehu, Onasanya, Ursula, and Kinta, 2010; Vasantha, 2015), penggunaan teknologi, kesehatan (Li *et al.*, 2014), bahkan berkurangnya waktu bersama keluarga.

Berbagai studi menunjukkan perlunya gaya hidup yang berkualitas. Salah satu contoh gaya hidup yang berkualitas bagi masyarakat perkotaan adalah yang disebut *sustainable lifestyle* (Lepanen, 2012). *Sustainable lifestyle* ini bermaksud mengubah gaya hidup masyarakat, khususnya di Eropa yang sekarang banyak ditandai dengan produksi yang berlebihan dan konsumsi yang berlebihan. Konsumsi yang berlebihan akan menurunkan kualitas hidup (EEA, 2009). Karena itu, orang semakin banyak mengandalkan teknologi untuk memanfaatkan sumberdaya secara efisien untuk mengurangi dampak produksi dan konsumsi yang berlebihan yang dilakukan dengan berbagai cara di tiap aspek kehidupan.

Masalah utama dari peningkatan penduduk di perkotaan adalah penurunan kualitas (degradasi) lingkungan hidup. Degradasi lingkungan hidup merugikan kehidupan manusia. Hal ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu alam dan manusia. Faktor alam yang menyebabkan degradasi lingkungan tidak dapat diprediksi dan dihindarkan oleh manusia sepenuhnya, sedangkan faktor manusia yang menyumbang adalah kemiskinan dan kurangnya pengetahuan masyarakat. Berbagai perubahan lingkungan dan gaya hidup di perkotaan tersebut dapat mengakibatkan masalah kesehatan dan tekanan kejiwaan (Li *et al.*, 2014; Soewondo, 1996).

Urbanisasi dapat menyebabkan penurunan konsumsi makan penduduk kota (Santoso, 2000). Di sisi lain kesibukan dan aktivitas tinggi pada masyarakat perkotaan menuntut gaya hidup yang serba cepat dan instan sehingga pola konsumsi makanan cepat saji di kota lebih tinggi. Penelitian oleh Shehu *et al.* (2010) menunjukkan bahwa masyarakat kota lebih banyak mengonsumsi makanan impor dan makanan olahan. Penelitian ini diperkuat oleh Shetty, Schmidhuber, & United Nations (2011), bahwa masyarakat miskin di kota

mulai beralih dari mengonsumsi buah dan sayuran segar menjadi lebih banyak mengonsumsi makanan yang mengandung gula, garam, dan lemak. Perubahan pola makan itu merupakan salah satu faktor yang menyebabkan gangguan kesehatan pada masyarakat kota. Shetty *et al.* (2011) menyatakan bahwa terjadi peningkatan kasus obesitas di kalangan masyarakat kota di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Hasil Survey Demografi Kesehatan Indonesia (Kementerian Kesehatan RI, 2013) juga menyebutkan bahwa masalah obesitas cenderung lebih tinggi pada penduduk yang tinggal di perkotaan, berpendidikan lebih tinggi, dan pada kelompok status ekonomi yang tertinggi. Hasil Penelitian diatas didukung oleh Sartika (2011), obesitas tidak hanya mengenai orang dewasa, tetapi juga pada anak-anak. Kasus kecenderungan obesitas terjadi pada anak yang berasal dari keluarga yang berpendapatan tinggi sebesar 55,9% dan 25% keluarga dari tingkat pendapatan rendah.

Obesitas tidak hanya dipengaruhi oleh pola konsumsi, tetapi juga oleh perilaku sedentari atau kurang gerak. Perilaku sedentari adalah kebiasaan dalam kehidupan seseorang yang tidak banyak melakukan aktivitas fisik atau tidak banyak melakukan gerakan. Perilaku ini cenderung dimiliki oleh masyarakat kota yang banyak difasilitasi oleh berbagai kemudahan. Adanya perilaku ini secara tidak langsung juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan penyakit degeneratif dan metabolik. Kondisi ini bisa menyebabkan penurunan produktivitas kerja di masyarakat.

Selain berpengaruh terhadap perubahan gaya hidup di masyarakat perkotaan, urbanisasi juga berdampak pada perubahan lingkungan. Penelitian oleh Hossain tahun 2014 menegaskan bahwa urbanisasi yang cepat (diperkirakan 6%) berdampak pada perluasan industrialisasi, peningkatan pendapatan dan peningkatan penyakit tidak menular. Urbanisasi juga dapat menimbulkan kemiskinan kota yang akhirnya memberikan konsekuensi terhadap pola kehidupan perkotaan yang jelek seperti pemukiman kumuh dan kualitas lingkungan yang rendah.

Meningkatnya populasi urban ikut menyebabkan meningkatnya polusi. Indonesia merupakan salah satu negara dengan populasi urban terbesar di kawasan Asia Timur dan Pasifik. Pada tahun 2010, tercatat 49,8% penduduk Indonesia bermukim di wilayah perkotaan (Direktorat Pangan dan

4 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Pertanian, 2013). Berdasarkan hasil evaluasi kualitas udara perkotaan tahun 2012, didapatkan hasil bahwa terdapat kecenderungan penurunan konsentrasi pencemar (peningkatan kualitas) CO, namun terjadi peningkatan konsentrasi (penurunan kualitas) NO₂ di 15 kota dari 22 kota yang dievaluasi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Polusi di perkotaan dapat disebabkan oleh limbah industri padat dan cair, pembuangan udara industri, pembuangan limbah yang tidak memadai, dan knalpot mobil (Smith, Nasr, & Ratta, 2001). Pencemaran udara telah menewaskan 800.000 orang pertahun di seluruh dunia (Li *et al.*, 2014). Di samping zat pencemar yang bersumber dari limbah industri, sumber pencemar lain di masyarakat urban dan periurban yang memerlukan perhatian adalah permasalahan rokok. Permasalahan ini menjadi kompleks mengingat asap rokok mengandung senyawa kimia yang memberikan dampak buruk terhadap kesehatan perokok, termasuk perokok pasif yang tidak sengaja menghisap polutan dari asap rokok tersebut.

Salah satu cara menciptakan udara yang bersih adalah dengan penanaman pohon atau tanaman yang berfungsi sebagai penyerap bahan pencemar dan debu di udara terutama akibat polusi kendaraan bermotor. Tanaman perdu yang baik untuk mengurangi polusi udara adalah puring (*Codiaeum variegatum*). Menurut Rahman (2008), tanaman puring (*Codiaeum variegatum*) adalah tanaman yang memiliki daun paling baik dalam menyerap unsur plumbum yang bertebaran di udara terbuka yaitu 2,05 mg/liter. Plumbum (Pb/timah hitam/timbal) merupakan salah satu jenis unsur yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Masalah lain yang ditimbulkan dari kepadatan penduduk yaitu masalah air bersih dan sanitasi. Berdasarkan laporan *United Nation Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (UNESCAP), ternyata sekitar empat puluh persen penduduk kota tinggal di kawasan kumuh. Indonesia, Cina, dan Filipina telah mengalami penurunan secara signifikan tingkat ketersediaan air bersih bagi warga kota. Pencemaran air juga menyebabkan penyakit, seperti kanker tenggorokan dan kanker saluran pencernaan (Li *et al.*, 2014).

Saat ini mikroba banyak dimanfaatkan di bidang lingkungan karena dapat memperbaiki kualitas lingkungan perairan. Mikroba mampu merespon perubahan fisika atau kimia dalam suatu lingkungan sehingga dapat

digunakan sebagai indikator alami terhadap perubahan lingkungan akibat dari pencemaran. Peran mikroba tersebut antara lain sebagai bioremediasi, bioaugmentasi, dan biostimulasi, yang diharapkan dapat meminimalkan atau mengurangi bahkan dapat menghilangkan tingkat pencemaran. Upaya tersebut melibatkan peran serta masyarakat.

Masalah lingkungan lain yang dihadapi seiring dengan perkembangan teknologi antara lain adalah pencemaran udara. Banyak zat pencemar yang mengandung kadar timbal (Pb) cukup tinggi. AC dan mesin pendingin yang menggunakan gas freon telah berkontribusi terhadap kerusakan ozon. Selain itu, kegiatan industri misalnya petrokimia yang menggunakan minyak bumi sebagai bahan baku untuk memproduksi plastik ikut berpartisipasi dalam kerusakan lingkungan karena sifat produknya yang terurai dalam jangka waktu lama. *Green Chemistry* atau kimia hijau adalah sebuah konsep dasar untuk mengurangi buangan yang bersifat berbahaya dan beracun dalam kegiatan manufaktur dan produksi bahan-bahan kimia. Konsep tersebut adalah kegiatan meminimalisasi buangan yang berasal dari produk samping reaksi, pemanfaatan sumber terbarukan, penggunaan reagen yang tidak beracun, dan penggunaan pelarut yang bersifat *recyclable*.

Tingginya laju urbanisasi juga menyebabkan tingginya permintaan terhadap lahan untuk menampung kegiatan perkotaan termasuk perkantoran, jasa, perdagangan, hotel dan perumahan. Hal ini berdampak pada kebutuhan untuk menciptakan kota hijau. Program-program kota hijau tidak hanya terbatas untuk mengupayakan penghijauan saja akan tetapi lebih luas untuk mengupayakan konversi energi yang dapat diperbaharui, memperluas proses daur ulang, memugar tempat tinggal liar, dan memperluas partisipasi dalam berbagai bidang untuk perencanaan keberlanjutan.

Menciptakan pertanian sehat di perkotaan merupakan salah satu strategi untuk memberikan kontribusi terbesar kedua dalam penyediaan ruang terbuka hijau di Kota. Selain itu, banyak manfaat lain yang didapatkan dari pertanian di perkotaan yang meliputi: mengurangi lahan kota yang tidak produktif, meningkatkan citra publik dari lingkungan bermasalah, memasok pangan yang sehat dan bergizi untuk penduduk berpenghasilan rendah, mengembangkan swasembada antara penduduk dalam kota yang menanam makanan untuk diri mereka sendiri dan orang lain, revitalisasi lingkungan

6 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

termiskin dengan menciptakan lapangan kerja berbasis pangan (terutama bagi kaum muda), sehingga membawa lebih banyak pendapatan untuk penduduk, menyediakan kegiatan program non-tradisional yang baru untuk nirlaba berbasis organisasi masyarakat (Kaufman & Bailkey, 2000).

Manfaat pertanian di perkotaan juga dirasakan oleh masyarakat Indonesia. Pertanian di perkotaan bermanfaat dalam menciptakan lapangan kerja, menambah penghasilan keluarga, dan adanya kesempatan untuk menabung. Pertanian di kota juga memberi lapangan kerja bagi wanita dan anak muda (WHO, 2014). Hasil evaluasi Bappeda Kota Surabaya Tahun 2013 menunjukkan bahwa sebanyak 95% responden menyatakan pentingnya *urban farming*, yaitu 36% beralasan untuk menambah penghasilan, 25% karena bermanfaat bagi masyarakat dan 25% karena bisa untuk konsumsi keluarga (Santoso & Widya, 2014). Selain dampak positif, pertanian di perkotaan juga menimbulkan beberapa dampak negatif jika tidak dikelola dengan baik. Permasalahan yang mungkin muncul dari pertanian perkotaan adalah pencemaran lingkungan yang ditimbulkan seperti polusi air akibat limbah dan bahan kimia, polusi udara akibat insektisida, serta dampak yang lebih luas yang berkaitan dengan kesehatan (Smith *et al.*, 2001). Untuk itu, pengelolaan pertanian perkotaan yang baik sangat diperlukan, seperti melakukan penyuluhan dan bantuan teknis yang memungkinkan untuk menjalankan pertanian perkotaan yang aman, pengelolaan yang baik di berbagai tingkatan untuk memantau praktik pertanian di perkotaan serta memastikan kepatuhan terhadap peraturan kesehatan dan keselamatan. Peran penyuluh pertanian di perkotaan meliputi penggunaan teknologi ramah lingkungan (Sampeliling, et al, 2012), peralihan dari *on-farm* menjadi *off farm* (Haryanto & Pradiana, 2014), pengembangan produksi pengolahan pangan (Haryanto & Pradiana, 2014), serta penghubung akses pangan bagi masyarakat kota melalui kemitraan bersama pihak swasta (Haryanto & Pradiana, 2014). Menciptakan kota yang sehat melalui pertanian kota yang sehat merupakan salah satu strategi untuk mencapai gaya hidup perkotaan yang berkualitas.

Gaya hidup masyarakat perkotaan pada saat ini sudah mulai mengarah pada kesadaran bahwa hidup manusia selalu mengandung risiko, termasuk risiko kesehatan dan kehilangan harta benda. Salah satu yang terlihat signifikan adalah kesadaran masyarakat perkotaan tentang meminimalkan risiko yang mereka anggap penting agar dapat menjalani kehidupan yang lebih baik, yaitu dengan penerapan produk-produk asuransi. Asuransi telah menjadi

kebutuhan dalam kehidupan masyarakat moderen saat ini. Di Indonesia permintaan asuransi jiwa terus bertumbuh sejalan dengan peningkatan pendapatan dan kepedulian masyarakat terhadap pentingnya antisipasi risiko (Djaelani, 2011). Di dukung penelitian Ari dan Astiti (2014), persepsi orang dalam menggunakan asuransi sebesar 98,38% dan variasi model kepercayaan kesehatan terhadap asuransi sebesar 1,61%. Hal ini menunjukkan bahwa persepsi individu terhadap asuransi dan model kepercayaan kesehatan berperan dalam pengambilan keputusan menggunakan asuransi jiwa.

Mengacu pada uraian di atas, diketahui bahwa gaya hidup masyarakat kota yang berkualitas dipengaruhi oleh berbagai aspek, antara lain tata kota; karakteristik populasi; lingkungan alam dan bangunan; pembangunan sosial dan ekonomi; jasa dan manajemen kesehatan darurat; dan keamanan pangan (WHO, 2014). Buku ini merupakan kontribusi pemikiran para penulis dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka (FMIPA UT) dalam kaitannya dengan tema Seminar “Peran Matematika, Sains, dan Teknologi (MST) dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (*Urban Lifestyle*) yang Berkualitas”. Berbagai aspek gaya hidup perkotaan yang berkualitas diterjemahkan dalam tulisan yang tercermin pada judul-judul bab buku ini yaitu: Model Degradasi Kualitas Lingkungan Hidup di Perkotaan pada Waktu Tertentu (Ir. Sri Enny Triwidiastuti, M.T.), Pola Konsumsi Masyarakat Perkotaan dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan (Ariyanti Hartari, S.T.P., M.Si.), Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih, dan produktivitas Kerja (Ir. Ila Fadila, M.Kes.), Pengaruh Negatif Merokok terhadap Kesehatan dan Kesadaran Masyarakat Urban (Dr. Lula Nadia, M.A., M.Si.), Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*) sebagai Pendegradasi Polutan Menuju Lingkungan Sehat (Dra. Susi Sulistiana, M.Si.), Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ (Dra. Inggit Winarni, M.Si.), Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan (Dra. Dina Mustafa, M.Sc.), Pengendalian Sistem Ekologi, Sosial, dan Ekonomi untuk Meningkatkan Kualitas *Lifestyle* Masyarakat di Perkotaan (Dra. Tina Ratnawati, M.Sc.), Peran Penyuluh dalam Pemberdayaan Masyarakat Pertanian Perkotaan (Dr. Ir. Nurul Huda, M.A. dan Dr. Ir. Sri Harijati, M.A.), Kompetensi Penyuluh Pertanian dalam Menumbuhkan Potensi Agribisnis di Perkotaan (Adhi Susilo, S.Pt., M.Biotech. St., Ph.D. dan Wijanarko, SP, M.Si.), dan Penerapan Ilmu Matematika dalam Perlindungan Kehidupan terhadap Risiko (Drs. Pramono Sidi, M.Si.).

DAFTAR PUSTAKA

- Ageev, I. A., & Ageeva, V. V. (2015). Urban Lifestyle as an element of consumption ideal and economic wellbeing: meaning-changing transformation from Soviet period to modernity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 166, 24-29.
- Ahmadi, A. (2003). *Ilmu sosial dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Archigreen, R. (n.d.). Definisi kota dan desa. Diunduh dari <https://www.academia.edu/4143903> Tanggal 17 Juni 2016.
- Ari, P.R. & Astiti, P.D. (2014). Peran persepsi individu terhadap asuransi dan model kepercayaan kesehatan dalam pengembalian keputusan menggunakan asuransi jiwa. *Jurnal Psikologi Udayana*, 1 (2), 381-388.
- Dahlan, M. A. (1996). Impact of communication technology on Indonesian urban lifestyle: nutritional considerations. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 5 (3), 138-40.
- Direktorat Pangan dan Pertanian. (2013). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan dan Pertanian 2015-2019*. Jakarta: Direktorat Pangan dan Pertanian. Diunduh dari www.bappenas.go.id.
- Hossain, S. M. (2014). Health Care Facilities in the Urban Areas and Way Forward. Diunduh dari <http://www.uhnbd.net/index.php/resources/buhn-articles/20-health-care-facilities-in-the-urban-areas-and-way-forward> Tanggal 17 Juni 2016.
- Djaelani, F. (2011). Pertumbuhan industri asuransi jiwa di Indonesia: suatu kajian dari sisi penawaran. *Jurnal Sosial dan Humaniora*, 1 (3), 213-320.
- European Environment Agency. (2009). Ensuring quality of life in Europe's cities and towns: Tackling the environmental challenges driven by European and global change. EEA Report. No. 5/2009.
- Haryanto, Y. & Pradiana, W. (2014). Analisis ketersediaan pangan dan kinerja penyuluh pertanian dalam penyediaan pangan di Kota Bogor. *Jurnal Aplikasi Manajemen (JAM)*, 12 (4), 650-661.

- Hossain, S.M. (2014). Healthcare facilities in the urban areas and way forward. Diunduh dari <http://www.uhnbd.net/index.php/resources/buhn-articles/20-health-care-facilities-in-the-urban-areas-and-way-forward>.
- Hush-Ashmore, R. (1992). Introduction: Health and lifestyle transition. Health and lifestyle change. *MASCA Research Paper in Science and Archaeology*, 9, 7-12.
- Kaufman, J., & Bailkey, M. (2000). Farming inside cities: entrepreneurial urban agriculture in the United States. United States. Diunduh dari www.urbantilth.org.
- Kementerian Kesehatan RI. (2013). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Evaluasi kualitas udara perkotaan 2012* (pp. 1–4). Jakarta. Diunduh dari www.menlh.go.id.
- Lepanen, J., Neuvonen, A., Ritola, R., Ahola, I., Hirvonen, S., Hyötyläinen, M., Kaskinen, T., Kauppinen, T., Kuittinen, O., Kärki, K., Lettenmeier, M., Mokka, R., (2012). Scenarios for sustainable lifestyles 2050: from global champions to local loops. *European Research Center*.
- Li, X., Song, J., Lin, T., Dixon, J., Zhang, G., & Ye, H. (2014). Urbanization and health in China, thinking at the national, local and individual levels. *Biomed Central*, 15 (1), 114-171.
- Rahman. 2008. Hasil penelitian U11: Daun tanaman puring efektif serap timbal. Diunduh dari <http://langitlangit.com> Tanggal 17 Januari 2009.
- Sampeling, S., Sitorus, P. R. S., Nurisyah, S., dan Pramudya, B. (2012). Kebijakan pengembangan pertanian kota berkelanjutan: studi kasus di DKI Jakarta. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 10 (3): 257-267.
- Santoso, E. B., & Widya, R. R. (2014). Gerakan pertanian perkotaan dalam mendukung kemandirian masyarakat di Kota Surabaya, 1–11. Diunduh dari personal.its.ac.id
- Santoso, H. (2000). Migrasi, urbanisasi, dan masalah kesehatan di provinsi sumatera utara, 167–171. Diunduh dari <http://repository.usu.ac.id>.

10 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

- Sartika, R.A.D. (2011). Faktor risiko obesitas pada anak 5-15 tahun di Indonesia. *Makara Kesehatan*, 15 (1) Juni 2011:37-43.
- Shehu, R. A., Onasanya, S. A., Ursula, N., & Kinta, M. (September 06, 2010). Nutritional lifestyle of rural and urban people of Kaduna state, Nigeria: Mitigation via educational intervention. *Asian Journal of Scientific Research*, 3, 3, 178-183.
- Shetty, P. S., Schmidhuber, J., & United Nations. (2011). *Nutrition, lifestyle, obesity and chronic disease*. New York: United Nations.
- Smith, J., Nasr, J., & Ratta, A. (2001). Urban agriculture: food, jobs and sustainable cities. The Urban Agriculture Network. Diunduh dari www.jacsmi.com.
- Soewondo, S. (1996). Stress factor in modern urban lifestyles: An Indonesian perspectives. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 5(3). 135-137.
- UN. (2013). *World Economic and social survey*.
- Vasantha (2015). Review on impact of changing lifestyles on dietary pattern. *International Journal of Current Research and Academic Review*, 3(6), 135-147.
- WHO. (2014). Urban health. Diunduh dari http://www.who.int/topics/urban_health/en/ Tanggal 17 Juni 2016.

Model Degradasi Kualitas Lingkungan Hidup di Perkotaan pada Waktu Tertentu

Sri Enny Triwidiastuti

PENDAHULUAN

Sampai hari ini jumlah penduduk di dunia terus bertambah dan gaya hidup masyarakat semakin meningkat. Di kota-kota besar, jumlah kendaraan bermotor yang memasuki kota pada pagi hari bertambah, baik sepeda motor maupun mobil. Perusahaan otomotif dan para pengambil keputusan bidang ekonomi merasa gembira dengan meningkatnya jumlah kendaraan. Di lain pihak meningkatnya jumlah kendaraan menimbulkan beberapa masalah, antara lain kemacetan lalu lintas, kerugian pemakaian BBM, waktu yang tersita pekerja dan masalah kesehatan akibat polusi udara. Dampak bertambahnya penduduk di kota besar juga menimbulkan masalah, salah satunya pembuangan limbah rumah tangga. Limbah rumah tangga salah satu penyebab penurunan kualitas lingkungan hidup. Jaman dahulu sungai mempunyai organisme alami yang dapat mengolah limbah secara seimbang, tetapi bertambahnya penduduk yang bermukim di tepi sungai dan mempunyai kebiasaan membuang sampah di sungai menyebabkan sungai penuh dengan limbah/sampah. Akibat masalah tersebut organisme alami yang terdapat di sungai akan mati dan tidak mampu mengolah limbah yang terlalu banyak.

Limbah rumah tangga yang tidak berada di sungai, juga berperan besar pada pencemaran lingkungan (Wiryo, 2007). Contohnya, produksi sampah di Jakarta tahun 2015 diperkirakan mencapai 6.000 ton per hari. Sekitar 4.500 ton (75%) yang terangkut ke Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantar Gebang. Setiap tahun, Ibu Kota harus mengeluarkan ratusan miliar rupiah untuk membayar biaya pengolahan sampah (*tipping fee*) dan biaya sosial warga sekitar TPST. Masalah limbah terjadi tidak hanya volumenya yang semakin besar, tetapi juga jenis yang tidak dapat didaur ulang dan beracun (B2 dan B3), sehingga perlu pengolahan tersendiri. Di negara berkembang, selain faktor fisik, non fisik penyumbang degradasi lingkungan adalah kemiskinan dan kurangnya pengetahuan masyarakat (Sampah di Jakarta Diperkirakan Capai 6.000 Ton Per Hari, 2015).

12 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Merosotnya kualitas lingkungan dikota besar menimbulkan pertanyaan, sampai seberapa besar laju penurunan (degradasi) kualitas lingkungan hidup pada kurun waktu tertentu? Tulisan ini berusaha menjawab pertanyaan tersebut dengan mengurai masing-masing penyebab laju penurunan dan mencari model yang dapat merepresentasikan degradasi tersebut.

DEGRADASI KUALITAS LINGKUNGAN HIDUP

Degradasi atau penurunan kualitas lingkungan hidup merugikan kehidupan manusia. Degradasi lingkungan hidup disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu alam dan manusia. Faktor alam yang menyebabkan degradasi lingkungan tidak dapat diprediksi dan dihindarkan oleh manusia sepenuhnya. Faktor alam ini misalnya gempa bumi, gunung meletus, tsunami, angin topan, wabah penyakit, kekeringan, dan kebakaran. Sedang faktor manusia yang menyebabkan degradasi lingkungan sepenuhnya tergantung usaha manusia dalam mengendalikan kegiatannya, termasuk dalam mengelola lingkungan hidup.

Degradasi lingkungan hidup yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia mendorong terjadinya tanah longsor, banjir, pencemaran lingkungan, serta kecelakaan industri dan kimia. Sebagai contoh dampak degradasi lingkungan di Jakarta dapat dikenali dari empat aspek yaitu aspek lingkungan, aspek infrastruktur, aspek sosial, dan aspek tata kelola. Hal tersebut disampaikan oleh Menteri Pekerjaan Umum RI, Djoko Kirmanto saat memberikan sambutan dalam seminar nasional Keberlanjutan Jakarta Sebagai Ibu Kota Negara dan Kota Pusat Pemerintah, di Pusat Studi Jepang, Kampus UI Depok, Rabu (24/11/2010). Berbagai indikator degradasi lingkungan ini makin tidak terpisahkan dari Jakarta. Banjir yang makin rutin dan sering mengunjungi Jakarta, baik akibat berkurangnya daya serap tanah terhadap curah air hujan ataupun rusaknya daerah aliran sungai (DAS). Juga berbagai indikator lain semisal kelangkaan sumber air bersih, pencemaran air dan udara, meluasnya daerah kumuh, dan penetrasi air asin pada sumur penduduk (Tingkat degradasi lingkungan hidup di Jakarta, 2010)

Secara umum, degradasi lingkungan ini mengakibatkan banyak kerugian seperti kerusakan fisik, korban jiwa, timbulnya penyakit, perubahan iklim, dan kelaparan.

1. Degradasi Lingkungan Hidup Akibat Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan pergerakan massa tanah dan bebatuan ke daerah bawah yang disebabkan oleh peningkatan kandungan air dalam tanah, hilangnya perekat agregat tanah, penambahan beban tanah, erosi air, daya gravitasi dan perubahan kemiringan lereng oleh kegiatan manusia. Bencana tanah longsor biasanya terjadi bersamaan dengan banjir. Hampir setiap tahun bencana tanah longsor terjadi di Indonesia, terutama di wilayah perbukitan yang memiliki lereng curam dan wilayah yang mengalami penggundulan lahan. Kerusakan fisik dan korban jiwa terenggut dengan bencana ini. Pengaruh tidak langsung kerusakan fisik dari tanah longsor adalah penurunan produktivitas lahan, nilai bangunan, dan infrastruktur. Reruntuhan puing-puing dan massa tanah serta aliran lumpur dapat menimpa penduduk dan mengakibatkan kematian.

2. Degradasi Lingkungan Hidup Akibat Banjir

Fenomena banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, luapan air sungai, dan pasang naik air laut. Sering kali kejadian banjir dipengaruhi oleh kegiatan manusia seperti penggundulan hutan, pembangunan permukiman dan gedung, serta pembuangan sampah di saluran-saluran air. Kerugian akibat banjir dapat berupa kerusakan fisik bangunan dan infrastruktur, menimbulkan wabah penyakit (yang disebabkan oleh bakteri atau virus seperti diare, muntaber, malaria, dan infeksi), persediaan air bersih yang terkontaminasi bakteri. Keadaan banjir dalam waktu lama akan menjadikan persediaan pangan di daerah yang kebanjiran menipis dan kekurangan pangan.

3. Degradasi Lingkungan Hidup Akibat Pencemaran Lingkungan

Fenomena pencemaran lingkungan menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan kualitas lingkungan hidup sehingga tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran lingkungan terjadi karena masuknya zat, energi, organisme, dan komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia. Beberapa jenis pencemaran dan penyebabnya sebagai berikut.

a. Pencemaran Udara

Zat pencemar atau polutan penyebab pencemaran udara antara lain sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan

14 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

timbal (Pb) yang berasal dari industri dan alat transportasi kendaraan bermotor.

b. Pencemaran Laut

Pencemaran laut disebabkan oleh zat pencemar antara lain tumpahan minyak, limbah cair industri, sampah rumah tangga, sampah laut, dan zat radioaktif yang tercecer di laut.

c. Pencemaran Air Tawar

Pencemaran air tawar disebabkan oleh zat pencemar antara lain limbah manusia dan rumah tangga, limbah cair industri, pestisida, pupuk kimia, serta sedimen hasil erosi.

d. Pemanasan Global

Pemanasan global disebabkan oleh zat pencemar antara lain karbon dioksida (CO₂) dari hasil pembakaran bahan bakar fosil dan kebakaran hutan, serta gas metana (CH₄) dari kotoran ternak.

e. Penipisan Ozon

Penipisan lapisan ozon disebabkan oleh zat pencemar antara lain Klorofluorokarbon/KFK (Chlorofluorocarbon/CFC). Gas ini akan menipiskan lapisan ozon bila lepas ke atmosfer. Mengakibatkan sinar ultraviolet dari matahari mudah mengenai permukaan Bumi.

Contoh pencemaran laut yang penting di Indonesia adalah pencemaran Teluk Buyat, Sulawesi Utara. Pencemaran perairan Teluk Buyat disebabkan oleh pembuangan *tailing* (lumpur sisa penambangan), tercemari oleh zat kimia arsenik (As) dan merkuri (Hg), sehingga organisme laut seperti plankton, bentos, dan ikan-ikan turut tercemar.

Pencemaran lingkungan dapat menyebabkan perubahan fisik dan hayati, sehingga lingkungan tidak berfungsi dengan baik. Kerusakan atau kerugian yang diakibatkan pencemaran lingkungan dapat beragam. Pencemaran udara dapat merusak tanaman pertanian, hutan, sistem air, bangunan, dan kesehatan manusia, dan pencemaran air dapat menyebarkan penyakit, merusak organisme perairan, dan menyebarkan bahan kimia ke lingkungan hidup sehingga berpengaruh pada manusia, hewan, dan kehidupan perairan. Sedangkan pemanasan global membuat permukaan laut naik, suhu permukaan bumi meningkat, atau perubahan iklim. Selain itu

penipisan ozon dapat menyebabkan kanker kulit dan katarak, merusak kehidupan laut, dan menurunkan sistem kekebalan tubuh.

4. Degradasi Lingkungan Hidup Akibat Penggundulan Hutan

Fenomena penggundulan hutan (*deforestation*) makin marak terjadi di Indonesia beberapa tahun terakhir. Diperkirakan hutan seluas 1,6 juta hektar hilang atau menjadi gundul setiap tahun di negara kita. Keadaan ini tentu memengaruhi fungsi hutan hujan tropis sebagai "payung raksasa" dan daerah resapan air. Terjadinya penggundulan hutan didorong oleh peningkatan kegiatan pembalakan, perluasan lahan pertanian, pembukaan lahan baru, dan pengumpulan kayu bakar. Penggundulan hutan telah mengancam kelestarian lingkungan hutan. Menyebabkan hasil hutan baik primer dan sekunder hilang seperti tanaman kayu, obat-obatan, dan buah-buahan, serta berbagai jenis hewan. Penggundulan hutan dapat menyebabkan bencana banjir, erosi tanah, kekeringan, pencemaran lingkungan dan paling fatal adalah bencana kelaparan dalam jangka panjang.

5. Degradasi Lingkungan Hidup Akibat Penggersangan Lahan (*Desertification*)

Lahan gersang menyebabkan penurunan produktivitas lahan, jenis hewan, dan jenis tumbuhan yang hidup di dalamnya. Lahan gersang dapat terjadi karena kondisi iklim yang tidak kondusif, misalnya curah hujan rendah dan temperatur udara tinggi. Penggersangan lahan (*desertification*) dapat juga disebabkan oleh pemanfaatan lahan yang buruk seperti penanaman yang kontinu sepanjang tahun, penanaman dengan jarak tanam yang rapat, serta irigasi yang buruk. Kerugian akibat penggersangan lahan adalah produktivitas yang menurun, kekeringan, dan ancaman kelaparan.

6. Degradasi Lingkungan Hidup Akibat Kecelakaan Industri dan Kimia

Fenomena bencana yang ditimbulkan oleh kecelakaan industri dan kimia dapat berupa ledakan pabrik atau fasilitas penyimpanan zat kimia, kecelakaan pada saat pengiriman bahan kimia, kontaminasi makanan/minuman oleh bahan kimia, kecerobohan pengolahan limbah beracun, serta kegagalan sistem teknologi dan rancangan keamanan pabrik. Bencana yang disebabkan kecelakaan industri dan kimia pernah terjadi di Chernobyl, Ukraina, Eropa. Bencana ini berupa meledaknya pembangkit listrik tenaga nuklir dan menjadi kecelakaan nuklir terburuk sepanjang

16 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

sejarah umat manusia. Pasokan pangan ke seluruh Eropa terkontaminasi awan radiasi yang bertiup sampai Eropa Barat, seperti Inggris. Kecelakaan industri dan kimia dapat mengakibatkan kerugian berupa kerusakan fisik bangunan dan infrastruktur, luka dan kematian, dan yang paling penting adalah pencemaran lingkungan. Kecelakaan kimia akibat ledakan nuklir sangat membahayakan karena dampaknya mencakup daerah yang luas dan berkepanjangan. Daerah yang mengalami kecelakaan nuklir tidak dapat dihuni manusia untuk beberapa lama. Sistem lingkungan menjadi rusak, bahkan sampai skala global (Degradasi Lingkungan Hidup di Jakarta, 2015).

MODEL DAN PERMODELAN SISTEM

Menurunnya (degradasi) kualitas lingkungan hidup dikota besar dapat dinyatakan dalam sistem permodelan untuk menggambarkan dan menghitung laju penurunan degradasi tersebut. Permodelan yang dimaksud adalah rencana, representasi atau deskripsi yang menjelaskan suatu obyek, sistem atau konsep yang sering kali berupa penyederhanaan atau idealisasi. Bentuknya dapat berupa model fisik (maket, prototype), model citra (gambar, komputerisasi, grafis dll) atau rumus matematis. Dalam pemodelan, model akan dirancang sebagai suatu penggambaran operasi dari suatu sistem nyata secara ideal dengan tujuan untuk menjelaskan atau menunjukkan hubungan-hubungan penting yang terkait (Definisi, Karakteristik dan Prinsip-Prinsip Permodelan Sistem, 2010).

Prinsip-prinsip dasar pengembangan model ada tiga yaitu elaborasi, analogi dan dinamis. Elaborasi adalah pengembangan model dimulai dari yang sederhana sampai didapatkan model yang representatif. Analogi adalah pengembangan menggunakan prinsip-prinsip dan teori yang sudah dikenal luas sedangkan Dinamis adalah pengembangan model dimana ada kemungkinan untuk bisa diulang.

Taksonomi model atau klasifikasi model terdiri atas delapan yaitu:

1. Berdasarkan fungsinya, model dibedakan menjadi tiga jenis yaitu (a) Model deskriptif, adalah model yang hanya menggambarkan situasi sebuah sistem tanpa rekomendasi dan peramalan. Contohnya adalah peta organisasi; (b) Model prediktif, adalah model yang menunjukkan apa yang akan terjadi bila sesuatu terjadi; (c) Model normatif, adalah model yang menyediakan jawaban terbaik terhadap satu persoalan. Model ini memberikan rekomendasi tindakan-tindakan yang perlu

diambil. Contohnya adalah model budget advertensi, model *economic lot size*, model *marketing mix*.

2. Berdasarkan strukturnya model dibedakan menjadi tiga jenis yaitu (a) Model ikonik, yaitu model yang menirukan sistem aslinya, tapi dalam suatu skala tertentu. Contohnya adalah model pesawat; (b) Model analog, yaitu suatu model yang menirukan sistem aslinya dengan hanya mengambil beberapa karakteristik utama dan menggambarkannya dengan benda atau sistem lain secara analog. Contohnya adalah aliran lalu lintas di jalan dianalogkan dengan aliran air dalam sistem pipa; (c) Model simbolis, yaitu suatu model yang menggambarkan sistem yang ditinjau dengan simbol-simbol biasanya dengan simbol-simbol matematik. Dalam hal ini sistem diwakili oleh variabel-variabel dari karakteristik sistem yang ditinjau.
3. Berdasarkan referensi waktu terdapat dua jenis model yaitu (a) Model statis, yaitu model yang tidak memasukkan faktor waktu dalam perumusannya; (b) Model dinamis, yaitu model yang mempunyai unsur waktu dalam perumusannya.
4. Berdasarkan referensi kepastian, dibedakan menjadi empat jenis model yaitu (a) Model deterministik, dalam model ini pada setiap kumpulan nilai input, hanya ada satu output yang unik, yang merupakan solusi dari model dalam keadaan pasti. Contohnya adalah model persediaan; (b) Model probabilistik, yaitu model yang menyangkut distribusi probabilistik dari input atau proses dan menghasilkan suatu deretan harga bagi paling tidak satu variabel output yang disertai dengan kemungkinan-kemungkinan dari harga-harga tersebut. Contohnya adalah diagram pohon keputusan, peta pengendalian; (c) Model konflik, dalam model ini sifat alamiah pengambil keputusan berada dalam pengendalian lawan. Contohnya adalah perang; (d) Model Tak Pasti/*Uncertainly*, yaitu model yang dikembangkan untuk menghadapi ketidakpastian mutlak. Pemilihan jawaban berdasarkan pertimbangan, utilitas dan risiko melalui probabilitas subjektif.
5. Berdasarkan tingkat generalitas ada dua jenis model yaitu (a) Model umum, yaitu model yang dapat diterapkan pada berbagai bidang untuk beberapa jenis masalah yang berbeda. Contohnya adalah program linier, PERT, model antrian, kasus personalia dan pemasaran serta distribusi barang. (b) Model khusus, yaitu model yang dapat diterapkan terhadap sebuah bidang atau yang unik saja dan hanya digunakan pada

18 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

masalah-masalah tertentu. Contohnya adalah model persediaan probabilistik.

6. Berdasarkan acuan lingkungan ada dua jenis model yaitu (a) Model terbuka, yaitu model yang memiliki interaksi dengan lingkungannya berupa pertukaran informasi, material atau energi mempunyai satu variabel eksogen yaitu variabel berasal dari lingkungan eksternal. Contohnya adalah Model Sosial; (b) Model tertutup, yaitu model yang tidak memiliki interaksi dengan lingkungannya, memiliki variabel yang seluruhnya endogen, yang terkendali dan internal. Contohnya adalah Model Thermostat.
7. Berdasarkan derajat kuantifikasi dibedakan:
 - a. Model kualitatif, yaitu model yang menggambarkan mutu suatu realita. Model ini terdiri atas dua jenis model yaitu (1) Model mental adalah model yang menggambarkan titik awal dari abstraksi dalam memahami masalah dan situasi. Contohnya adalah proses berpikir manusia tentang sesuatu; (2) Model verbal, yaitu model yang disajikan dalam bahasa sehari-hari dan tidak dalam bahasalogika atau simbolis atau matematis. Analisis bersandar pada pertimbangan yang masuk akal dan bernalar. Contohnya adalah model konseptual.
 - b. Model kuantitatif, yaitu model yang variabelnya dapat dikuantitatifkan, terbagi empat yaitu (1) Model statistik, yaitu model yang mendeskripsikan dan menyimpulkan data; (2) Model optimasi, yaitu model yang digunakan untuk menentukan jawaban terbaik, terdiri atas optimasi analitik dan logaritmik; (3) Model Heuristik, yaitu model yang digunakan untuk mencari jawaban yang baik tapi bukan optimum, merupakan pendekatan praktis; (4) Model simulasi, yaitu model yang digunakan untuk mencari jawaban yang baik dan menguntungkan.
8. Berdasarkan dimensinya, ada dua jenis model yaitu (a) Dua dimensi, contohnya photo dan peta; (b) Tiga dimensi, contohnya prototype jembatan dan maket rumah (Definisi Model dan Klasifikasi model, 2012).

Sedangkan sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri atas komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan.

Permodelan sistem adalah suatu bentuk penyederhanaan dari beberapa elemen dan komponen yang sangat kompleks untuk memudahkan pemahaman pembaca dari seluruh informasi yang dibutuhkan.

Karakteristik permodelan sistem adalah:

1. Dibuat dalam bentuk grafis dan tambahan narasi berupa penjelasan ringkas.
2. Dapat diamati dengan pola *top down* dan *partitioned* (sebagian-sebagian).
3. Memenuhi persyaratan *minimal redundancy*.
4. Dapat merepresentasikan tingkah laku sistem dengan cara yang transparan.

Dengan karakteristik permodelan tersebut, model dapat dibuat dalam bentuk grafis atau bergambar dan dilengkapi dengan keterangan, sehingga dapat memudahkan pembaca. Alur dari proses model tersebut dapat dilihat dan diamati, memenuhi syarat *minimal redundancy* dan dapat merepresentasikan proses dari suatu sistem yang mudah dipahami.

Prinsip permodelan adalah:

1. Memilih model apa yang akan digunakan, bagaimana masalah dan solusinya.
2. Setiap model dapat dinyatakan dalam tingkatan yang berbeda.
3. Model terbaik adalah model yang berhubungan atau menyatakan realitas.
4. Tidak ada model tunggal yang cukup baik, sehingga setiap sistem yang baik memiliki serangkaian model kecil yang independen.

Prinsip permodelan sistem tidak terlalu menitik beratkan pada bentuk-bentuk model tertentu yang akan merancang sebuah sistem. Bentuk model ini bebas, dapat menggunakan apa saja sesuai keinginan kita, contohnya berupa gambar, prototype dan narasi, gabungan kedua atau ketiganya. Model yang baik harus dapat merepresentasikan visualisasi bentuk sistem yang diinginkan, karena sistem akhir yang akan dibuat harus dapat diturunkan berdasarkan hasil model tersebut.

PERMODELAN PERAMALAN

Peramalan merupakan faktor yang cukup penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan baik dalam kehidupan sehari-hari, maupun dalam dunia bisnis, industri dan pemerintahan. Karena banyak keputusan

penting yang tergantung pada antisipasi nilai beberapa variabel. Bidang yang berbeda dapat mempergunakan metoda peramalan yang berbeda. Sebagai gambaran adalah pemilik pabrik sepatu yang memerlukan peramalan yang akurat karena berkaitan dengan biaya produksi (bila produksi terlalu banyak akan meningkatkan biaya gudang), biaya distribusi dan biaya iklan. Pemilik harus pandai meramalkan dan menyeimbangkan antara target penjualan dengan komponen biaya-biaya tersebut. Target penjualan dihitung dari peramalan berdasarkan data-data penjualan yang lalu, selera pasar, perubahan jumlah penduduk dan lain-lain. Contoh yang lain adalah pemilik toko sembako, yang mempunyai pengalaman bahwa keuntungan akan diperoleh apabila kepadatan penduduk didaerahnya melebihi jumlah tertentu. Pengetahuan ini berdasarkan pengalaman dan dapat diterapkan untuk penjualan di masa yang akan datang dengan peramalan yang akurat.

Peramalan berdasarkan probabilitas dan statistik dalam tulisan ini dibatasi pada data runtun waktu. Data runtun waktu artinya data yang merupakan hasil pengamatan dari sebuah variabel yang dikumpulkan secara teratur yang terjadi pada kurun waktu tertentu. Melakukan peramalan berbasis data runtun waktu (*continue*) dengan *Auto Regressive Integrated Moving Average* (ARIMA) artinya hanya berdasarkan satu variabel yang akan diduga nilainya. Membangun model ARIMA ini memerlukan ukuran sampel minimum 50 data pengamatan. Untuk data runtun waktu yang bersifat musiman memerlukan ukuran sampel yang lebih besar lagi. Setiap pengamatan dalam sebuah data runtun waktu secara statistik diasumsikan berhubungan satu sama lain. ARIMA bertujuan untuk membangun model yang dapat menggambarkan hubungan antara satu pengamatan dengan pengamatan lainnya dengan baik dalam sebuah data runtun waktu. Sebuah model ARIMA merupakan sebuah pernyataan aljabar yang menunjukkan bagaimana sebuah pengamatan z_t dalam sebuah data runtun waktu berhubungan dengan data-data pengamatan sebelumnya ($z_{t-1}, z_{t-2}, z_{t-3}, \dots$). Sebuah contoh model ARIMA sebagai berikut:

$$z_t = C + \phi_1 z_{t-1} + a_t$$

Model ini menyatakan bahwa z_t berhubungan dengan data sebelumnya z_{t-1} , C adalah konstanta, ϕ_1 merupakan sebuah koefisien nilainya yang menggambarkan hubungan antara z_t dan z_{t-1} . Sedangkan a_t adalah suatu

komponen “*shock*” probabilistik. Komponen C , ϕ_1 , z_{t-1} dan a_t semuanya merupakan komponen z_t . Komponen C merupakan komponen yang nilainya tetap, sedangkan ϕ_1 , z_{t-1} merupakan komponen yang bersifat probabilistik karena nilainya sebagian tergantung pada besarnya nilai z_{t-1} . Secara gabungan nilai ketiganya dapat diduga (*predictable*). Komponen a_t merupakan komponen murni probabilistik yang tidak dapat diduga. Namun demikian, a_t mempunyai beberapa sifat statistik tertentu. Sebuah model yang baik, mempunyai beberapa karakteristik. Salah satunya adalah memiliki jumlah estimasi parameter minimal yang diperlukan untuk menggambarkan pola data yang tersedia secara tepat (Soelaeman, 2008).

PEMBAHASAN

Bahasan pada tulisan ini dibatasi pada degradasi lingkungan hidup karena pencemaran lingkungan akibat kegiatan manusia dikota besar secara umum dengan metode kuantitatif dengan data dalam skala rasio. Permodelan degradasi kualitas lingkungan yang akan ditinjau pada tulisan ini adalah pencemaran lingkungan meliputi pencemaran udara, pencemaran laut, pencemaran air tawar, pemanasan global dan penipisan ozon. Model matematis dalam bentuk $y = \text{fungsi } x$ adalah model matematis yang paling sederhana sebagai representasi beberapa variabel dalam indikator setiap pencemaran lingkungan. Penulis mencoba mengembangkan dalam ARIMA, setelah diteliti hubungan antar variabel dan seberapa kedekatan masing-masing variabel dengan beberapa metode, salah satunya adalah dengan matriks kovarian (Triwidiastuti, 2007). Alur berpikir model matematis pada tulisan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Alur Berpikir

Pencemaran Lingkungan		t (waktu tertentu)					Hasil berupa
Variabel	Indikator	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	
Udara							indeks
	sulfur dioksida (SO ₂)	x_{11}					
	nitrogen oksida (NO _x)	x_{12}					
	karbon monoksida (CO)	x_{13}					
	timbal (Pb)	x_{14}					
Air Laut							indeks
	tumpahan minyak		x_{21}				
	limbah cair industri		x_{22}				
	sampah rumah tangga		x_{23}				
	sampah laut		x_{24}				
Air Tawar							indeks
	limbah manusia dan rumah tangga			x_{31}			
	limbah cair industri			x_{32}			
	pestisida			x_{33}			
	pupuk kimia			x_{34}			
	sedimen hasil erosi			x_{35}			
Pemanasan Global							indeks
	karbon dioksida (CO ₂) dari hasil pembakaran bahan bakar fosil				x_{41}		
	karbon dioksida (CO ₂) dari hasil kebakaran hutan				x_{42}		
	gas metana (CH ₄) dari kotoran ternak.				x_{43}		
Penipisan Ozon							indeks
	Klorofluorokarbon/KFK (Chlorofluorocarbon/CFC).					x_{51}	

Model matematis linier secara sederhana dalam bentuk $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n)$ dipergunakan untuk masing-masing pengamatan pada waktu $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$. Indikator pencemaran lingkungan yang diamati adalah sebagai berikut:

a. *Pencemaran Udara* y_1

Zat pencemar atau polutan penyebab pencemaran udara antara lain sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan timbal (Pb) yang berasal dari industri dan alat transportasi kendaraan bermotor. Sehingga $y_1 = f(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, \dots, x_{1n})$ untuk x_{11} = kadar SO₂, x_{12} kadar NO_x, x_{13} = kadar CO, x_{14} = kadar Pb dalam udara. Dari data diketahui, kondisi pencemaran udara y_1 berupa data kualitatif dengan variabel pengamatan $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, \dots, x_{1n}$ berupa data skala rasio. Sehingga hasil y_1 dalam skala rasio, yang berupa indeks.

b. *Pencemaran Laut*, y_2

Pencemaran laut disebabkan oleh zat pencemar antara lain tumpahan minyak, limbah cair industri, sampah rumah tangga, sampah laut, dan zat radioaktif yang tercecer di laut. Sehingga $y_2 = f(x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, \dots, x_{2n})$ untuk x_{21} = kadar minyak dipermukaan laut, x_{22} = kadar limbah cair industri diperairan, x_{23} = jumlah sampah rumah tangga, x_{24} = jumlah sampah laut, dan x_{25} = kadar zat radioaktif yang tercecer di laut. Data dalam skala rasio dan hasil berupa indeks.

c. *Pencemaran Air Tawar*, y_3

Pencemaran air tawar disebabkan oleh zat pencemar antara lain limbah manusia dan rumah tangga, limbah cair industri, pestisida, pupuk kimia, serta sedimen hasil erosi. Sehingga $y_3 = f(x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, \dots, x_{3n})$ untuk x_{31} = kadar limbah manusia dan rumah tangga, x_{32} = kadar limbah cair industri, x_{33} = kadar pestisida, x_{34} = kadar pupuk kimia, x_{35} = sedimen hasil

24 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

erosi dalam perairan air tawar, termasuk air tanah dangkal. Data dalam skala rasio dan hasil berupa indeks.

d. Pemanasan Global, y_4

Pemanasan global disebabkan oleh zat pencemar antara lain karbon dioksida (CO_2) dari hasil pembakaran bahan bakar fosil dan kebakaran hutan, serta gas metana (CH_4) dari kotoran ternak. Sehingga $y_4 = f(x_{41}, x_{42}, x_{43}, \dots, x_{4n})$ untuk x_{41} = kadar CO_2 dari hasil pembakaran bahan bakar fosil, x_{42} = kadar CO_2 hasil kebakaran hutan, x_{43} = kadar CH_4 dari kotoran ternak.

e. Penipisan Ozon, y_5

Penipisan lapisan ozon disebabkan oleh zat pencemar antara lain Klorofluorokarbon/KFK (Chlorofluorocarbon/CFC), gas ini akan menipiskan lapisan ozon bila lepas ke atmosfer. Penipisan ozon mengakibatkan sinar ultraviolet dari matahari mudah mengenai permukaan Bumi. Sehingga $y_5 = f(x_{51} = \text{kadar CFC dalam udara})$.

Gambar 1 menunjukkan Baku Mutu Indeks pencemaran udara dalam bentuk indeks dan dengan masing-masing variabelnya berskala rasio, yang dipergunakan sebagai pembanding tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu tempat dan waktu pengamatan tertentu.

	NO2 (mgr/m ³) Max media 1h	PM10 (mgr/m ³) media 6h	O3 (mgr/m ³) Max media 8h	CO (mgr/m ³) Max media 8h	SO2 (mgr/m ³) media 6h	IOA
Unggul	0-50	0-25	0-50	0-2,7	0-45	0-25
Diterima	50-100	25-50	50-120	2,7-5,2	45-90	26-50
Sedang Saja	100-200	51-62,5	120-150	5,2-11	90-125	51-100
Tidak sehat bagi sensitif grup	200-400	62,5-75	150-180	11-14,5	125-350	101-150
Yang berbahaya untuk kesehatan	400-500	75-87,5	180-240	14,5-18	350-700	151-200
Sangat tidak sehat	500-700	87,5-250	240-270	18-35	700-1600	201-300
Berbahaya	>700	>250	>750	>35	>1600	>300

Sumber : Sampah di Jakarta Diperkirakan Capai 6.000 Ton Per Hari, 2015

Gambar 1.

Baku Mutu Indikator Tingkat Pencemaran Udara y_1

Gambar 2 merupakan baku mutu indeks pencemaran udara y_1 yang diuraikan sesuai klasifikasi tingkat pencemaran.

Index kualitas udara	Tingkat kepedulian kesehatan	warna	Implikasi terhadap kesehatan
0-50	baik	hijau	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
51-100	Sedang	biru	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika
101-199	Tidak sehat	merah	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan atau nilai estetika
200-299	Sangat tidak sehat	kuning	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
>300	Berbahaya	hitam	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan serius pada populasi

Sumber : Sampah di Jakarta Diperkirakan Capai 6.000 Ton Per Hari, 2015

Gambar 2.

Uraian Baku Mutu Tingkat Pencemaran Udara y_1

Masing-masing indikator y yang berskala rasio, berupa angka indeks dihitung dengan mempergunakan metode ARIMA, dihitung pada setiap waktu pengamatan $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$. Tingkat pencemaran yang diramalkan pada waktu t_n adalah $y = f (y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)$. Dengan demikian prediksi tingkat pencemaran untuk tahun-tahun yang dikehendaki dapat diramalkan dengan lebih tepat sehingga degradasi kualitas lingkungan dapat dicarikan solusinya.

KESIMPULAN

Memilih model yang baik adalah hal yang tidak mudah. Degradasi kualitas lingkungan hidup yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia, yang salah satunya adalah pencemaran lingkungan, dapat diprediksi dengan permodelan matematis yaitu dengan ARIMA. Banyak pakar yang

26 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

menyatakan bahwa membangun sebuah model ARIMA yang baik memerlukan pengalaman yang cukup dan pengambilan keputusan yang berwawasan. Metode ini dapat dipergunakan untuk peramalan degradasi lingkungan yang terjadi pada waktu tertentu di suatu tempat pengamatan. Sehingga untuk menghasilkan pengamatan yang baik dan signifikan, perlu dilakukan pengamatan dan pengumpulan data pada beberapa periode. Secara umum dapat dijelaskan bahwa perubahan iklim disebabkan oleh beberapa faktor eksternal yang dapat berubah setiap saat. Dalam perubahan iklim dapat terjadi perubahan struktural dalam hubungan antara variabel bebas dan tidak bebas. Namun perubahan itu tidak dibahas dalam tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Definisi Model dan Klasifikasi model (2012, October 31). Diunduh dari <https://alena02.wordpress.com/2012/10/31/definisi-model-dan-klasifikasi-model/> Tanggal 23 agustus 2016.
- Definisi, Karakteristik dan Prinsip-Prinsip Permodelan Sistem (2010, Juni 21). Diunduh dari <http://info-pemodelan-sistem.blogspot.co.id/2010/06/definisi-karakteristik-dan-prinsip.html> Tanggal 23 agustus 2016.
- Degradasi Lingkungan Hidup (2015, February 14). Diunduh dari <http://www.materisma.com/2015/02/degradasi-lingkungan-hidup.html> Tanggal 13 juli 2016.
- Sampah di Jakarta Diperkirakan Capai 6.000 Ton Per Hari (2015, February 25). Diunduh dari <http://nationalgeographic.co.id/berita/2015/02/sampah-di-jakarta-diperkirakan-capai-6-000-ton-per-hari> Tanggal 23 Agustus 2016.
- Soelaeman, I., (2008), BMP. *Analisis Runtun Waktu (SATS4423)*, Universitas Terbuka.
- Tingkat Degradasi Lingkungan Hidup Di Jakarta. (2010, November 25). Diunduh dari <https://alamendah.org/2010/11/25/tingkat-degradasi-lingkungan-hidup-di-jakarta/> Tanggal 13 juli 2016.
- Triwidiastuti, S.E., (2007). *Model Pengukuran Indeks Kepuasan Pelanggan pada Tahap Penyerahan Jasa (Kasus Transportasi Udara)*.
- Wiryono., (2007). *Menuju Pembangunan Berkelanjutan, Membangun Tanpa Merusak Lingkungan*, Seminar Pembangunan Berkelanjutan, Bengkulu.

POLA KONSUMSI MASYARAKAT PERKOTAAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP KESEHATAN

Ariyanti Hartari

PENDAHULUAN

Kebiasaan makan merupakan tingkah laku manusia atau kelompok manusia dalam memenuhi kebutuhan akan makan yang meliputi sikap, kepercayaan, dan pemilihan makanan. Kebiasaan makan yang tidak sesuai dengan kaidah sehat dapat mengakibatkan berbagai macam gangguan kesehatan. Kebiasaan makan yang tidak sehat dalam memilih jenis makanan juga dapat berdampak pada masalah kelebihan berat badan (*overweight*) dan obesitas. Kebiasaan makan masyarakat dengan susunan hidangannya merupakan manifestasi dari kebudayaan masyarakat yang disebut *lifestyle* atau gaya hidup. Kebiasaan makan menunjukkan keanekaragaman konsumsi yang cukup bervariasi.

Terkait dengan gaya hidup perkotaan (*urban lifestyle*) dalam hal makanan sehat, tulisan ini bertujuan membahas pola konsumsi masyarakat perkotaan, serta kaitannya dengan kesehatan masyarakat.

POLA KONSUMSI MASYARAKAT PERKOTAAN

Keberagaman konsumsi pangan sangat dipengaruhi oleh pendapatan rumah tangga. Namun pengukuran dan pengumpulan data pendapatan rumah tangga sulit dilakukan, maka pengeluaran sering digunakan sebagai indikator untuk menggambarkan tingkat pendapatan rumah tangga. Badan Pusat Statistik (BPS) mengelompokkan pengeluaran rumah tangga menjadi dua, yaitu pengeluaran untuk pangan dan barang-barang bukan pangan. Secara umum, proporsi pengeluaran masyarakat perkotaan lebih besar untuk barang-barang bukan pangan dibandingkan pengeluaran untuk pangan. Hal ini terlihat pada Gambar 1.

30 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas



Sumber: Badan Pusat Statistik (2016)

Gambar 1. Rerata Persentase Pengeluaran Per Kapita Sebulan di Perkotaan Indonesia (2007 – 2014)

Masyarakat perkotaan cenderung lebih banyak mengeluarkan pendapatannya untuk konsumsi sektor non makanan. Kondisi krisis moneter pada tahun 2007 – 2010 mengakibatkan peningkatan pengeluaran di sektor makanan dan penurunan konsumsi di sektor non makanan. Kondisi perekonomian yang membaik pada periode 2012-2014 mengakibatkan penurunan konsumsi di sektor makanan dan peningkatan konsumsi di sektor non makanan.



Sumber: Badan Pusat Statistik (2016)

Gambar 2. Rerata Persentase Pengeluaran Per Kapita Sebulan di Perdesaan Indonesia (2007-2014)

Hal sebaliknya terjadi pada masyarakat perdesaan. Konsumsi masyarakat perdesaan di sektor makanan lebih tinggi daripada sektor non makanan. Proporsi pengeluaran masyarakat perdesaan untuk sektor makanan lebih dari 50%. Kondisi krisis ekonomi cenderung tidak mempengaruhi konsumsi masyarakat perdesaan di sektor non makanan. Hal ini terlihat pada data di Gambar 1. yang tidak menunjukkan kenaikan atau penurunan secara signifikan. Berdasarkan data pada Gambar 1. dan 2. ini menunjukkan bahwa tingkat kesejahteraan masyarakat perkotaan lebih sejahtera dibandingkan masyarakat perdesaan.

Terdapat hubungan yang negatif antara proporsi pengeluaran bahan pangan dan ketahanan pangan ditinjau dari akses ke pangan (Pakpahan, Saliem, & Suhartini, 1993):

1. Semakin besar proporsi pengeluaran rumah tangga untuk bahan pangan, maka akses terhadap bahan pangan adalah rendah. Semakin besar proporsi pengeluaran rumah tangga untuk bahan pangan juga menunjukkan rendahnya kepemilikan bentuk kekayaan lain yang dapat ditukarkan dengan bahan pangan.
2. Semakin kecil proporsi pengeluaran rumah tangga untuk bahan pangan, maka akses terhadap bahan pangan adalah besar, atau menunjukkan semakin tinggi ketahanan pangannya.
3. Semakin kecil proporsi pengeluaran rumah tangga untuk bahan pangan, juga menunjukkan tingginya kepemilikan bentuk kekayaan lain yang dapat ditukarkan dengan bahan pangan.

Ketahanan pangan rumah tangga juga dapat dilihat dari pendapatan rumah tangga dan konsumsi gizi rumah tangga (Johnson dan Toole, 1999), diadopsi oleh Maxwell & Smith (2000) sebagai berikut:

1. Rumah tangga tahan pangan yaitu bila proporsi pengeluaran pangan rendah (kurang dari 60 persen dari pengeluaran rumah tangga) dan cukup mengkonsumsi energi (>80 persen dari syarat kecukupan energi).
2. Rumah tangga rentan pangan yaitu bila proporsi pengeluaran pangan tinggi (lebih dari 60 persen dari pengeluaran rumah tangga) dan cukup mengkonsumsi energi (>80 persen dari syarat kecukupan energi).
3. Rumah tangga kurang pangan yaitu bila proporsi pengeluaran pangan tinggi (lebih dari 60 persen dari pengeluaran rumah tangga) dan kurang mengkonsumsi energi (\leq 80 persen dari syarat kecukupan energi).
4. Rumah tangga rawan pangan yaitu bila proporsi pengeluaran pangan tinggi dan tingkat konsumsi energinya kurang.

32 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Fenomena yang terlihat dalam masyarakat urban dewasa ini adalah kegiatan konsumsi yang semakin mendominasi kehidupan sehari-hari, termasuk konsumsi pangan. Konsumsi pangan termasuk konsumsi energi dan protein sangat dipengaruhi oleh daya beli masyarakat dan kesadaran masyarakat terhadap pangan dan gizi. Diversifikasi konsumsi pangan pada prinsipnya adalah memberikan pilihan kepada masyarakat dalam kegiatan konsumsi di sektor pangan yang sesuai dengan citarasa dan selera konsumen, serta untuk menghindari kebosanan terhadap menu makanan yang sama setiap harinya dalam rangka mendapatkan pangan dan gizi yang cukup dan baik untuk hidup sehat dan aktif.

Berdasarkan pertemuan para ahli pangan dan gizi di Bangkok yang diselenggarakan oleh *Food and Agriculture Organization-Regional Office for ASIA and the Pacific* (FAO-RAPA) pada tahun 1989, dirumuskan bahwa konsumsi pangan yang ideal terdiri atas 57 – 68% karbohidrat, 10 – 13% protein, dan 20 – 30% lemak. Rumusan ini kemudian diimplementasikan dalam bentuk energi dari 9 kelompok pangan yang dikenal dengan istilah Pola Pangan Harapan (PPH). Sembilan kelompok pangan tersebut adalah (1) padi-padian, (2) umbi-umbian, (3) pangan hewani, (4) minyak dan lemak, (5) makanan/minuman jadi, (6) kacang-kacangan, (7) gula, (8) sayur dan buah, (9) sumber pangan lain.

Berdasarkan PPH, konsumsi energi dari kelompok padi-padian seharusnya 50%. Perkembangan konsumsi energi dan kualitas konsumsi pangan penduduk Indonesia Tahun 2010 – 2014 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Perkembangan Konsumsi Energi dan Kualitas Konsumsi Pangan Penduduk Indonesia Tahun 2010 – 2014

Kelompok Pangan	2010			2011			2012			2013			2014		
	Gram	Energi	% AKG	Gram	Energi	% AKG	Gram	Energi	% AKG	Gram	Energi	% AKG	Gram	Energi	% AKG
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1. Padi-padian	306,7	1205	60,2	312,6	1223	61,2	296,7	1155	57,7	296,0	1164	58,2	295,9	1164	58,2
2. Umbi-umbian	39,8	47	2,3	44,3	54	2,7	33,9	41	2,0	32,4	39	1,9	31,8	38	1,9
3. Pangan Hewani	102,3	178	8,9	106,4	186	9,3	101,8	183	9,1	98,5	174	8,7	102,6	183	9,2
4. Minyak dan Lemak	25,6	229	11,5	25,9	232	11,6	26,9	241	12,1	25,9	233	11,6	27,0	243	12,1
5. Buah/biji Berlemak	9,5	52	2,6	8,6	47	2,4	7,9	43	2,1	7,1	39	1,9	7,0	38	1,9
6. Kacang-kacangan	24,1	63	3,2	24,8	61	3,0	23,6	59	2,9	23,3	58	2,9	23,2	57	2,8
7. Gula	29,9	109	5,5	28,7	105	5,2	24,8	91	4,5	25,5	93	4,7	24,6	90	4,5
8. Sayur dan Buah	264,9	108	5,4	247,2	104	5,2	249,5	100	5,0	238,9	96	4,8	256,3	101	5,0
9. Lain-lain	51,2	34	1,7	56,3	36	1,8	55,5	32	1,6	57,2	35	1,8	58,9	36	1,8
TOTAL		2025	101,3		2048	102,4		1945	97,0		1931	96,5		1950	97,4
SKOR PPH	58,7			85,6			83,5			81,4			83,4		

Sumber: Kementerian Pertanian (2015)

34 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat adanya peningkatan perkembangan konsumsi energi dan kualitas konsumsi pangan penduduk Indonesia khususnya pada tahun 2010 ke 2011. Kelompok padi-padian (beras, jagung, terigu) masih mendominasi konsumsi masyarakat Indonesia. Konsumsi energi dari kelompok padi-padian cenderung mengalami peningkatan pada tahun 2010-2011 dan 2012-2014. Kondisi ini menunjukkan bahwa preferensi masyarakat terhadap beras sangat besar dan sulit diubah. Bahkan terjadi kecenderungan perubahan pola pangan pokok utama dari non beras ke beras. Hal ini terlihat dari konsumsi kelompok pangan umbi-umbian yang terus menurun dari 2010-2014. Masyarakat yang memiliki pola konsumsi pangan pokok yang beragam lebih mudah menyesuaikan atau menerima pola makan baru dibandingkan dengan masyarakat yang pangan pokoknya hanya beras. Menurut Wiranatakusuma & Suhadjo (1991), kondisi lingkungan terutama sosial budaya mempunyai pengaruh besar terhadap pola makan.

Secara inheren beras mempunyai kelebihan dibandingkan pangan sumber karbohidrat lainnya. Beras mempunyai cita rasa yang lebih enak, lebih mudah diolah dan komposisi gizinya lebih baik dibandingkan pangan sumber karbohidrat lain. Kelebihan beras tersebut ditunjang dengan berbagai kebijakan pemerintah untuk terus mencapai dan mempertahankan produksi beras melalui swasembada pangan khususnya beras, pembangunan sarana dan prasarana jalan yang memudahkan transportasi dan lalu lintas barang sehingga beras mudah diperoleh di wilayah terpencil sekalipun. Konsumsi beras bagi sebagian masyarakat juga menunjukkan status sosial yang dimilikinya. Hal ini didukung oleh kebijakan pemerintah untuk mencintai beras sehingga timbul pergeseran paradigma bahwa masyarakat yang beralih konsumsi dari beras ke non beras (jagung atau umbi-umbian) dianggap rawan pangan.

Hasil Susenas menunjukkan bahwa sepanjang 2010-2014 tingkat konsumsi beras rumah tangga Indonesia terus menurun secara konsisten dengan rerata laju penurunan sebesar -0,2% pertahun. Hal ini menunjukkan bahwa secara perlahan tingkat ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap beras sebagai satu-satunya asupan karbohidrat terus berkurang. Kecenderungan ini tentu menggembirakan karena diversifikasi atau penganekaragaman pangan terjadi di masyarakat dan peningkatan kebutuhan beras nasional dapat ditekan sehingga laju impor beras dapat ditekan bahkan dikurangi. Namun penurunan konsumsi beras masyarakat

perkotaan tidak diimbangi dengan peningkatan konsumsi komoditas pangan lokal selain beras. Peningkatan justru terlihat dari konsumsi produk olahan tepung terigu seperti mie instan dan roti.

Tabel 2.
Data Proyeksi dan Realisasi Kelompok Bahan Pangan Padi-padian dan Umbi-umbian Tahun 2013-2014

No	Kelompok Bahan Pangan	2013			2014		Selisih Proyeksi & Realisasi	2015 Proyeksi
		Proyeksi	Realisasi	Selisih Proyeksi & Realisasi	Proyeksi	Realisasi		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Padi-padian	25.974.708,60	26.686.685,90	2,74%	25.915.525,90	27.232.240,00	5,08%	25.641.968,10
	Beras	23.402.024,40	23.788.542,10	1,65%	23.422.464,30	24.249.505,00	3,53%	23.251.690,90
	Jagung	625.533,80	402.800,90	-35,61%	658.746,60	289.445,00	-56,06%	687.702,40
	Terigu	1.947.150,40	2.495.342,90	28,15%	1.834.315,00	2.593.390,00	41,38%	1.702.574,80
2	Umbi-umbian	7.215.399,80	2.908.890,50	-59,68%	8.285.956,40	2.924.287,00	-64,71%	9.324.352,00
	Singkong	5.031.349,50	1.674.406,00	-66,72%	5.818.055,60	1.647.201,00	-71,69%	6.584.108,00
	Ubi Jalar	1.132.270,80	619.579,30	-45,28%	1.294.018,10	690.921,00	-46,61%	1.450.717,40
	Kentang	731.042,50	400.758,70	-45,18%	824.008,10	382.075,00	-53,63%	913.414,70
	Sagu	119.938,80	110.878,50	-7,55%	127.524,40	100.385,00	-21,28%	134.325,70
	Umbi Lainnya	201.798,20	103.268,00	-48,83%	222.350,20	103.705,00	-53,36%	241.786,20

Sumber: Kementerian Pertanian (2015)

Berdasarkan data pada Tabel 2., terlihat adanya kenaikan realisasi kebutuhan konsumsi terigu sebesar 28,15% pada tahun 2013 dan 41,38% pada tahun 2014. Terjadi kenaikan kebutuhan konsumsi terigu dari tahun 2013 – 2014 sebesar 13,3%. Sebaliknya terjadi penurunan realisasi kebutuhan bahan pangan di kelompok jagung dan semua kelompok umbi-umbian baik singkong, ubi jalar, kentang, sagu, dan umbi lainnya. Penurunan konsumsi umbi-umbian cukup tajam terjadi pada kelompok singkong dan sagu. Fenomena ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan konsumsi pangan pokok dari jagung, singkong dan sagu yang beralih ke beras. Secara tanpa sadar, masyarakat memandang komoditas umbi-umbian dan jagung sebagai komoditas inferior dan hanya cocok untuk masyarakat berpendapatan rendah sehingga sebagian masyarakat mengalihkan fungsi jagung dan umbi-umbian lain dari makanan pokok menjadi makanan selingan.

Konsumsi beras sangat erat kaitannya dengan pendapatan masyarakat. Makin tinggi pendapatan, tingkat konsumsi beras juga semakin tinggi, kemudian pada tingkat pendapatan tertentu konsumsi beras masyarakat akan menurun. Bila pendapatan masyarakat Indonesia sudah cukup tinggi, diduga konsumsi beras akan menurun secara nyata. Hukum Bennet menyatakan bahwa proporsi bahan pangan pokok berpati dalam konsumsi rumah tangga makin berkurang dengan meningkatnya pendapatan dan beralih ke pangan yang berkalori lebih mahal.

Hal ini terlihat dari data pada Tabel 3., masyarakat dengan pengeluaran per kapita sebulan <Rp100.000,00 cenderung mengonsumsi umbi-umbian sebagai kelompok pangan sumber karbohidrat. Konsumsi kelompok pangan padi-padian oleh kelompok masyarakat dengan pengeluaran per kapita sebesar Rp100.000,00-Rp199.999,00 cenderung menurun. Namun konsumsi kelompok pangan padi-padian oleh kelompok masyarakat dengan pengeluaran per kapita sebesar Rp200.000,00-Rp749.999,00 cenderung mengalami peningkatan. Konsumsi kelompok pangan padi-padian oleh kelompok masyarakat dengan pengeluaran per kapita sebesar Rp200.000,00-Rp749.999,00 diduga bersumber dari terigu dan produk olahan terigu seperti mie, pasta, dan roti. Konsumsi kelompok pangan padi-padian oleh kelompok masyarakat dengan pengeluaran per kapita sebesar Rp750.000,00 – >Rp1.000.000,00 cenderung mengalami penurunan.

Penurunan Konsumsi kelompok pangan padi-padian oleh kelompok masyarakat dengan pengeluaran per kapita sebesar Rp750.000,00 –

38 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

>Rp1.000.000,00 disebabkan oleh peningkatan alokasi pengeluaran untuk kelompok makanan buah-buahan dan meningkatnya kesadaran kelompok masyarakat ini mengenai pengaruh konsumsi karbohidrat berlebih terhadap kesehatan. Kesadaran sebagian kelompok masyarakat bahwa konsumsi kelompok pangan sumber karbohidrat dapat menyebabkan kelebihan berat badan dan obesitas yang akan meningkatkan risiko terjangkitnya penyakit diabetes dan kardiovaskuler seperti jantung koroner, stroke, dan kanker (WHO, 2000).

Tabel 3.
Pengeluaran Kelompok Makanan berdasarkan Golongan Pengeluaran Per Kapita Sebulan Tahun 2013 - 2014

Kelompok Makanan	Golongan Pengeluaran per Kapita Sebulan (rupiah)																							
	Kurang dari 100 000			100 000- 149 999			150 000- 199 999			200 000- 299 999			300 000- 499 999			500 000- 749 999			750 000- 999 999			1 000 000 dan lebih		
	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih	2013	2014	Selisih
Padi-padian	35292	25714	-9578	42480	40441	-2039	46280	46115	-165	49719	50957	1238	53801	55361	1560	62179	63701	1522	66653	67471	818	66014	66330	316
Umbi-umbian	2531	18214	15683	2770	3165	395	3024	3155	131	2363	2482	119	2735	2868	133	3161	3455	294	3792	4193	401	4349	5096	747
lkan	5158	9643	4485	7204	7861	657	8779	8808	29	12770	13108	338	20281	21499	1218	30037	31342	1305	41008	41555	547	53178	56039	2861
Daging	-	-	-	193	574	381	1027	1161	134	2308	2734	426	5783	5959	176	12339	12247	-92	20951	20292	-659	36985	37631	646
Telur dan susu	189	-	-	1476	2287	811	3270	3239	-31	6231	6241	10	11353	11642	289	20062	20544	482	31432	30362	-1070	55247	55617	370
Sayur-sayuran	5239	-	-	10129	9819	-310	13514	12707	-807	18523	17341	-1182	25827	23733	-2094	33634	31404	-2230	40907	37551	-3356	48353	43092	-5261
Kacang-kacangan	935	-	-	3049	3029	-20	4045	4571	526	6116	6507	391	8123	8316	193	10235	10992	757	11635	12675	1040	14014	14100	86
Buah-buahan	1385	-	-	2059	1895	-164	2974	2870	-104	4756	5201	445	8600	9153	553	15363	15860	497	23193	24474	1281	42235	45678	3443
Minyak dan lemak	2339	3214	875	4216	4747	531	5441	5640	199	7506	7583	77	10120	10920	800	12432	13266	834	14592	15214	622	16532	16960	428
Bahan minuman	1258	17143	15885	4803	4656	-147	6416	6241	-175	8207	8131	-76	11004	10485	-519	14601	14034	-567	17240	16753	-487	20603	19313	-1290
Bumbu-bumbuan	1174	3214	2040	2131	2214	83	2701	2895	194	4026	4018	-8	5653	5760	107	7250	7721	471	8707	9287	580	10719	10752	33
Konsumsi lainnya	94	-	-	1488	2038	550	2338	2845	507	3790	3902	112	5438	5434	-4	7914	8119	205	9996	10127	131	12911	12351	-560
Makanan dan minuman jadi	4260	-	-	6470	7992	1522	13374	13159	-215	24850	25447	597	48754	49852	1098	82797	84626	1829	118650	125790	7140	251456	252050	594
Tembakau dan sirih	4506	-	-	7020	6366	-654	10787	10158	-629	19045	18825	-220	32215	33094	879	50450	53009	2559	64297	68408	4111	77029	79571	2542

Sumber : Badan pusat Statistik (2016)

Penurunan pengeluaran untuk kelompok padi-padian dan umbi-umbian, berbanding terbalik dengan pengeluaran untuk kelompok pangan sumber protein seperti ikan, daging, susu dan telur. Ikan merupakan kelompok pangan sumber protein yang banyak dipilih oleh sebagian besar masyarakat, baik di perkotaan maupun perdesaan. Peningkatan konsumsi ikan pada tahun 2013-2014 terjadi di seluruh golongan pengeluaran per kapita mulai dari golongan pengeluaran per kapita <Rp100.000,00/bulan hingga >Rp1.000.000,00/bulan. Hal ini sejalan dengan pencanangan Gerakan Memasyarakatkan Makan Ikan (Gemarikan) oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Peningkatan pengeluaran untuk kelompok makanan daging terjadi pada golongan pengeluaran per kapita mulai dari Rp 100.000,00-Rp 149.999,00; Rp200.000,00-Rp299.000,00; dan Rp300.000,00-Rp499.000,00. Penurunan konsumsi daging justru terjadi pada golongan pengeluaran per kapita Rp500.000,00-Rp749.000,00. Namun penurunan ini diimbangi dengan peningkatan konsumsi protein dari kelompok makanan ikan, telur dan susu.

Hal yang menarik untuk dicermati adalah konsumsi kelompok makanan untuk masyarakat dengan golongan pengeluaran per kapita Rp750.000,00-Rp999.999,00. Golongan ini mengalami penurunan konsumsi daging, telur dan susu, serta sayur-sayuran, namun pengeluarannya lebih banyak dialokasikan untuk kelompok makanan kacang-kacangan, buah-buahan, makanan dan minuman jadi. Hal ini menunjukkan masyarakat dengan tingkat pengeluaran per kapita Rp750.000,00-Rp999.999,00 memiliki kecenderungan untuk berpola hidup praktis. Mereka lebih banyak membelanjakan pendapatannya untuk mengonsumsi makanan dan minuman jadi. Sebagai perimbangannya, mereka mengonsumsi lebih banyak buah-buahan dan kacang-kacangan sebagai sumber serat, vitamin, dan mineral.

Peningkatan konsumsi makanan dan minuman jadi ini sejalan dengan salah satu fenomena gaya hidup masyarakat perkotaan yaitu makan di luar rumah (*eating out*) yang mengakibatkan menjamurnya restoran, *cafe*, *foodcourt*, warung makan yang terdapat di pusat perbelanjaan, di sekitar perkantoran, sekolah, kampus, dan permukiman. Potensi berkembangnya budaya makan makanan dan minuman siap saji di luar rumah ini disebabkan antara lain oleh keterbatasan waktu yang dimiliki untuk menyiapkan makanan dan minuman dari rumah, peningkatan persentase ibu bekerja di rumah dan di luar rumah, jarak rumah dan lokasi bekerja/sekolah yang

semakin jauh, serta kepadatan lalu lintas sehingga meningkatkan waktu tempuh perjalanan dari rumah ke sekolah/kantor. Berbagai penyebab/keterbatasan tersebut diikuti dengan peningkatan pendapatan keluarga, sehingga mereka memiliki kemampuan untuk membeli dan menyantap makanan dan minuman siap saji (Mufidah, 2012).

Pola konsumsi masyarakat dengan golongan pengeluaran per kapita sebulan > Rp1.000.000,00 mengonsumsi lebih banyak kelompok makanan ikan, daging, telur dan susu, sayur-sayuran, buah-buahan serta makanan dan minuman jadi. Golongan pengeluaran per kapita sebulan > Rp1.000.000,00 lebih banyak membelanjakan pendapatannya untuk konsumsi non makanan seperti perumahan, aneka barang dan jasa, biaya pendidikan, dan biaya kesehatan. Perubahan pola konsumsi golongan ini sejalan dengan Hukum Bennet yang menyatakan bahwa proporsi bahan pangan pokok berpati dalam konsumsi rumah tangga makin berkurang dengan meningkatnya pendapatan dan beralih ke pangan yang berkalori lebih mahal seperti pangan sumber protein, lemak, serat, vitamin, dan mineral. Semakin tinggi alokasi pengeluaran untuk biaya kesehatan seperti asuransi kesehatan, maka semakin tinggi pula kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi makanan sehat. Hal ini dikarenakan semakin besar alokasi biaya kesehatan menunjukkan semakin besar kesadaran masyarakat untuk menjaga kesehatan melalui pola hidup dan pola makan sehat.

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2013, rata-rata kecukupan energi dan protein nasional adalah 2150 kkal dan 57 g per orang per hari dengan protein hewani sebesar 25%. Angka ini sedikit berbeda dari AKG Tahun 1998 yaitu rata-rata kecukupan energi dan protein nasional adalah 2200 kkal dan 48 g per orang per hari. Pemerintah menghendaki adanya peningkatan konsumsi protein sebagai salah satu sumber energi oleh masyarakat karena protein merupakan salah satu makronutrisi yang berperan penting dalam pembentukan biomolekul tubuh. Protein sering disebut sebagai zat pembangun tubuh karena kecukupan kebutuhan protein pada manusia akan membantu tercapainya proses tumbuh kembang yang sempurna sesuai dengan usianya. Kekurangan energi protein dapat menurunkan kecerdasan, menghambat pertumbuhan tubuh, metabolisme dan kerontokan/perubahan warna rambut serta kekusaman pada kulit. Hasil penelitian Almatsier (2002) menunjukkan bahwa anak-anak yang berasal dari tingkat sosial ekonomi menengah ke atas rata-rata lebih tinggi daripada anak-anak yang berasal dari keadaan ekonomi rendah karena konsumsi

protein anak-anak sosial ekonomi menengah ke atas lebih terpenuhi nilai gizinya.

Kekurangan Energi Protein (KEP) merupakan salah satu masalah gizi utama yang dihadapi masyarakat, baik di perkotaan maupun perdesaan. Konsumsi beberapa bahan makanan sumber protein per kapita seminggu dari BPS ditampilkan pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Konsumsi Rata Rata per Kapita Seminggu Beberapa Bahan Makanan Sumber Protein (2011-2014)

Jenis Bahan Makanan	Satuan	2011	2012	2013	2014	Rerata Konsumsi per Kapita Perhari
Ikan dan udang segar ¹	kg	0,282	0,259	0,263	0,274	0,039
Ikan dan udang diawetkan	ons	0,486	0,471	0,431	0,429	0,061
Daging sapi/kerbau	kg	0,009	0,007	0,005	0,005	0,001
Daging ayam ras/kampung	kg	0,083	0,076	0,078	0,086	0,012
Telur ayam ras/kampung ²	kg	0,199	0,178	0,169	0,171	0,024
Telur itik/manila/asin	butir	0,080	0,068	0,055	0,047	0,007
Kacang kedelai	kg	0,001	0,001	0,001	0	0,000
Tahu	kg	0,142	0,134	0,135	0,136	0,019
Tempe	kg	0,140	0,136	0,136	0,133	0,019

Sumber: Badan Pusat Statistik (2016)

Catatan :

¹ Ikan segar meliputi ikan darat, laut, dan udang

² Satu butir telur ayam kampung diperkirakan beratnya sebesar 0,05 kg

Berdasarkan data konsumsi pada Tabel 4. terlihat bahwa konsumsi bahan makanan sumber protein oleh masyarakat masih cukup rendah, dibandingkan konsumsi beras lokal/ketan yang mencapai 1,626 kg per kapita seminggu pada tahun 2014. Apabila direrata, konsumsi protein hewani berdasarkan Tabel 4 sebesar 24,095 g per kapita per hari. Nilai konsumsi ini masih di bawah AKG tahun 2013 yang mensyaratkan 57 gr per orang per hari, walaupun ada kecenderungan peningkatan konsumsi protein dari tahun 2011–2014. Kekurangan energi protein dapat dialami oleh semua kelompok usia masyarakat mulai dari balita, anak usia sekolah, dan usia produktif. Kekurangan energi protein pada suatu kelompok usia masyarakat

yang lebih rendah akan mempengaruhi status gizi pada periode siklus kehidupan selanjutnya (*intergeneration impact*).

Tingkat konsumsi makanan ditentukan oleh kualitas serta ragam hidangannya. Konsumsi yang kurang baik kualitasnya akan memberikan kondisi kesehatan dan gizi yang tidak seimbang sehingga muncul berbagai penyakit, diantaranya penyakit gizi lebih (obesitas), penyakit gizi kurang, penyakit metabolik bawaan, dan penyakit keracunan makanan (Sediaoetama, 2004). Masalah gizi ganda (*double burden*) merupakan masalah yang dihadapi masyarakat perkotaan di usia produktif. Masalah gizi ganda adalah terjadinya Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada masyarakat usia produktif (15 – 49 tahun) yang ditandai dengan proporsi LILA <23.5 cm dan Indeks Masa Tubuh < 18,5, dan masalah kegemukan (IMT >25) bahkan obesitas (IMT >27) juga dijumpai pada usia produktif. Hasil survei yang dilakukan di 27 ibu kota provinsi pada tahun 1996/1997 menunjukkan bahwa dua masalah gizi ini sudah terlihat dengan jelas. Terdapat kecenderungan peningkatan masalah gizi ganda (*double burden*) pada masyarakat perkotaan kelompok usia produktif. Hal ini merupakan dampak dari perubahan gaya hidup yang berkaitan dengan pola makan dan aktivitas olah raga.

Kegiatan konsumsi untuk pangan yang berlebihan dan tidak sesuai dengan kebutuhan energi tubuh akan mengakibatkan masalah kegemukan atau obesitas. Kecenderungan terjadinya kegemukan atau obesitas di masyarakat ini terlihat dari kecenderungan peningkatan prevalensi obesitas di usia produktif. Kecenderungan peningkatan kejadian kegemukan atau obesitas terlihat baik di wilayah perkotaan, wilayah kumuh perkotaan bahkan perdesaan. Walaupun kecenderungan prevalensi kegemukan atau obesitas di wilayah perdesaan lebih rendah dibandingkan wilayah kumuh di perkotaan.

Prevalensi kegemukan atau obesitas di wilayah perkotaan yang cenderung meningkat disebabkan karena adanya ketidakseimbangan antara energi yang masuk dengan energi yang keluar dan merupakan akumulasi simpanan energi yang berubah menjadi lemak (Pritasari, 2006). Hasil penelitian Dwiningsih dan Pramono (2013) menunjukkan prevalensi kelebihan berat badan remaja di wilayah perkotaan lebih tinggi dari remaja di wilayah perdesaan. Jenis kelamin tampaknya ikut berperan terhadap prevalensi gizi lebih atau kegemukan atau obesitas (Sasmito, 2015). Gizi lebih yang dapat mengakibatkan kegemukan lebih umum dijumpai pada

44 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

wanita terutama setelah kehamilan dan pada saat menopause. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengaruh faktor endokrin atau perubahan hormonal pada saat kehamilan dan menopause (Misnadiarly, 2007). Semakin tinggi usia seseorang, semakin baik status gizinya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Misnadiarly (2007) bahwa terjadinya gizi lebih dapat dipengaruhi oleh faktor umur dan jenis kelamin.

Energi dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan, perkembangan, aktivitas otot, fungsi metabolis lainnya (menjaga suhu tubuh, menyimpan lemak tubuh), dan untuk memperbaiki kerusakan jaringan dan tulang disebabkan oleh karena sakit dan cedera. Kebutuhan energi bervariasi tergantung aktivitas fisik (Almatsier, 2004). Setiap orang dianjurkan makan makanan yang cukup mengandung energi, agar dapat hidup dan dapat melaksanakan kegiatan sehari-hari. Kecukupan energi dapat dipenuhi dengan mengonsumsi makanan sumber karbohidrat, protein dan lemak. Kecukupan energi seseorang ditandai oleh berat badan yang normal/ideal. Tingkat konsumsi energi adalah konsumsi pangan yang dikonsumsi selama 24 jam terakhir lalu di konversi menjadi kalori atau energi atau angka kecukupan gizi per hari setiap orang (Harianti, kalsum, & Mahyuni, 2012). Berdasarkan hasil penelitian Sutriani dan Ngadiarti (2013) yang melakukan analisis data sekunder Riskesdas 2010, menunjukkan bahwa rata-rata asupan energi anak remaja usia 13-18 tahun di Pulau Jawa sebesar $2352 \pm 1,79$ kkal, protein $74,99 \pm 27,66$ g, lemak $88,4 \pm 3,41$ g, karbohidrat $315,4 \pm 93,73$ g, dan serat $10,08 \pm 5,65$ g.

Ritme hidup masyarakat perkotaan yang memiliki banyak aktivitas di dalam ruangan daripada di luar ruangan dan relatif lebih "*mobile*" dibandingkan masyarakat perdesaan. "*Mobile*" dalam hal ini masyarakat perkotaan cenderung lebih banyak beraktivitas di beberapa tempat dalam satu hari. Artinya masyarakat perkotaan lebih banyak menghabiskan waktu dalam satu hari di beberapa tempat. Namun dari satu tempat ke tempat lainnya, masyarakat perkotaan sangat dimanjakan oleh beragam fasilitas transportasi yang mudah dan nyaman, seperti mobil pribadi, ojek, beragam moda transportasi online yang mudah, murah dan cepat pemesanannya, angkutan umum, bis, dan lain-lain. Kemudahan dan ketersediaan beragam sarana transportasi ini menguntungkan antara lain karena mudah mendapatkan, mempercepat jarak tempuh, efisiensi waktu dan tenaga.

Semakin panjangnya waktu tempuh dari lokasi tempat tinggal ke kantor atau sekolah menjadikan masyarakat perkotaan harus meluangkan lebih banyak waktu untuk perjalanan. Konsekuensi yang harus dihadapi adalah

memulai aktivitas sehari-hari lebih awal dan tiba kembali di rumah lebih larut/malam. Hal ini mengurangi waktu untuk berolahraga dan beraktivitas fisik yang cukup untuk membakar kalori.

Menjamurnya bisnis kuliner yang menawarkan beragam makanan baik makanan tradisional maupun internasional sebagai jawaban atas kebutuhan masyarakat perkotaan yang serba cepat dan instan. Saat ini dengan kesibukan yang luar biasa pada masing-masing anggota keluarganya terutama yang memiliki ibu pekerja, maka acara makan seringkali dilakukan sendiri-sendiri dan jarang dilakukan di rumah. Bila 10 tahun-an yang lalu, makan di rumah merupakan saat untuk berkumpul bersama dengan keluarga, maka saat ini kebiasaan tersebut sudah mulai berubah yaitu para anggota keluarga berkumpul di suatu tempat makan tertentu hanya untuk sekedar makan bersama. Makan di suatu tempat juga menjadi sarana berkumpul dan bersosialisasi. Bahkan saat ini acara-acara seperti rapat, arisan, pernikahan, ulang tahun dan sekedar untuk berkumpul dengan kerabat atau teman pun sering juga diadakan di restoran, pusat jajanan/kuliner dengan harapan akan tercipta suasana yang santai dan menghindari adanya kesan formal.

Kebiasaan makan di luar rumah (*eating out*) merupakan solusi untuk mengatasi kebutuhan konsumsi bagi para keluarga khususnya yang memiliki ibu pekerja, selain dapat membina hubungan yang merupakan kunci dari hubungan sosial. Kebiasaan makan di luar rumah bukan hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhan, namun bisa dijadikan sebagai gaya hidup. Oleh sebab itu, saat ini makan di luar rumah menjadi salah satu pilihan bagi masyarakat perkotaan yang sibuk dengan aktivitasnya sehingga tidak sempat memasak dan hampir tidak memiliki waktu untuk makan dan berkumpul bersama dengan keluarganya. Makna dan makanan bagi masyarakat perkotaan mulai berubah, tidak hanya sebagai sumber energi untuk memenuhi kebutuhan hidup agar mampu bertahan hidup, namun lebih untuk mempertimbangkan kepuasan atau kesenangan demi menjaga gengsi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Foster (1986) bahwa makanan dapat merupakan gambaran dari identitas diri yang memakannya. Selain itu, orang akan merasa sangat bahagia dan tenteram apabila dapat makan bersama dengan orang-orang terdekatnya dan orang-orang yang disayangnya sekalipun seperti keluarganya, pacarnya bahkan masyarakat sekitarnya sekalipun.

Perilaku konsumtif yang dilakukan oleh masyarakat perkotaan saat ini tidak lagi mempertimbangkan fungsi atau kegunaan dari suatu barang yang dibeli lagi tetapi mereka lebih mempertimbangkan gengsi yang melekat pada barang tersebut. Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (Rosyid dan Lina, 1997) memberikan batasan mengenai perilaku konsumtif, yakni kecenderungan seseorang untuk mengkonsumsi barang tanpa batas dan lebih mementingkan keinginan semata daripada kebutuhan.

Unsur-unsur budaya konsumen yang berlaku di masyarakat perkotaan saat ini menurut Evers dalam Palmolina (1999) antara lain: (1) sering diberi ciri materialistik dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk mengungkapkan kemiskinan rohani dan tindakan hedonisme; (2) budaya yang melatarbelakangi kehidupan konsumen berperan penting. Oleh sebab itu, dalam budaya konsumen gaya hidup mendapat kedudukan yang istimewa, karena selalu berusaha mencari mode, gaya, serta kesan yang baru.

Makanan siap saji memperoleh kedudukan atau tempat pada segmentasi tertentu pada masyarakat kota yaitu masyarakat kelas menengah ke atas tetapi kenyataannya saat ini, tidak hanya masyarakat kelas menengah ke atas saja yang bisa menikmati *fastfood* dan makan di luar rumah bahkan masyarakat dari golongan menengah dan menengah ke bawah pun bisa menikmatinya. Beragam *franchise* makanan asing dan lokal, menawarkan berbagai varian makanan dan minuman.

Sejatinya, pertumbuhan bisnis *franchise* makanan membuka peluang usaha bagi masyarakat perkotaan namun disisi lain mengakibatkan adanya kecenderungan penyeragaman selera makanan. Hal ini kurang menguntungkan bagi perkembangan ketahanan pangan di tingkat keluarga dan masyarakat. Semakin seragam makanan yang dikonsumsi suatu masyarakat, semakin rendah tingkat ketahanan pangannya, karena jika terjadi hal-hal di luar rencana yang mengakibatkan makanan yang biasa dikonsumsi tidak tersedia, maka masyarakat akan lebih sulit beradaptasi karena sudah terbiasa dengan selera makanan yang seragam.

HUBUNGAN ANTARA POLA KONSUMSI MASYARAKAT DENGAN KESEHATAN

Makanan yang disajikan cepat dan proses pengolahannya dalam jumlah massal seringkali kurang seimbang mutu gizinya. Hasil penelitian Badjeber,

Kapantaouw, dan Punuh (2009) menunjukkan bahwa jenis makanan cepat saji seperti ayam goreng, pizza, perkedel, kentang goreng, *cake/bakery product*, hot dog, hamburger, pisang goreng dan minuman bersoda (*soft drink*) mengandung energi, kolesterol, dan garam yang sangat tinggi serta miskin serat makanan. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian Virgianto dan Purwaningsih (2006) bahwa perkembangan industri pangan, salah satunya adalah *fast food* merupakan salah satu faktor risiko terjadinya prevalensi obesitas. Pada Tabel 5. disajikan kandungan energi dan gizi beberapa jenis makanan siap saji yang digemari masyarakat perkotaan.

Tabel 5.
Kandungan Energi dan Gizi Beberapa Jenis Makanan di Restoran Siap Saji

No	Menu	Ukuran Saji	Energi		Lemak	Protein	Karbohidrat	Sodium	Rincian Kalori
			kJ	kcal	gr	gr	gr	mg	
1	Bubur Ayam	279 gr/saji	808	193	4.9	6	29.8		24% lemak, 64% karbohidrat, 13% protein
2	Kentang Goreng (ukuran kecil)	75 gr/saji	962	230	11	3	29	160	44% lemak, 51% karbohidrat, 5% protein
3	Kentang Goreng (ukuran besar)		1561	373	17.6 (2.1 g lemak jenuh, 0.2 g lemak trans, 0 mg kolesterol)	4.1	48.7 (4.1 g serat)	280	43% lemak, 53% karbohidrat, 4% protein
4	Burger Ayam		1506	360	16 (35 mg kolesterol)	14	30		45% lemak, 38% karbohidrat, 18% protein
5	Es Krim	285 gr/saji	2176	520	17 (9 g lemak jenuh, 0.5 g lemak trans, 45 mg kolesterol)	12	80 (1 g serat, 64 g gula)	260	29% lemak, 61% karbohidrat, 9% protein

No	Menu	Ukuran Saji	Energi		Lemak	Protein	Karbohidrat	Sodium	Rincian Kalori
			kJ	kcal	gr	gr	gr	mg	
6	Hamburger	100 gr/saji	1004	240	8 (3 g lemak jenuh, 30 mg kolesterol)	12	31 (1 g serat, 6 g gula)	480	30% lemak, 51% karbohidrat, 20% protein
7	Burger Ikan		1418	339	14	13.8	39.9		37% lemak, 47% karbohidrat, 16% protein
8	Burger Daging dan Keju	114 g/saji	1255	300	12 (6 g lemak jenuh, 0.5 g lemak trans, 40 mg kolesterol)	15	33 (2 g serat, 7 g gula)	680	36% lemak, 44% karbohidrat, 20% protein
9	Burger Daging dengan Keju (II)	165 g/saji	1841	440	23 (11 g lemak jenuh, 80 mg kolesterol)	25	34 (2 g serat, 7 g gula)	1150	47% lemak, 31% karbohidrat, 23% protein
10	McSpicy Chicken		2448	585	26	23	65		40% lemak, 44% karbohidrat, 16% protein

Sumber: Fatsecret Indonesia (2016)

Berdasarkan Tabel 5., terlihat lemak dan karbohidrat mendominasi makanan cepat saji tersebut. Ketidak seimbangan antara asupan makanan dan penggunaan zat gizi yang terkandung untuk keperluan metabolisme tubuh akan mengganggu fungsi metabolisme tersebut. Kondisi ini merupakan titik mula timbulnya kelebihan gizi yang ditandai dengan kelebihan berat badan atau obesitas. Konsumsi lemak yang berlebih dan tidak sesuai dengan kebutuhan tubuh yang ditandai dengan kelebihan berat badan atau obesitas akan mengakibatkan masalah kesehatan lain seperti diabetes melitus, penyakit jantung koroner dan hipertensi, kanker, penyakit ginjal, dan penyakit hati yang dapat menyebabkan kematian. Masalah gizi berlebih erat hubungannya dengan penyakit dan penanganannya memerlukan tindakan yang komprehensif. Gizi berlebih yang ditandai

dengan obesitas merupakan peluang awal seseorang menderita hipertensi. Hal ini dikarenakan seseorang yang mengalami obesitas, jantungnya akan cenderung berdenyut lebih cepat untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Peningkatan kecepatan denyut jantung, peningkatan resistensi (tahanan) dari pembuluh darah tepi dan peningkatan volume aliran darah akan menyebabkan peningkatan tekanan darah/hipertensi. Hipertensi merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penyakit kardiovaskuler. Hipertensi perlu dicegah dan diobati dengan merubah pola makan menjadi pola makan sehat yang berpedoman pada aneka ragam makanan yang memenuhi gizi seimbang. Menurut Maria C. Linder, Ph.D dari California State University, Fullerton, CA, masih menjadi perdebatan kontroversi tentang pengaruh faktor diet dan cara hidup terhadap terjadinya aterosklerosis. Serat makanan, Mg dan beberapa mikronutrien seperti Cr, Cu mungkin penting dalam pencegahan jangka panjang atau memperlambat aterosklerosis. Selain itu konsumsi tinggi kolesterol dan lemak yang memicu terjadinya aterosklerosis.

Sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan sumber serat pangan yang sangat mudah ditemukan dalam bahan makanan. Akhir-akhir ini adanya perubahan pola konsumsi pangan di Indonesia menyebabkan berkurangnya konsumsi sayuran dan buah-buahan dan terjadinya pergeseran atau perubahan pola makan dari tinggi karbohidrat, tinggi serat dan rendah lemak ke pola konsumsi rendah karbohidrat dan rendah serat, tinggi lemak dan tinggi protein. Hal inilah yang menyebabkan tingginya kasus penyakit-penyakit seperti jantung koroner, kanker kolon, dan penyakit degeneratif lainnya di Indonesia.

Serat pangan, dikenal juga sebagai serat diet atau *dietary fiber*, merupakan bagian dari tumbuhan yang dapat dikonsumsi dan tersusun dari karbohidrat yang memiliki sifat resistan terhadap proses pencernaan dan penyerapan di usus halus manusia serta mengalami fermentasi sebagian atau keseluruhan di usus besar (Fungsi utama serat, 2010). Muchtadi (2001); Silalahi dan Hutagalung (2010), menyebutkan bahwa serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Lebih lanjut Trowell *et al.* (1985); Herminingsih (2010); mendefinisikan serat pangan adalah sisa dari dinding sel tumbuhan yang tidak terhidrolisis atau tercerna oleh enzim pencernaan manusia yaitu meliputi hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum, dan lapisan lilin. Sedangkan Meyer (2004) dalam Santoso (2011) mendefinisikan

serat sebagai bagian integral dari bahan pangan yang dikonsumsi sehari-hari dengan sumber utama dari tanaman, sayur-sayuran, sereal, buah-buahan, kacang-kacangan. Berdasarkan kelarutannya serat pangan terbagi menjadi dua yaitu serat pangan yang terlarut dan tidak terlarut. Didasarkan pada fungsinya di dalam tanaman, serat dibagi menjadi 3 fraksi utama, yaitu (a) polisakarida struktural yang terdapat pada dinding sel, yaitu selulosa, hemiselulosa dan substansi pektat; (b) non-polisakarida struktural yang sebagian besar terdiri atas lignin; dan (c) polisakarida non-struktural, yaitu gum dan agar-agar (Kusnandar, 2010).

Komposisi kimia serat pangan bervariasi tergantung dari komposisi dinding sel tanaman penghasilnya. Pada dasarnya komponen-komponen dinding sel tanaman terdiri atas selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, mucilage yang kesemuanya termasuk dalam serat pangan. Serat pangan terbagi menjadi dua kelompok, yaitu: (1) Serat pangan larut (*soluble dietary fiber*), yang termasuk dalam serat ini adalah pektin dan gum merupakan bagian dalam dari sel pangan nabati. Serat ini banyak terdapat pada buah dan sayur, dan (2) Serat tidak larut (*insoluble dietary fiber*). Yang termasuk dalam serat ini adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin, yang banyak ditemukan pada sereal, kacang-kacangan dan sayuran. Sayur-sayuran dan buah-buahan adalah sumber serat pangan yang sangat mudah ditemukan dalam bahan makanan. Sayuran dapat dikonsumsi dalam bentuk mentah maupun setelah melalui proses perebusan.

Beberapa manfaat serat pangan untuk kesehatan berdasarkan hasil penelitian Nainggolan dan Adimunca (2005); Koswara, S. (2009); Tensiska (2008); Silalahi & Hutagalung (2010); Fungsi utama serat (2010); Lima manfaat (serat pangan) daun pepaya (2010); Herminingsih (2010) adalah: (1) mengontrol berat badan, (2) menanggulangi diabetes dan membantu mengontrol gula darah pada penderita diabetes, (3) mencegah gangguan gastrointestinal, (4) mencegah kanker kolon, (5) mengurangi kadar kolesterol dan penyakit kardiovaskuler.

Serat pangan memiliki sifat mampu menahan air dan membentuk cairan kental dalam saluran pencernaan, sehingga makanan yang kaya akan serat pangan akan dicerna lebih lama dalam lambung, mampu menarik air dan memberi rasa kenyang lebih lama sehingga mencegah seseorang mengonsumsi makanan secara berlebihan. Makanan yang mengandung serat kasar tinggi umumnya mengandung kalori, kadar gula dan kadar lemak yang rendah sehingga dapat mengurangi prevalensi kelebihan berat badan atau

obesitas. Selain mampu menyerap air, serat pangan juga mampu mengikat glukosa sehingga mengurangi ketersediaan glukosa. Diet cukup serat akan menyebabkan terbentuknya kompleks karbohidrat dan serat sehingga daya cerna karbohidrat berkurang. Keadaan ini mampu menekan atau mengontrol kenaikan gula darah sehingga menguntungkan bagi penderita diabetes dan mencegah terjangkitnya seseorang terkena diabetes.

Konsumsi serat pangan yang cukup, akan memberi bentuk, meningkatkan air dalam feses menghasilkan feces yang lembut dan tidak keras sehingga hanya dengan kontraksi otot yang rendah feces dapat dikeluarkan dengan lancar. Hal ini berdampak pada fungsi gastrointestinal lebih baik dan sehat. Serat pangan juga diketahui berpotensi mencegah kanker kolon (usus besar). Beberapa hipotesis yang mengemuka tentang mekanisme serat pangan mampu mencegah kanker usus besar karena konsumsi serat pangan tinggi maka akan mengurangi waktu transit makanan dalam usus lebih pendek, serat pangan mempengaruhi mikroflora usus sehingga senyawa karsinogen tidak terbentuk, serat pangan bersifat mengikat air sehingga konsentrasi senyawa karsinogen menjadi lebih rendah.

Serat pangan larut air menjerat lemak di dalam usus halus sehingga serat dapat menurunkan tingkat kolesterol dalam darah sampai 5% atau lebih. Di dalam saluran pencernaan, serat dapat mengikat garam empedu (produk akhir kolesterol) untuk dikeluarkan bersamaan dengan feses. Dengan demikian serat pangan mampu mengurangi kadar kolesterol dalam plasma darah sehingga diduga akan mengurangi dan mencegah risiko penyakit kardiovaskuler.

Di samping memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi kesehatan, serat pangan diketahui juga memberikan pengaruh yang merugikan. Adapun pengaruh yang merugikan serat pangan dilaporkan Leveille (1977) dan Espinosa-Nava (1982) dalam Muchtadi (2001); yaitu sebagai penyebab ketidaktersediaan (*unavailability*) beberapa zat gizi seperti vitamin-vitamin larut dalam lemak (terutama vitamin D dan E), serta mempengaruhi aktivitas enzim-enzim protease. Dilaporkan Silalahi dan Hutagalung (2010) selain mengurangi absorpsi zat gizi juga menyebabkan flatulen, serat juga memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap penyerapan mineral dan dapat menyebabkan defisiensi mineral sehingga meningkatkan risiko osteoporosis pada orang usia lanjut (Tensiska, 2008).

Pola hidup sehat tetap harus dilakukan dan dijadikan kebiasaan baik oleh masyarakat perkotaan. Kesibukan bukan merupakan hambatan untuk hidup sehat dengan pola makanan sehat. Kita harus tetap beraktivitas fisik disela-sela kesibukan dan aktivitas yang padat, membiasakan diri berjalan kaki untuk melakukan mobilitas pada jarak pendek, mengurangi ketergantungan terhadap teknologi yang memudahkan hidup dan membuat kita malas bergerak. Kita juga harus mengonsumsi makanan dengan pola makan sehat melalui beberapa cara, antara lain menjaga asupan energi dari makanan yang dikonsumsi agar tetap berada dalam jumlah yang sesuai dengan Angka Kecukupan Gizi sehingga terhindar dari kelebihan berat badan dan risiko-risiko yang menyertainya. Selain itu, kita perlu memperhatikan higienitas makanan yang disantap, keseimbangan gizi yang mampu memenuhi kebutuhan dan kecukupan karbohidrat, lemak, protein, serat, vitamin, dan mineral. Membiasakan diri mengonsumsi serat pangan dalam jumlah yang cukup juga harus kita lakukan. Faktor penting lainnya adalah menumbuhkan budaya makan kudapan buah-buahan dan sayur-sayuran untuk mengurangi kudapan yang kaya karbohidrat dan gula serta mengurangi konsumsi gula dan minuman dalam kemasan.

KESIMPULAN

Berdasarkan paparan di atas dapat dikatakan bahwa pola konsumsi makanan ditentukan oleh kualitas serta ragam hidangannya. Pola konsumsi makanan yang tidak sesuai dengan kaidah sehat dapat mengakibatkan berbagai macam gangguan kesehatan seperti kekurangan gizi dan kelebihan gizi. Perubahan pola konsumsi masyarakat perkotaan yang bergeser dari pola konsumsi tinggi karbohidrat, tinggi serat dan rendah lemak ke pola konsumsi rendah karbohidrat dan rendah serat, tinggi lemak dan tinggi protein mengakibatkan terjadinya pergeseran pola penyakit infeksi menjadi penyakit degeneratif dan metabolik. Tumbuhnya kebiasaan makan di luar rumah (*eating out*) dan diikuti dengan menjamurnya restoran, cafe, *foodcourt*, warung makan yang terdapat di pusat perbelanjaan, disekitar perkantoran, sekolah, kampus, dan permukiman yang menyediakan beragam makanan dan minuman cepat saji meningkatkan laju perubahan pola konsumsi masyarakat perkotaan. Makanan dan minuman cepat saji umumnya mengandung energi, kolesterol, dan garam yang sangat tinggi serta miskin serat makanan. Ketersediaan berbagai fasilitas transportasi

yang memudahkan masyarakat perkotaan mendapatkan kebutuhan dan keinginannya akan makanan dan minuman cepat saji dan rendahnya aktivitas fisik, meningkatkan peluang terjadinya kelebihan asupan energi atau prevalensi kelebihan gizi dan obesitas.

Agar tetap dapat beraktivitas dengan tubuh sehat, masyarakat perkotaan harus memperhatikan kesesuaian asupan energi dan aktivitas fisik yang dilakukannya setiap hari, menjaga keseimbangan asupan karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan serat pangan di setiap makanan yang dikonsumsi serta membudayakan kudapan buah-buahan dan sayur-sayuran untuk mengurangi asupan makanan tinggi gula.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S., (2004). *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Badan Pusat Statistik. (2016). Persentase rata-rata pengeluaran per kapita sebulan di daerah perkotaan menurut Provinsi dan Kelompok Barang, 2007-2013. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/943>.
- Badjeber, F., Kapantouw, N.H., Punuh, M. (2009). Konsumsi *fast food* sebagai faktor risiko terjadinya gizi lebih pada siswa SD Negeri 11 Manado. Diunduh dari <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/78/74>.
- Dwiningsih & Pramono, A. (2013). Perbedaan asupan energi, protein, lemak, karbohidrat dan status gizi pada remaja yang tinggal di Wilayah Perkotaan dan Pedesaan (studi kasus di SMP Negeri 3 Semarang an SMP Negeri 3 Mojogedang). Artikel penelitian pada PS Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang. Diunduh dari http://eprints.undip.ac.id/39451/1/514_Dwiningsih_G2C006018.pdf.
- Fatsecret Indonesia. (2016). Informasi kalori dan gizi untuk produk populer dari McDonald's. Diunduh dari <http://www.fatsecret.co.id/kalori-gizi/mcdonalds>.
- Foster, G. (1986). *Financial statement analysis*. Second Edition. Prentice Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Fungsi Utama Serat. (2010). Diunduh dari <http://female.kompas.com>.
- Harianti, N.N., Kalsum, & Mahyuni, E.L (2012). Hubungan tingkat konsumsi energi dengan produktivitas kerja pekerja sortasi lansia di kebun Klambir V PTPN II tahun 2012. Diunduh dari <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=58495&val=4110>.

- Herminingsih, A. (2010). *Manfaat serat dalam menu makanan*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Kementerian Pertanian. (2015). Data statistik ketahanan pangan tahun 2014. Diunduh dari http://bkp.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/data_statistik_kp_2014_new.pdf.
- Koswara, S. (2009). Teknologi pembuatan yoghurt. Diunduh dari <http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/Teknologi-Pembuatan-Yoghurt.pdf>.
- Kusnandar, F. (2010). Mengenal serat pangan. Diunduh dari <http://itp.fateta.ipb.ac.id>.
- Lima Manfaat (Serat Pangan) Daun Pepaya. (2010). Diunduh dari <http://blog.khoulah-gency.com>
- Maxwell, S. & Smith, M. (2000). Household food security: a conceptual review. *International Food Policy Research Security*. Diunduh dari <https://www.ifad.org/documents/10180/e04a9e06-cd23-4fde-8108-1e1e8631b1aa>.
- Misnadiarly. (2007). *Obesitas sebagai faktor risiko beberapa penyakit*. Jakarta: Pustaka Obor Popular.
- Muchtadi, D. (2001). Sayuran sebagai sumber serat pangan untuk mencegah timbulnya penyakit degeneratif. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*, XII (1).
- Mufidah, N.L. (2012). Pola konsumsi masyarakat perkotaan: studi deskriptif pemanfaatan *foodcourt* oleh keluarga. *Biokultur*, 1 (2), 157-178.
- Nainggolan, O. & Adimunca, C. (2005). Diet sehat dengan serat. *Cermin dunia kedokteran*, (147), 43-46.

- Pakpahan, A., Saliem, H.P., & Suhartini, S.H. (1993). *Ketahanan pangan masyarakat berpendapatan rendah*. Monograph Series No. 14. Bogor: Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian.
- Palmolina, M. (1999). *Makna simbolis fastfood (studi kasus remaja pelanggan fastfood di Restoran Wendy's Gub. Suryo-Surabaya)*. Skripsi. Surabaya: FISIP UNAIR.
- Pritasari. (2006). *Hidup sehat gizi seimbang dalam siklus kehidupan manusia*. Jakarta: Primamedia Pustaka IKAPI.
- Rosyid & Lina. (1997). Perilaku konsumtif berdasarkan *locus of control* pada remaja putri. *Jurnal Psikologika* Ed. 4, Th. II, Yogyakarta: UGM.
- Santoso, A. (2011). Serat pangan (*dietary fiber*) dan manfaatnya bagi kesehatan. *Magistra* No. 75 Th. XXIII. Diunduh dari <http://journal.unwidha.ac.id/index.php/magistra/article/view/74/36>
- Sasmito, P.D. (2015). Hubungan asupan zat gizi makro (karbohidrat, protein, lemak) dengan kejadian obesitas pada remaja umur 13-15 tahun di Propinsi Dki Jakarta (analisis data sekunder Riskesdas 2010). *Nutrire Diaita*, 7 (1), 16-23.
- Sediaoetama, A.D. (2004). *Ilmu gizi untuk mahasiswa dan profesi*. Edisi kelima. Jakarta: Dian Rakyat.
- Silalahi, J. & Hutagalung, N. (2010). Komponen-komponen bioaktif dalam makanan dan pengaruhnya terhadap kesehatan. Jurusan Farmasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Diunduh dari <https://smk3ae.wordpress.com/2008/06/19/komponen%E2%80%93komponen-bioaktif-dalam-makanan-dan-pengaruhnya-terhadap-kesehatan/>.
- Sutriani, A & Ngadiarti, I. (2013). Hubungan antara asupan energi, protein, lemak, karbohidrat, serat dengan kejadian gizi lebih pada anak remaja usia 13-18 tahun di Pulau Jawa (analisis data sekunder Riskesdas 2010), *Nutrire Diaita*, 5 (2), p68-80.

- Tensiska. (2008). Serat makanan. Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran. Diunduh dari http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/05/serat_makanan_1.pdf
- Trowell, H., Burkitt, D., & Heaton, K. (1985). *Definitions of dietary fibre and fibre-depleted foods Dietary fibre-depleted foods and disease*. London: Academic Press pp. 21–30.
- Virgianto, G. & Purwaningsih, E. (2006). Konsumsi *fastfood* sebagai risiko terjadinya obesitas pada remaja usia 15-17 tahun. Diunduh dari http://eprints.undip.ac.id/1138/1/artikel_02.htm.
- WHO. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva.
- Wiranatakusumah, M.A. & Suhadjo (1991). *Pola pangan penduduk Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Bulog.

Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih, dan Produktivitas Kerja Masyarakat Perkotaan

Ila Fadila

PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan yang dikeluarkan Badan PBB Urusan Program Pembangunan (UNDP), sebagai negara berkembang, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Indonesia pada tahun 2015 mengalami kemajuan. Laporan tersebut menyatakan, bahwa nilai IPM Indonesia menempati peringkat ke 110 dari 187 negara, dengan nilai indeks 0,684. Jika dihitung sejak tahun 1980 hingga 2014, berarti IPM Indonesia mengalami kenaikan sebesar 44,3 persen. Dua dari empat indikator yang digunakan dalam pengukuran IPM adalah angka harapan hidup dan pendapatan nasional bruto per kapita di Indonesia. Tahun 2014, angka harapan hidup di Indonesia sebesar 68.9 tahun dan pendapatan nasional bruto per kapita 9,788 dolar Amerika per kapita. Sementara pada tahun 1980 masing-masing indikator tersebut yaitu angka harapan hidup adalah 60 tahun dan pendapatan nasional bruto adalah 3000 dolar Amerika per kapita (Wardah, 2015).

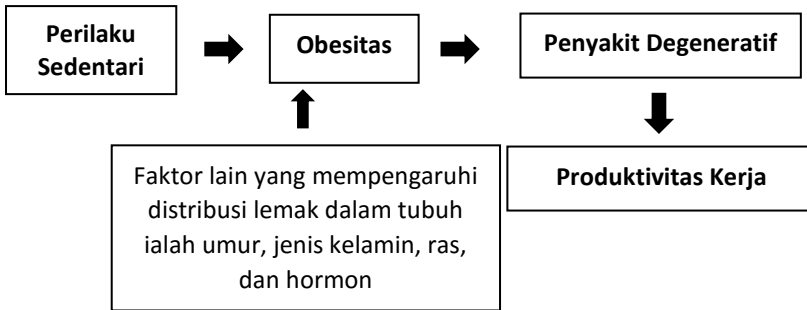
Peningkatan pendapatan nasional bruto per kapita dan angka harapan hidup di Indonesia ditambah pula dengan adanya kemajuan teknologi, jenis pekerjaan, hobi, fasilitas/kemudahan, kebiasaan dan kurang olah raga merupakan faktor-faktor risiko atau faktor pencetus terjadinya perubahan perilaku terutama dalam perilaku aktivitas fisik masyarakat yang semakin rendah (*sedentary activity*). Keadaan ini tentu berdampak pada kesehatan tubuh, apalagi terjadi dalam jangka waktu yang lama tentu akan menentukan produktivitas kerja seseorang.

Aktivitas atau perilaku sedentari adalah kebiasaan-kebiasaan dalam kehidupan seseorang yang tidak banyak melakukan aktivitas fisik atau tidak banyak melakukan gerakan. Dalam Laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013 yang diterbitkan Kementerian Kesehatan, sekitar tiga perempat (74 persen) penduduk Indonesia masih tergolong berkegiatan aktif. Namun demikian sebanyak 26 persen atau lebih sedikit dari seperempat penduduk Tanah Air kurang aktif secara fisik. Data Riskesdas

2013 juga menunjukkan proporsi penduduk kelompok umur 10 tahun keatas dengan perilaku aktivitas sedentari kurang dari tiga jam sebesar 33,9 persen penduduk. Sedangkan sedentari enam jam keatas per hari adalah 24,1 persen atau hampir satu dari empat penduduk. Perilaku sedentari dan perilaku gizi merupakan penyumbang utama akan terjadinya berbagai masalah gizi lebih di Indonesia.

Keadaan ini diduga makin meningkat di wilayah perkotaan, yang pendapatan masyarakatnya cenderung lebih besar, makanan serba instan, dan aktivitas atau mobilitasnya banyak ditunjang kemajuan/kemudahan fasilitas namun tidak mendukung aktivitas tubuh yang sehat. Kaitan berbagai masalah gizi lebih yang salah satunya akibat perilaku sedentari dengan berbagai penyakit degeneratif serta hubungannya dengan produktivitas kerja akan dibahas pada tulisan berikut ini.

Secara diagram hubungan perilaku sedentari dengan obesitas dan penyakit degeneratif serta produktivitas dapat dilihat pada Bagan 1. berikut.



Sumber : Tchernof & Despres (2013)

Bagan 1.
Relasi Perilaku Sedentari, Gizi Lebih dan Produktivitas Kerja

PERILAKU SEDENTARI

Perilaku sedentari tidaklah sama persis dengan kurangnya aktivitas fisik atau bukannya tidak berolahraga saja tetapi sedentari adalah segala aktivitas fisik yang di lakukan di luar waktu tidur, di mana postur duduk dan berbaring adalah yang paling sering atau paling dominan dan energi yang di

keluaran sangatlah rendah atau sedikit. Dengan berkembangnya teknologi dan segala sesuatu yang serba-instan seperti saat ini pola hidup masyarakat pun berubah. Di perkotaan, gedung perkantoran hingga pusat perbelanjaan modern menggunakan elevator atau eskalator yang nyaman tanpa banyak mengeluarkan keringat untuk memakainya. Jikapun masih tersedia tangga, hanya digunakan untuk keadaan darurat. Belum lagi perkembangan televisi berteknologi tinggi yang memanjakan pengguna, mulai teknologi *high definition* (HD) hingga tiga dimensi, membuat penonton televisi enggan beranjak dari depan layar canggih tersebut. Bahkan, televisi saat ini menyediakan fasilitas berselancar di internet yang dikenal dengan istilah *smart television* (televisi pintar). Teknologi yang memudahkan membuat manusia cenderung malas bergerak (Perilaku Sedentari Masyarakat, 2015).

Istilah perilaku sedentari semakin populer ketika dikaitkan dengan masalah kesehatan. Hal ini disebabkan karena perilaku sedentari dianggap sebagai faktor risiko terhadap berbagai masalah kesehatan populer seperti penyakit jantung dan stroke. Faktor risiko adalah hal-hal yang dapat meningkatkan kemungkinan seseorang menderita suatu penyakit. Perilaku sedentari juga merupakan faktor risiko terhadap berbagai masalah kelainan metabolisma; seperti: kolesterol tinggi, tekanan darah tinggi, diabetes, resistensi insulin, obesitas, dan sebagainya. Sebenarnya bila kita melakukan aktivitas fisik secara teratur bermanfaat untuk mengatur berat badan serta menguatkan sistem jantung dan pembuluh darah. Pada Riset Kesehatan Dasar tahun 2013 (Kementerian Kesehatan RI, 2013), dikumpulkan data frekuensi beraktivitas fisik dalam seminggu terakhir untuk penduduk umur >10 tahun. Aktivitas fisik berat adalah kegiatan yang secara terus menerus melakukan kegiatan fisik minimal 10 menit sampai meningkatnya denyut nadi dan napas lebih cepat dari biasanya (misalnya menimba air, mendaki gunung, lari cepat, menebang pohon, mencangkul, dll) selama minimal tiga hari dalam satu minggu dan total waktu beraktivitas ≥ 1500 MET minute. MET minute aktivitas fisik berat adalah lamanya waktu (menit) melakukan aktivitas dalam satu minggu dikalikan bobot sebesar 8 kalori. Aktivitas fisik sedang apabila melakukan aktivitas fisik sedang (menyapu, mengepel, dll) minimal lima hari atau lebih dengan total lamanya beraktivitas 150 menit dalam satu minggu. Selain dari dua kondisi tersebut termasuk dalam aktivitas fisik ringan Kriteria aktivitas fisik "aktif" adalah individu yang melakukan aktivitas fisik berat atau sedang atau keduanya, sedangkan kriteria 'kurang aktif' adalah individu yang tidak melakukan

62 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

aktivitas fisik sedang ataupun berat. Diperoleh data juga bahwa penduduk Bali merupakan propinsi dengan penduduk yang tergolong paling aktif. Sebanyak 85,8 persen masyarakat di Bali terbiasa berkegiatan fisik secara rutin dalam seminggu. Propinsi lain yang persentase penduduk aktifnya hampir sama adalah Kalimantan Selatan (80,2 persen) dan Bangka Belitung (80 persen). Sementara lima propinsi dengan proporsi penduduk sedentari ≥ 6 jam adalah Riau (39,1%), Maluku Utara (34,5%), Jawa Timur (33,9%), Jawa Barat (33,0%), dan Gorontalo (31,5%).

Sebelum penjelasan lebih lanjut, muncul pertanyaan mengapa orang menganut perilaku sedentari?, ternyata perilaku sedentari dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya sebagai berikut.

1. Jenis Pekerjaan: pekerjaan tertentu seperti programmer/peneliti/penulis membuat orang selalu duduk di depan komputer.



Sumber: Bahaya Obesitas dalam Gaya Hidup Sedentary (2016)

Gambar 1.
Jenis Pekerjaan yang Sebagian Besar Dilakukan dengan Posisi Duduk

2. Hobi/Kesenangan: misalnya menonton tv, main game membuat orang betah untuk duduk berjam-jam.



Sumber: Bahaya Obesitas dalam Gaya Hidup Sedentary (2016)

Gambar 2. Kegiatan Menonton TV

3. Fasilitas/kemudahan: dahulu untuk menaiki gedung yang bertingkat orang menggunakan tangga. Sekarang banyak orang yang tinggal atau bekerja di gedung bertingkat tidak perlu menaiki tangga satu-persatu karena ada lift.
4. Kebiasaan: misalnya orang pergi ke toko atau mini market hanya berjarak beberapa rumah dari tempat tinggalnya menggunakan mobil atau motor. Anak-anak pergi ke sekolah dengan diantar menggunakan kendaraan meskipun jaraknya dekat. Pekerjaan rumah tangga diserahkan kepada pembantu.



Sumber: Bahaya Obesitas Dalam Gaya Hidup Sedentary (2016)

Gambar 3.
Kebiasaan Melakukan Perjalanan dengan Berkendaraan Mobil

5. Kurang berolahraga: kurang berolahraga membuat aktivitas fisik menjadi kurang menyeluruh dan hal ini bisa jadi merupakan alasan yang paling tepat mengapa orang menganut pola hidup sedentari, karena keempat alasan sebelumnya di atas pada dasarnya dapat dimaklumi (Tim Olvista, 2011).



Sumber: Pradita (2015)

Gambar 4. Kegiatan Olah Raga Senam

Dari beberapa faktor risiko perilaku sedentari di atas, secara tidak langsung akan berhubungan dengan kejadian obesitas. Dengan demikian perilaku sedentari merupakan faktor risiko dari kejadian obesitas.

OBESITAS SEBAGAI SALAH SATU FAKTOR RISIKO GIZI LEBIH DAN PENYAKIT DEGENERATIF

Sebagian besar energi yang masuk melalui makanan pada semua usia, baik anak, remaja dan orang dewasa seharusnya digunakan untuk aktivitas fisik. Kurangnya aktivitas fisik menyebabkan banyak energi yang tersimpan sebagai lemak, sehingga orang-orang yang kurang melakukan aktivitas cenderung menjadi gemuk.

Kegemukan atau obesitas adalah suatu kondisi medis berupa kelebihan lemak tubuh yang terakumulasi sedemikian rupa sehingga menimbulkan dampak merugikan bagi kesehatan, yang kemudian menurunkan harapan hidup dan/atau meningkatkan masalah kesehatan. Seseorang dianggap menderita kegemukan (*obese*) bila indeks massa tubuh (IMT), yaitu ukuran yang diperoleh dari hasil pembagian berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter, lebih dari 30 kg/m². Kegemukan meningkatkan peluang terjadinya berbagai macam penyakit, khususnya penyakit jantung, diabetes tipe 2, apnea tidur obstruktif, kanker tertentu, osteoarthritis dan asma. Kegemukan sangat sering disebabkan oleh kombinasi antara asupan energi makanan yang berlebihan, kurangnya aktivitas fisik, dan kerentanan genetik, meskipun sebagian kecil kasus terutama disebabkan oleh gen, gangguan endokrin, obat-obatan atau penyakit psikiatri (Wikipedia, 2015).

Faktor- faktor lainnya yang mempengaruhi obesitas diantaranya yaitu faktor lingkungan seperti ketersediaan akses berupa transportasi, tempat tinggal, budaya setempat atau ras dan etnis merupakan beberapa dari sekian banyak faktor risiko yang secara langsung maupun tidak langsung dapat memicu terjadinya obesitas. Beberapa penelitian tentang obesitas di Indonesia umumnya masih di kalangan ibu rumah tangga dan di daerah perkotaan. Berbagai penyakit akibat masalah gizi lebih seperti obesitas dinamakan juga dengan sebutan penyakit tidak menular dan umumnya adalah penyakit degeneratif. Adapun penyakit *degeneratif* adalah penyakit yang menyebabkan terjadinya kerusakan atau penghancuran terhadap jaringan atau organ tubuh. Proses dari kerusakan ini dapat disebabkan oleh

penyakit yang mengiringi proses penuaan. maupun karena gaya hidup yang tidak sehat. Penyakit degeneratif dijelaskan juga merupakan suatu penyakit yang muncul akibat proses kemunduran fungsi sel tubuh yaitu dari keadaan normal menjadi lebih buruk. Ada sekitar 50 penyakit degeneratif, diantaranya penyakit kanker, hipertensi, jantung, diabetes, stroke dan atherosclerosis (Wikipedia, 2015).

Di dunia, angka kejadian penyakit degeneratif semakin meningkat terutama di negara-negara maju. Hal tersebut disebabkan oleh meningkatnya angka harapan hidup, gaya hidup tidak sehat, dan tingkat kesembuhan terhadap penyakit-penyakit infeksi semakin tinggi. Dulu, sebelum penemuan antibiotik angka kejadian dan angka kematian karena penyakit-penyakit infeksi masih tinggi. Di Indonesia, penyakit-penyakit degeneratif mulai menjadi perhatian karena meningkatnya angka kejadian dan angka kematian (Irawanti, 2014).

Hingga saat ini penyakit degeneratif masih menjadi penyakit penyebab kematian tertinggi di dunia. Penyakit ini banyak terjadi karena gaya hidup yang tidak sehat, terlebih bagi penduduk di kota-kota besar. Pada dasarnya faktor risiko penyakit degeneratif ini dibagi menjadi dua klasifikasi yaitu ada yang terkait dengan makanan dan bukan makanan. Faktor risiko makanan diantaranya adalah makanan yang berkaitan dengan makanan tinggi gula, lemak dan rendah serat atau rendah vitamin dan mineral., dan sangat tergantung pada komposisi menu makanan yang dikonsumsi. Adapun faktor risiko bukan makanan yaitu umur, genetik, stress, merokok, kontaminan lingkungan dan gaya hidup tidak aktif. Secara lebih rinci Tabel berikut menunjukkan faktor risiko makanan dan bukan makanan (faktor lainnya) yang berkaitan dengan penyakit degeneratif.

Tabel 1. Faktor Risiko yang Terkait Penyakit Degeneratif

Faktor Risiko	Kanker	Hipertensi	Diabetes (tipe 2)	Atherosclerosis	Obesitas	Stroke
Faktor Risiko Makanan						
Menu tinggi gula					√	
Menu tinggi makanan bergaram /asinan	√	√				
Menu tinggi asam lemak jenuh dan/atau trans	√	√	√	√	√	√

Faktor Risiko	Kanker	Hipertensi	Diabetes (tipe 2)	Atherosclerosis	Obesitas	Stroke
Menu rendah sayur, buah dan pangan kaya serat dan fitokimia	√		√	√	√	√
Menu rendah vitamin dan/atau mineral	√	√		√		
Asupan alkohol berlebihan	√	√		√	√	√
Faktor risiko lainnya						
Umur	√	√	√	√		√
Kontaminan lingkungan	√					
Genetik	√	√	√	√	√	√
Gaya hidup kurang aktif	√	√	√	√	√	√
Merokok	√	√		√		√
Stres		√		√		√

Sumber : Sizer and Whitney (2013)

Di Indonesia angka kematian masih cukup tinggi, 4 penyebab utama mayoritas adalah penyakit degeneratif, yaitu stroke, hipertensi, diabetes melitus, dan penyakit jantung. Berdasarkan wilayah perkotaan dan perdesaan ada perbedaan dalam pola penyebab kematian. Tiga penyebab utama kematian di perkotaan seluruhnya adalah penyakit degeneratif, lain halnya dengan di wilayah perdesaan tiga penyebab kematian bukan hanya penyakit tidak menular, namun juga disebabkan penyakit menular. Proporsi penyebab kematian pada umur di atas 5 tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Proporsi Penyebab Kematian pada Umur 5 tahun ke Atas Menurut Tipe Daerah

No.	Perkotaan	%	Perdesaan	%
1.	Stroke	19,4	Stroke	16,1
2.	Diabetes melitus	9,7	TB	9,1
3.	Hipertensi	7,5	Hipertensi	8,3
4.	TB	7,3	Penyakit saluran nafas bawah kronik	7,1
5.	Penyakit jantung iskemik	6,5	Tumor ganas	6,6
6.	Tumor ganas	5,8	Penyakit hati	6,0

No.	Perkotaan	%	Perdesaan	%
7.	Penyakit hati	5,5	Penyakit jantung iskemik	5,6
8.	NEC	5,3	NEC	5,4
9.	Penyakit jantung lain	5,1	Penyakit jantung lain	4,7
10.	Penyakit saluran nafas bawah kronik	4,7	Diabetes melitus	4,4

Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2008)

Dari data tabel di atas tampak jelas bahwa berbagai penyakit tidak menular semakin tinggi prevalensinya di Indonesia, tidak hanya di perkotaan melainkan juga di perdesaan. Masyarakat perkotaan banyak yang mengonsumsi makanan instan yang mengandung pengawet, tidak memiliki kandungan gizi yang cukup, mengandung lemak jenuh, dan MSG yang tinggi. Selain itu, polusi juga turut menjadi salah satu penyebabnya, dan yang masih sering dilakukan meskipun sudah tahu dampak buruknya adalah merokok. Rokok memiliki banyak kandungan berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit degeneratif juga menjadi penyebab terbesar terjadinya penyakit degeneratif adalah kegemukan atau obesitas. Makan dengan kandungan lemak jenuh dan kalori yang tinggi, serta aktivitas fisik yang rendah akan membuat seseorang kegemukan. Bila dibiarkan, cepat atau lambat akan menimbulkan penyakit degeneratif.

PENYAKIT DEGENERATIF YANG BANYAK DI DERITA PENDUDUK INDONESIA

Menurut Riskesdas 2013, beberapa penyakit degeneratif yang paling banyak diderita oleh penduduk di Indonesia adalah:

Hipertensi

Hipertensi masih menjadi penyakit dengan angka tertinggi di Indonesia. Berdasarkan Riskesdas 2013, penyakit hipertensi terjadi sebanyak 26,5 persen. Itu artinya satu dari sekitar 4 orang di Indonesia menderita penyakit hipertensi. Hipertensi bisa terjadi karena konsumsi lemak jenuh dan sodium yang berlebihan.

Stroke

Stroke juga menjadi penyebab utama kematian dengan angka 12,1 persen. Berarti setiap 121 orang yang meninggal di Indonesia, satu diantaranya karena stroke. Secara umum stroke biasanya menyerang orang di kisaran

usia di atas 45 tahun, namun tidak jarang juga dialami oleh orang di bawah usia tersebut. Yang dapat menyebabkan stroke diantaranya adalah merokok dan hal lain yang menyebabkan hipertensi.

Jantung Koroner

Pada kasus penyakit jantung koroner, data menyebutkan bahwa setiap 1000 penduduk, 36 orang diantaranya tewas akibat penyakit ini khususnya pada kisaran usia 65 – 74 tahun. Kebanyakan kasus penyakit jantung di Indonesia juga terjadi karena penderita tidak menyadari dirinya mengalami kelainan jantung sehingga ditemui meninggal mendadak. Penyakit jantung juga banyak disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat, seperti merokok, minum alkohol dan tidur tidak teratur.

Diabetes

Menurut data Perhimpunan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) dalam Data Prevalensi Penderita Diabetes di Indonesia (2015), saat ini sebanyak 9,1 juta penduduk Indonesia mengidap diabetes. Angka diabetes di Indonesia juga meningkat sebanyak 500 ribu orang setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan Indonesia berada pada posisi kelima dengan jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia. Diabetes disebabkan oleh konsumsi gula dan makanan cepat saji yang berlebihan. Selain itu minimnya aktivitas fisik juga bisa menjadi penyebabnya.

Kanker

Kanker juga menjadi satu penyakit yang patut diwaspadai. Menurut data Kementerian Kesehatan tahun 2012, di Indonesia prevalensi penyakit ini sebanyak 4,3 banding 1000 penduduk. Kanker juga banyak disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat.

Beberapa penyakit tidak menular yang dapat dilihat kecenderungan dari tahun 2007 ke tahun 2013 adalah prevalensi DM, prevalensi hipertensi, prevalensi stroke dan sendi/rematik/encok. Kecenderungan dibandingkan menurut provinsi di Indonesia dan dilihat kenaikan atau penurunan prevalensi, hasilnya memperlihatkan bahwa kecenderungan prevalensi DM tahun 2013 adalah 2,1 persen (Indonesia), lebih tinggi dibanding tahun 2007 (1,1%). Dua provinsi, yaitu Papua Barat dan Nusa Tenggara Barat terlihat ada kecenderungan menurun, 31 provinsi lainnya menunjukkan kenaikan prevalensi DM yang cukup berarti seperti Maluku (0,5% menjadi 2,1%),

Sulawesi Selatan (0,8% menjadi 3,4%), dan Nusa Tenggara Timur (1,2% menjadi 3,3%).

Meskipun di awal sudah dijelaskan bahwa penyakit degeneratif lebih rentan menyerang orang berusia lanjut, namun seiring waktu, kini jenis penyakit ini pun diyakini mengancam orang-orang berusia muda sebagai efek dari gaya hidup kurang sehat, pola dan jenis konsumsi, faktor stress dan kurangnya olahraga serta waktu istirahat yang kemudian memicu gangguan pada fungsi sel tubuh. Kondisi masyarakat yang kurang sehat secara langsung akan mempengaruhi produktivitas kerja masing-masing orang sehingga tidak dapat berkarya optimal. Hal ini tentu saja menjadi beban bagi pemerintah dan negara.

Produktivitas Kerja

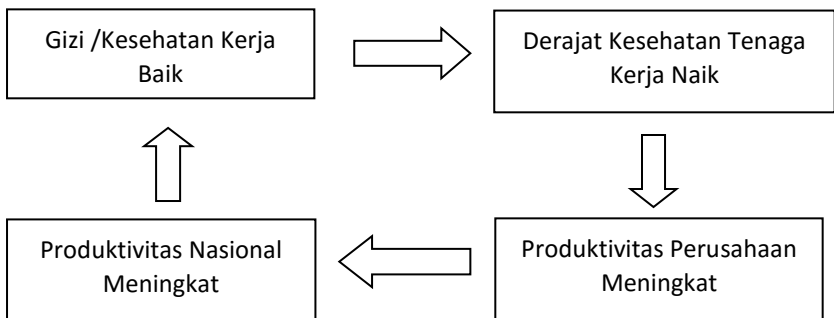
Produktivitas kerja secara umum mengandung pengertian merupakan kemampuan menghasilkan sesuatu/berproduksi dibandingkan dengan input yang digunakan. Seorang karyawan dapat dikatakan produktif apabila mampu menghasilkan barang atau jasa sesuai dengan yang diharapkan dalam waktu yang singkat atau tepat.

Produktivitas kerja banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor. Sebagai contoh untuk mencapai produktivitas yang tinggi suatu perusahaan dalam proses produksi, selain bahan baku dan tenaga kerja yang harus ada juga didukung oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Pendidikan
- 2) Keterampilan
- 3) Sikap dan etika kerja
- 4) Tingkat penghasilan
- 5) Jaminan sosial
- 6) Tingkat sosial dan iklim kerja
- 7) Motivasi
- 8) Gizi dan kesehatan
- 9) Hubungan individu
- 10) Teknologi
- 11) Produksi.

Faktor gizi dan kesehatan merupakan dua serangkai yang tak dapat dipisahkan. Gizi lebih banyak membahas tentang perilaku gizi menyangkut pengetahuan, sikap, dan praktik gizi. Adapun kesehatan lebih membahas

tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan kesehatan tubuh. Dari analisa tentang meningkatnya kecenderungan prevalensi penyakit tidak menular (PTM)/penyakit degeneratif di Indonesia, maka kesehatan yang dimaksud adalah kesehatan yang berhubungan dengan masalah gizi lebih. Bila ditarik ke belakang, gizi lebih faktor risikonya adalah obesitas, selanjutnya obesitas dipicu oleh faktor perilaku sedentari. Dengan demikian berbagai macam penyakit tidak menular/degeneratif sangat terkait dengan kemampuan kerja seseorang. Hubungan gizi/kesehatan kerja dengan produktivitas dapat dilihat pada bagan berikut.



Sumber: Aisyah (2016)

Bagan 2.
Hubungan Gizi/ Kesehatan Kerja dengan Produktivitas

Menurut Ika Ratnawati (2010) rendahnya produktivitas kerja dianggap akibat kurangnya motivasi kerja, tanpa menyadari faktor lainnya seperti gizi/kesehatan pekerja. Perbaikan dan peningkatan gizi/kesehatan mempunyai makna yang sangat penting dalam upaya mencegah angka kesakitan terutama angka kesakitan dan kematian yang disebabkan penyakit tidak menular/penyakit degeneratif, menurunkan angka absensi serta meningkatkan produktivitas kerja. Berat ringannya beban kerja seseorang ditentukan oleh lamanya waktu melakukan pekerjaan dan jenis pekerjaan itu sendiri. Semakin berat beban kerja, sebaiknya semakin pendek waktu kerjanya agar terhindar dari kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya. Untuk lebih tegas, pengelompokan aktivitas dan jenis kegiatan berdasarkan proporsi waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 1. Pengelompokan ini didasarkan pada Prosiding WNPG VIII (2004). Faktor

Aktivitas dalam tabel merupakan komposit dari indeks kegiatan waktu kerja, berolah raga, dan waktu luang. Tampak dalam tabel bahwa makin berat kelompok aktivitas makin besar pula faktor aktivitasnya.

Tabel 3.
Aktivitas Kerja Berdasarkan Proporsi Waktu Kerja

Kelompok Aktivitas	Jenis Kegiatan	Faktor Aktivitas	Contoh Aktivitas/Pekerjaan
Ringan • Laki-laki • Perempuan	75% dari waktu yang digunakan adalah untuk duduk atau berdiri dan 25% untuk kegiatan berdiri dan berpindah	1.58 1.45	Aktivitas kantor tanpa olahraga, aktivitas fisik yang tidak menguras tenaga, duduk memotong kedua ujung batang rokok (perempuan), berdiri di depan mesin, memasukkan seng ke dalam mesin pembuat tutup kaleng (laki-laki). Contoh pekerjaan: pegawai kantor, pekerjaan profesional (dokter, pengacara, akuntan, guru/dosen, arsitek), pelayan toko, serta penganggur.
Sedang • Laki-laki • Perempuan	25% dari waktu yang digunakan adalah untuk duduk atau berdiri dan 75% untuk kegiatan kerja khusus dalam bidang pekerjaannya	1.67 1.55	Bekerja naik turun tangga, olahraga ringan, pekerjaan rumah tangga, berdiri mengisikan korek api (perempuan), mengambil kotak berisi pentul korek api dan berjalan memindahkannya ke sekitar mesin (laki-laki), Contoh pekerjaan : pekerja di industri ringan, siswa/mahasiswa, pekerjaan di rumah tangga, pekerja perkebunan, angkatan bersenjata yang tidak aktif di lapangan(pasukan) dan nelayan.
Berat • Laki-laki • Perempuan	40% dari waktu yang digunakan adalah untuk duduk atau berdiri dan 60% untuk kegiatan kerja khusus dalam bidang pekerjaannya	1.88 1.75	Pekerjaan lapangan, kuli bangunan, driller, memecah batu (perempuan), berdiri mengangkat balok kayu dan memasukkannya ke dalam mesin (laki-laki). Contoh pekerjaan : buruh tani, kuli, buruh kehutanan, pasukan tentara di lapangan, pekerja tambang, buruh pabrik baja, penari, atlet., penarik beca/gerobak, dan pekerja konstruksi bangunan

Sumber : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2005)

UPAYA PENANGGULANGAN PRODUKTIVITAS RENDAH AKIBAT GIZI LEBIH DAN PERILAKU SEDENTARIAN

Berdasarkan data dan bahasan di atas kita tahu bahwa berbagai masalah yang menyangkut produktivitas kerja yang rendah, salah satunya dapat didekati dengan perbaikan gaya hidup dengan cara menerapkan gaya hidup sehat. Dengan demikian kita harus memulainya melalui gaya hidup sehat secepatnya. Dengan gaya hidup dan konsumsi sehat diharapkan fungsi organ dan sel tubuh bekerja secara optimal dan memperkecil risiko dari ancaman penyakit degeneratif. Berbagai cara pola/gaya hidup sehat diantaranya adalah melalui penerapan kebiasaan makan dengan gizi yang seimbang, memperbanyak olahraga dan mencukupi kebutuhan tubuh untuk beristirahat.

Berbagai cara untuk meninggalkan pola hidup sedentari adalah dengan aktif bergerak. Berolahraga merupakan salah satu cara terbaik untuk mendapatkan manfaat kesehatan dari aktivitas fisik. Kita dapat melakukan bentuk olahraga yang kita sukai dan sesuaikan dengan waktu yang kita miliki. Aktivitas fisik seperti berjalan kaki, main bola, senam pagi, mengerjakan pekerjaan rumah tangga, berkebun, dsb akan mendapatkan hal-hal yang positif dan menyenangkan dan mungkin juga dapat meringankan langkah kita untuk memulai melakukan aktivitas fisik. Langkah lainnya adalah dengan menjauhi junk food, rokok, dan alkohol. Selain itu lakukan juga pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk mengetahui kesehatan tubuh kita. Apabila terdapat suatu gangguan, akan lebih baik bila diketahui lebih dini (Fajar, 2015).

PENUTUP

Bertambahnya pendapatan atau peningkatan ekonomi masyarakat perkotaan serta perkembangan fasilitas dapat mendorong penurunan kesehatan, hal ini harus disikapi dengan menerapkan perilaku sehat sehingga membentuk gaya hidup masyarakat perkotaan yang berkualitas. Aktivitas atau perilaku sedentari adalah kebiasaan-kebiasaan dalam kehidupan seseorang yang tidak banyak melakukan aktivitas fisik atau tidak banyak melakukan gerakan. Perilaku sedentarian ini menjadi faktor pencetus terjadinya masalah gizi lebih. Masalah gizi lebih yang ditandai dengan kejadian obesitas maupun orang yang dengan berat badan normal

74 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

namun berperilaku sedentarian akan berisiko terkena berbagai jenis penyakit terutama yang berkaitan dengan metabolisme atau penyakit degeneratif. Kaitannya dengan produktivitas kerja, maka kondisi kesehatan pekerja merupakan hal penting yang harus diperhatikan oleh institusi tempat bekerja, karena tercukupinya perilaku hidup sehat selama bekerja memberikan kontribusi positif bagi pertumbuhan dan keberlanjutan institusi tempat bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah (2016). Mengenal gizi kerja. Diunduh dari <http://banyakilmu.blogspot.co.id/2010/09/mengenal-gizi-kerja.html> Tanggal 23 Agustus 2016.
- Bahaya Obesitas Dalam Gaya Hidup Sedentary . (2016). Retrieved from: <https://indri4meubelindo.wordpress.com/2016/06/25/bahaya-obesitas-dalam-gaya-hidup-sedentary/>.
- Fajar, R. (2015), Kenali dan Cegah Penyakit Degeneratif. <http://www.1health.id/id/article/detail/kenali-dan-cegah-penyakit-degeneratif-477.html>_diunduh 23 Agustus 2016
- Fitri (2015). Data Prevalensi Penderita Diabetes di Indonesia- <http://sehat.link/data-prevalensi-penderita-diabetes-di-indonesia.info> diunduh 8 September 2016
- Indri (2016), Obesitas dalam Gaya Hidup Sedentari. <https://indri4meubelindo.wordpress.com/2016/06/25/bahaya-obesitas-dalam-gaya-hidup-sedentary/>_ diunduh 21 Agustus 2016
- Irawanti, TP., (2014). Penyakit degeneratif. Diunduh dari <http://www.kerjanya.net/faq/6648-penyakit-degeneratif.html> Tanggal 23 Agustus 2016.
- Kementerian Kesehatan RI. (2008). *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar 2007*. Jakarta : Depkes.
- Kementerian Kesehatan RI. (2013). *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar 2013*. Jakarta : Depkes.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2005). *Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII, 2004*.

- Perilaku Sedentari Masyarakat, (2015). Retrieved from: (<http://infoklasika.print.kompas.com/perilaku-sedentari-masyarakat/>).
- Pradita, KA (2015). Ini manfaat olahraga pagi, siang, dan malam bagi kesehatanmu. Diunduh dari <https://www.brilio.net/life/ini-manfaat-olahraga-pagi-siang-dan-malam-bagi-kesehatanmu-1511131.html> Tanggal 23 Agustus 2016.
- Riyadi, H, dan Khomsan, A (2015). Buku Materi Pokok Gizi dan Kesehatan Keluarga (LUHT4449), Cet. 1: Ed.3. Penerbit. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Sizer FS and Whitney E. (2013). *Nutrition: Concepts and Controversies*. 13th edition. CA: Wadsworth, Belmont.
- Suma'mur, P.K. (1990). *Peningkatan Program Pelayanan Gizi dalam Upaya Mempertinggi Produktivitas Kerja*. Jakarta: Prosiding: Kursus Penyegar Ilmu Gizi dan Kongres VIII Persagi.
- Tchernof, A & Despres, JP (2013). *Pathophysiology Of Human Visceral Obesity : an update*. National Center for Biotechnology Information.
- Tim Olvista (2011). Apa itu pola hidup sedentari (sedentary lifestyle)?. Diunduh dari <http://olvista.com/apa-itu-pola-hidup-sedentari-sedentary-lifestyle/> Tanggal 23 Agustus 2016.
- Wardah, F (2015). UNDP: Indeks Pembangunan Manusia Indonesia Alami Kemajuan. (<http://www.voaindonesia.com/a/undp-indeks-pembangunan-manusia-indonesia-alami-kemajuan/3110936.html>)_ diunduh 23 Agustus 2016.
- Wikipedia (2015). Penyakit Degeneratif. (https://id.wikipedia.org/wiki/penyakit_degeneratif)- diunduh 23 Agustus 2016

Pengaruh Negatif Merokok terhadap Kesehatan dan Kesadaran Masyarakat Urban

Lula Nadia

PENDAHULUAN

Merokok telah menjadi kebiasaan bagi sebagian besar kaum pria dan bahkan telah menjadi suatu yang dibutuhkan dan tidak dapat lagi ditinggalkan. Konsumsi rokok didominasi baik oleh orang dewasa, kaum remaja dan bahkan sebagian kecil anak-anak SD dan SMP, di kalangan ekonomi atas, menengah terlebih lagi kalangan ekonomi lemah. Rokok juga dikonsumsi baik oleh kaum intelektual, pendidik, tokoh agama atau rakyat biasa. Kegiatan merokok tidak saja dilakukan ditempat terbuka tapi bahkan dimana-mana termasuk ruangan umum dan terbatas. Ironisnya, sekalipun telah ada tanda larangan merokok, kegiatan merokok juga kadang terjadi di dalam gedung ber AC.

Suatu kenyataan bahwa pabrik rokok terus tumbuh dan informasi produk rokok cepat sampai pada masyarakat luas. Berbagai iklan rokok yang gencar dan intensif serta meluas sampai pada berbagai kalangan masyarakat. Periklanan yang merebak baik pada berbagai kegiatan sosial, turnamen, pemasangan poster jalanan dan bahkan berbagai media masa turut membantu mengiklankan produk rokok. Namun sebaliknya penyebaran informasi tentang pengaruh negatif merokok hampir tidak ada artinya dibandingkan penyampaian iklan mengkonsumsi rokok. Itupun terbatas oleh kalangan medis dan publikasi terbatas dan tidak intensif pula. Diantara iklan produk rokok yang ditayangkan di TV, terdapat kata-kata "Peduli terhadap sesama"?!!. Sementara, di tempat-tempat umum terutama di dalam angkutan kota, bis, kereta api, ruang ber-AC, dan ruang terbatas lainnya dengan mudah dan gamblang dapat terlihat asap rokok yang mengepul.

Dalam keadaan seperti ini tentu saja pandangan masyarakat terhadap merokok menjadi suatu hal yang sah-sah saja dan dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja tanpa perlu ada kepedulian terhadap lingkungannya terlebih kekhawatirannya terhadap pengaruh negatif pada kesehatan baik itu bagi dirinya sendiri terlebih terhadap orang lain disekitarnya. Hal ini

memperlihatkan adanya suatu gejala yang mengarah pada kecenderungan membudayanya kegiatan merokok dikalangan masyarakat. Suatu gejala yang memprihatinkan yang terabaikan atau diabaikan?

Keadaan yang sangat berbeda di negara tetangga (Australia dan Malaysia) dan negara Barat umumnya. Mereka memberlakukan undang-undang yang ketat bagi perokok dan bahkan terdapat sanksi hukuman dan denda bagi mereka yang melanggar. Terlebih lagi di Amerika, akhir-akhir ini mengeluarkan slogan (melalui internet) “lebih baik Anda minum (*beverage* beralkohol) dari pada Anda merokok”. Hal yang jelas sekali nampak, bahwa mereka lebih mengkhawatirkan kegiatan merokok dari pada meminum minuman beralkohol. Dalam tayangan di TV pada peringatan hari bebas merokok tanggal 31 Mei 2001 lalu, duta besar Amerika yang diwawancarai mengenai pendapatnya berapa lama untuk lamanya hari bebas merokok, ia mengatakan “*all years*” (selamanya). Suatu sikap yang jelas sekali yang menunjukkan betapa mereka begitu peduli akan akibat buruk merokok bagi kesehatan manusia. Mengapa mereka sampai berpandangan dan bersikap demikian? Mengapa mereka lebih memperbolehkan minum *beverage* beralkohol daripada merokok? Tentunya ada dasar pengetahuan yang kuat yang mereka sadari dan informasi yang luas dan intensif yang sampai kepada mereka akan kejelekan-kejelekan dan akibat yang merugikan dari merokok.

Suatu yang ironis sekali dari pandangan-pandangan di atas, terhadap apa yang terjadi di negara kita tercinta ini. Sementara, minuman beralkohol jelas-jelas dilarang dan bahkan diharamkan oleh penduduk muslim, tapi kegiatan merokok sangat merajalela dan tanpa terusik suatu aturan hukum apapun. Terlebih lagi ada diantara mereka yang bahkan dari kalangan ulama, cendekia dan kaum intelektual yang mahfum dan sadar betul akan bahaya dan kejelekan merokok terhadap kesehatan, hampir tidak berbuat sesuatupun yang nyata yang dapat menyadarkan masyarakat akan hal tersebut. Ditambah lagi dengan kurangnya dukungan media masa dalam upaya menyebarkan informasi akan bahaya dan kejelekan merokok secara intensif dan meluas kepada masyarakat sebagaimana yang mereka lakukan untuk mengiklankan produk rokok.

Sementara itu, telah banyak penelitian yang dilakukan oleh para peneliti terhadap kejelekan akibat merokok terhadap kesehatan manusia. Terutama di negara-negara Barat, pengetahuan tentang kejelekan merokok demikian berkembang dan meluas, dan secara intensif banyak penelitian juga

dilakukan oleh para cendekia di sana. Informasi tersebut tidak saja terbatas di negara-negara asing tersebut tapi juga meluas keseluruh dunia melalui fasilitas internet, sehingga perkembangan penemuan yang baru sekalipun mengenai rokok dapat dengan mudah diketahui melalui internet.

Namun penyebaran informasi melalui internet, bukanlah suatu cara penyebaran informasi yang dapat diandalkan di Indonesia karena masih tergolong cara penyebaran informasi yang mewah dan belum terjangkau masyarakat luas. Ditambah lagi, mereka yang mahfum dalam mencari informasi melalui internet belum tentu membaca dan mencari tahu mengenai kejelekan merokok bagi kesehatan. Disamping itu, kemampuan penguasaan bahasa asing terutama bahasa Inggris dari pengguna jasa internet hanya dimiliki oleh sebagian mereka.

Selama ini, slogan-slogan ringan yang mudah dimengerti oleh masyarakat luas mengenai pengaruh negatif merokok hampir tidak ada. Media masa seperti enggan untuk menayangkan informasi tersebut secara intensif kepada masyarakat luas, baik itu berupa karya ilmiah maupun artikel biasa dalam bentuk lainnya. Demikian pula sarana penyampaian informasi lainnya di masyarakat, hampir tidak pernah tersentuh dengan penyampaian informasi mengenai pengaruh negatif dari merokok. Hal ini dapat mengakibatkan informasi yang sangat kurang yang sampai pada masyarakat luas mengenai kejelekan merokok bagi kesehatan. Disamping itu, kumpulan mengenai informasi kejelekan merokok dalam bentuk yang mudah dipahami hampir tidak dijumpai dan dipublikasikan secara luas kepada masyarakat.

ROKOK DAN KOMPOSISI KIMIANYA

Rokok dibuat dengan bahan utama adalah daun tembakau yang dikeringkan yang dapat mengandung 1% – 3% senyawa nikotin. Bila rokok dinyalakan dan asapnya dihisap maka nikotin dalam darah meningkat sekitar 40 – 50 mg/ml darah. Dokter spesialis paru dari Rumah Sakit Persahabatan, Agus Dwi Susanto mengatakan, rokok mengandung lebih dari 4000 zat kimia, sebanyak 60 di antaranya bersifat karsinogenik atau penyebab kanker (Kompas, Mei 2016). Lebih lanjut menurut Aditama (1992) ada sekitar 4000 bahan kimia yang dihasilkan dari pembakaran rokok, dan yang bersifat karsinogenik atau menyebabkan kanker diantaranya adalah nikotin, gas karbon monoksida, nitrogen oksida, hidrogen sianida, ammoniak, asetilen,

benzaldehid, uretan, benzen, metanol, koumarin, 4-etilkatekol, ortokresol, perilen dan lainnya, yang berada dalam bentuk komponen gas dan padat atau partikel. Komponen padat atau partikel dibagi lagi menjadi nikotin dan tar. Dikatakan pula bahwa tar merupakan kumpulan ribuan bahan kimia bersifat karsinogenik yang terdapat dalam asap rokok. Sementara nikotin, selain dapat menjadi senyawa nitrosamin yang bersifat karsinogenik juga merupakan senyawa adiktif, yang menyebabkan seseorang ketagihan dan menimbulkan rasa ketergantungan.

Hal yang juga penting untuk diketahui bahwa asap yang ditimbulkan dari ujung rokok yang dibakar (asap sampingan) memiliki kadar senyawa kimia yang lebih tinggi dibandingkan dengan asap yang dihisap oleh siperokok (asap utama), seperti (Sharon *et al.*, 2001):

1. Aseton, 2 – 5 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
2. Benzene, 10 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
3. Gas CO (karbon monooksida), 2,5 – 4,7 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
4. Nikotin, 1,8 – 3,3 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
5. Asam asetat, 1,9 – 3,9 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
6. Hidrogen sianida, 4,2 – 6,4 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
7. Toluene, 6 – 8 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
8. Anilin, 30 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.
9. Nikel, 3 kali lebih tinggi dalam asap sampingan.

Adanya kandungan senyawa kimia yang lebih tinggi dalam asap sampingan membuat mereka yang sekalipun tidak merokok namun secara tidak sengaja menghirup asap tersebut atau perokok pasif akan menerima akibat buruk dari kegiatan merokok orang di sekitarnya. Aditama (1992) menyebutkan bahwa seorang perokok pasif yang berada dalam ruangan yang penuh asap rokok selama satu jam saja akan mengisap nitrosamin sama banyaknya dengan merokok 35 batang rokok dan akan mengisap benzopirin sama banyaknya dengan merokok 4 batang rokok.

Tabel 1. Bahan dalam asap rokok yang berhubungan dengan terjadinya kanker pada manusia

Bahan yang terbukti bersifat karsinogenik pada manusia	Bahan yang diduga bersifat karsinogenik pada manusia
4-aminobiphenyl	Benzo(a)pyrene
Arsenic	Cadmium
Benzene	Dibenz(a,h)anthracene
Chromium	Formadehyde
Nickel	N-Nitrosodiethylamine
Vinyl chloride	N-Nitrosodimethylamine

Sumber: Sharon *et al.* (2001)

Rokok di Indonesia, menurut Aditama (1992) mempunyai kadar tar dan nikotin yang lebih tinggi daripada rokok yang diproduksi di luar negeri. Disebutkan juga bahwa jumlah perokok di Indonesia sampai tahun 1986 dari data yang dikumpulkan WHO adalah 75% pria dan 5% wanita dari jumlah penduduk Indonesia, dan jumlah ini cenderung meningkat.

PENGARUH MEROKOK TERHADAP KESEHATAN

Tembakau berada pada peringkat utama penyebab kematian yang dapat dicegah di dunia. Merokok juga merupakan penyebab kematian satu dari 10 kematian orang dewasa di seluruh dunia, serta mengakibatkan 5,4 juta kematian pada tahun 2006, ini berarti rata-rata satu kematian setiap 6,5 detik (Jia-Xiang, 2014). Lebih lanjut Dr. Agus mengungkapkan bahwa pasien penderita kanker paru, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), stroke, dan jantung koroner, kebanyakan adalah perokok (Kompas, 25 Mei 2016). Menurut keadaan terkini, hampir 70% perokok di Indonesia memulai merokok sebelum umur 19 tahun, bahkan data Susenas (Survei Sosial Ekonomi Nasional) 2003 menyebutkan usia 8 tahun sudah mulai merokok.

Merokok merupakan faktor terbesar yang dapat dicegah yang menyebabkan morbiditas (perbandingan jumlah orang yang sakit dengan yang sehat dalam suatu populasi penduduk) dan mortalitas (perbandingan jumlah orang yang mati dalam suatu populasi penduduk) di negara maju seperti Amerika (Andrew WB and Neil, 2013). Namun, meroko merupakan

hal yang nyaris tidak ada pencegahan di negara berkembang seperti di Indonesia.

Menurut data dari situasi rokok Indonesia (Wijaya, 2013) beberapa penyakit tidak menular yang diakibatkan oleh kegiatan merokok, diantaranya adalah:

1. 90% penyakit kanker paru-paru pada pria dan 70% pada wanita.
2. 56-80% penyakit saluran pernafasan (brokhitis kronis dan pneumonia).
3. 22% penyakit jantung dan penyakit pembuluh darah lainnya.
4. 50% impotensi pada pria.
5. Infertilitas pada wanita baik sebagai perokok aktif maupun pasif.
6. Abortus spontan, bayi berat lahir rendah, bayi lahir mati dan komplikasi melahirkan lainnya pada wanita.
7. Meningkatkan infeksi saluran pernafasan, penyakit telinga tengah, asma atau *sudden infant death syndrome* (SIDS) pada bayi dan anak-anak.

Lebih lanjut, juga disampaikan bahwa jumlah kematian akibat merokok telah mencapai 5 juta penduduk dunia pada tahun 2005, dan diperkirakan angka ini akan mencapai 100 juta di abad ke-20. Angka tersebut akan terus meningkat dan diperkirakan pada tahun 2030 akan mencapai 8 juta kematian akibat rokok per tahunnya apabila tidak ada upaya-upaya penanggulangan yang efektif.

Dari hasil konverensi yang diadakan oleh *the American Cancer Society*, bulan Juni 1998 menyimpulkan bahwa (Frank, 2000):

1. Angka pengkonsumsi rokok oleh orang dewasa dan remaja meningkat.
2. Dengan merokok tidak mengurangi risiko kecanduan nikotin.
3. Dengan meningkatnya perokok dan perokok pasif meningkatkan risiko kematian akibat merokok.
4. Asap rokok mengandung konsentrasi komponen toksik dan karsinogenik lebih tinggi dari pada rokok dan merupakan sumber populasi udara utama dari *fine-particle* dan karbon monoksida indoor.
5. Dengan merokok terbukti penyebab kanker paru-paru dan *upper aerodigestive tract*.

Berdasarkan pengamatan epidemiologi dan pada banyak penelitian memperlihatkan bahwa nikotin memberikan pengaruh yang membahayakan bagi kesehatan manusia. Nikotin berpengaruh dalam meningkatkan faktor-faktor agresif, melemahkan faktor-faktor pertahanan dan menekan pengaruh pengobatan. Walaupun banyak pengamatan yang menghasilkan

hasil yang bertentangan, namun sangat banyak bukti nyata bahwa nikotin pada kenyataannya berbahaya bagi kesehatan tubuh.

Hasil pengamatan terhadap suatu populasi perokok menunjukkan bahwa adanya kecenderungan perokok untuk terus mengkonsumsi rokok yang dapat menyebabkan kerusakan potensial terhadap kesehatan. Kerusakan kesehatan ini terutama diakibatkan dari kandungan tar dan nikotin. Mulai dari kandungan yang rendah dalam rokok dan kerusakan meningkat dengan meningkatnya kadar tar dan nikotin, terlebih lagi bila diikuti dengan meningkatnya level konsumsi rokok (Martin *et al.*, 2001). Kerusakan yang diakibatkan oleh nikotin dapat terjadi mulai dari rongga mulut (Reginald *et al.*, 1999), saluran pernafasan dan paru-paru (Frank, 2000; Mirjana *et al.*, 2000; Sharon *et al.*, 2000; Kristin *et al.*, 2001), organ pencernaan (Martin *et al.*, 2001; Benowitz *et al.*, 1989; Connolly *et al.*, 1986; Grady *et al.*, 1990; Chow *et al.*, 1997; Raud *et al.*, 1988; Kohagen *et al.*, 1988; Ma L *et al.*, 2000), hati (Alaoui-Jamali *et al.*, 1991; Miki *et al.*, 1998; Eugene *et al.*, 1999; Michael *et al.*, 1999; Witschi *et al.*, 1997), saluran darah dan kardiovaskular (Xiao-Pei *et al.*, 1997; Rubinstein *et al.*, 1992; Yong T *et al.*, 1992; Ramali dan Pamoentjak, 2000; Kannel *et al.*, 1984; Kannel *et al.*, 1987; McGill, 1988; Benowitz, 1997; Ball dan Turner, 1974; Cryer *et al.*, 1976; Baer *et al.*, 1985; Bonham *et al.*, 1995; Coleridge *et al.*, 1998; Lin *et al.*, 1993; Bonham *et al.*, 1995; Ho dan Lee, 1998; Jensen *et al.*, 1992; Ekwo *et al.*, 1983; Fox *et al.*, 1993; Rubinstein *et al.*, 1991; Mayhan dan Sharpe, 1998; Claudio *et al.*, 1997), saraf (Sharon *et al.*, 2001, Peter *et al.*, 1997; Hitoshi *et al.*, 1997; Clara *et al.*, 1997; Jennifer *et al.*, 2001; Aditama, 1992), dan lainnya. Akibat lain yang ditimbulkan dari konsumsi nikotin adalah risiko terkenanya penyakit kanker (Frank *et al.*, 2000; Mirjana *et al.*, 2000; Sharon *et al.*, 2000; Kristin *et al.*, 2001; Amparo, 1998; Liu *et al.*, 1993; Adams *et al.*, 1984).

Pengaruh Merokok terhadap Saluran Pernafasan dan Paru-paru

Suatu fenomena yang jelas sekali bahwa organ pertama yang terkontaminasi oleh asap rokok dalam tubuh seseorang adalah saluran pernafasan dan paru-paru. Asap rokok dengan senyawa aktif senyawa tar dan nikotin, akan mengalami reaksi-reaksi yang bermula dari masuknya asap rokok dalam alveolus paru-paru dan memberikan pengaruh negatif pada gelembung paru-paru (Masashi *et al.*, 2001; Etsuro *et al.*, 1999; Ofulue *et al.*, 1998; Carnevali *et al.*, 1998; Y-Hong dan Duncan, 1999). Pada pengamatan

terhadap kadar nikotin yang terdapat dalam rokok, yang beredar di Amerika di bawah pengawasan *Federal Trade Commission* (FTC), diperoleh bahwa pada seorang perokok sedang terdapat 48,6 mL nikotin dalam sekali isap dan 44,1 mL pada perokok ringan (perokok pasif) (Mirjana *et al.*, 2001). Suatu jumlah yang cukup besar dari senyawa nikotin yang dapat masuk kedalam tubuh seseorang. Ditambah lagi dengan sifat alveolus yang mempunyai afinitas yang besar terhadap penyerapan nikotin, yang memperbesar penyerapan senyawa nikotin ke dalam jaringan tubuh. Sel-sel fibroblas dan epitelia dari paru-paru menunjukkan afinitas yang besar terhadap nikotin, dengan adanya *nicotinic acetylcholine binding sites* yang larut dalam cairan sel (Sharon *et al.*, 2000).

Sutau penelitian epidemiologi menunjukkan bahwa perokok pasif yang berada pada lingkungan asap rokok (pengamatan terhadap wanita yang bersuamikan perokok) akan mendapatkan dan memetabolisme 4-(methylnitrosamin)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK) yang merupakan senyawa karsinogenik spesifik dari rokok (Kristin *et al.*, 2001; liu *et al.*, 1993; Alaoui-Jamali *et al.*, 1991). Dijelaskan pula bahwa hal ini dapat menyebabkan meningkatnya risiko terkena kanker paru-paru pada perokok pasif tersebut. Hasil metabolisme NNK yang dikeluarkan melalui urine berada dalam bentuk senyawa 4-(methylnitrosamin)-1-(3-pyridyl)-1-butanol (NNAL) dan NNAL-Glucuronide (Liu *et al.*, 1993; Alaoui-Jamali *et al.*, 1991). Berdasarkan perhitungan kadar NNAL dan NNAL-Gluc dalam urin perokok pasif tersebut diketahui bahwa tingkat risiko terkena kanker paru-paru pada perokok pasif tersebut adalah 1%-2% lebih tinggi daripada si perokok (Kristin *et al.*, 2001).

Selain menginduksi kanker, konsumsi nikotin dapat menyebabkan peradangan pada paru-paru dan saluran pernafasan. Glutation (GSH) merupakan senyawa antioksidan sebagai pelindung fital dari intra- dan ekstra seluler dalam paru-paru. Menurunnya metabolisme GSH dalam alveolus dan paru-paru merupakan penyebab utama dari banyak kasus radang paru-paru (Irfan dan William, 1999). Diterangkan juga bahwa pada perokok kronis (menahun), terjadi peningkatan GSH pada cairan dinding epitel paru-paru, tapi pada perokok akut (mendadak tapi parah) tidak didapatkan GSH (habis) pada sel. Dengan terjadinya peradangan pada paru-paru dan saluran pernafasan dapat menginduksi rusaknya elastisitas paru-paru.

Gangguan berupa hipersekresi mukus dari sel-sel goblet menandakan terjadinya gangguan kronis terhadap paru-paru. Pernafasan pada udara asap rokok, mengakibatkan peningkatan sekresi mukus oleh sel goblet (Masashi *et al.*, 2001; Kiyoshi *et al.*, 2001). Dalam hal ini nikotin berpengaruh pada peningkatan aktivitas dari *epidermal growth factor receptors* (EGFR) yang menginduksi sintesis mukus yang berlebihan yang mengakibatkan hipersekresi mukus dari sel-sel goblet saluran pernafasan (Kiyoshi *et al.*, 2001).

Eksudasi plasma ke dalam jaringan, akumulasi monosit dan netrofil, dan kerusakan jaringan ikat dari saluran pernafasan juga merupakan ciri dari penyakit saluran pernafasan kronis akibat merokok (Etsuro *et al.*, 1999; Carnevali *et al.*, 1998; Y-Hong dan Duncan, 1999). Terjadinya peradangan sel berkorelasi dengan terjadinya fibrosis (pembentukan berlebih dari jaringan ikat). Kehadiran asap rokok menyebabkan fibroblas paru-paru melepaskan netrofil dan monosit sebagai respon terhadap asap rokok, dan hal ini dapat mengarah kepada terjadinya peradangan sel paru-paru (Etsuro *et al.*, 1999).

Kerusakan lain yang dapat ditimbulkan akibat merokok adalah *emphysema* (melebarnya gelembung paru-paru) yang diinduksi oleh rusaknya elastisitas mengembang dan mengempisnya paru-paru dalam proses pernafasan (Irfan dan William, 1999; Etsuro *et al.*, 1999; Ofulue *et al.*, 1999). Asap rokok dapat menginduksi kerusakan pada elastisitas paru-paru (sehubungan dengan *level elastin-derived peptides* dan *desmosin*) dan mengakibatkan *emphysema* (Ofulue *et al.*, 1999; Ofulue *et al.*, 1998). Dalam hal ini makrofag lebih merupakan faktor patogen kritis dari pada netrofil yang diinduksi asap rokok dalam terjadinya *emphysema* paru-paru (Ofulue *et al.*, 1998).

Dengan terjadinya kerusakan elastisitas paru-paru ini dapat mengakibatkan waktu yang diperlukan untuk aktivitas pernafasan menjadi meningkat. Waktu yang dibutuhkan oleh aktivitas *macrophage-directed elastinolytic* dalam paru-paru meningkat dengan terjadinya perkembangan *emphysema* yang diinduksi oleh asap rokok (Etsuro *et al.*, 1999; Ofulue *et al.*, 1999; Ofulue *et al.*, 1998). Asap rokok dapat menghambat kontraksi dari *fibroblast-mediated gel* yang diakibatkan oleh komponen volatil asap rokok yang mengurangi produksi *fibroblast fibronectin*. Penghambatan oleh asap rokok ini dapat menyebabkan bertambahnya waktu yang dibutuhkan oleh aktivitas *macrophage-directed elastinolytic* dalam paru-paru dan timbulnya penyakit *emphysema* (melebarnya gelembung alveolus) paru-paru (Carnaveli *et al.*, 1998).

Pengamatan terhadap pengaruh merokok terhadap eksudasi plasma dari pembuluh darah ke jaringan, Yu-Hong dan Duncan (1999) menemukan bahwa kehadiran senyawa morfin dalam rokok memberikan pengaruh yang berbeda dari pengaruh yang ditimbulkan oleh rokok tanpa morfin. Dikatakan bahwa morfin reseptor berupa μ -*opioid-receptor* (DAMGO) berpengaruh pada penghambatan eksudasi plasma (merembesnya plasma darah ke jaringan paru-paru) oleh asap rokok, sedangkan δ (DPDPE)-*receptor*, dan κ (U-50488H)-*receptor* tidak memberi pengaruh tersebut. Reseptor DPDPE menahan penghambatan DAMGO terhadap eksudasi, dan kombinasi keduanya dapat meningkatkan eksudasi. Pengaruh penghambatan dan peningkatan eksudasi ini ditekan oleh antihistamin yang dilepaskan oleh sel *mast* sebagai penetral racun sodium *cromoglycate* (Y-Hong dan Duncan, 1999).

Pengaruh Merokok dalam Menginduksi Kanker

Penelitian menunjukkan bahwa secara lambat namun pasti merokok dapat menstimulus terbentuknya penyakit kanker dalam tubuh manusia. Pada pengamatan terhadap nikotin dalam menginduksi kanker, didapatkan bahwa Nikotin ditemukan secara signifikan menstimulus sintesis DNA dan proliferasi sel endotelial (Amparo, 1998). Terbentuknya kanker dikaitkan bermula terbentuknya radikal bebas dari senyawa nikotin yang masuk ke dalam paru-paru seseorang. Senyawa nitrosamin yang merupakan senyawa karsinogenik utama dari rokok (Liu *et al.*, 1993) tidak saja berhenti di paru-paru tapi kemudian akan masuk ke dalam saluran darah dan oleh darah senyawa ini dialirkan ke seluruh jaringan tubuh, baik itu ke otak, jantung, hati, alat pencernaan makanan dan jaringan tubuh lainnya. Senyawa ini akan meningkat dengan meningkatnya nitrogen oksida (NOx) N-nitrosamin volatil (VNA), dan *tobacco-specific N-nitrosamin* (TSNA) dalam asap rokok. Selama pernafasan udara rokok, nitrogen oksida yang terdapat dalam asap rokok merupakan prekursor penting pada pembentukan *endogenous N-nitrosamin* bagi mereka yang menghirup udara rokok (perokok pasif) (Adams *et al.*, 1984).

Pembentukan kanker paru-paru oleh nikotin adalah dengan terjadinya gangguan pada pertumbuhan sel dalam saluran pernafasan. Pertumbuhan abnormal dari sel goblet pada saluran pernafasan terjadi pada pasien yang menderita gangguan pernafasan (Frank *et al.*, 2000; Mirjana *et al.*, 2000; Sharon *et al.*, 2000). Pemberian nikotin pada hewan percobaan

menunjukkan adanya peningkatan jumlah sel goblet dan peningkatan level *platelet-activating factor* (PAF), eosinofil, dan netrofil dalam cairan alveolus paru-paru (Mirjana *et al.*, 2000; Sharon *et al.*, 2000; Masashi *et al.*, 2001). Peningkatan sel goblet tersebut terjadi karena induksi nikotin terhadap PAF yang mempunyai peranan pada pertumbuhan abnormal dari sel goblet (Masashi *et al.*, 2001).

Diantara pengaruh induksi terhadap kanker yang ditimbulkan oleh merokok adalah peningkatan aktivitas *gastrin-releasing peptide receptor* (GRPR) pada saluran pernafasan yang berkaitan dengan respon proliferasi sel paru-paru terhadap penggunaan tembakau menahun (Sharon *et al.*, 2000). Peningkatan GRPR gen dapat meningkatkan kerentanan terhadap terkenanya kanker paru-paru pada tubuh manusia. Gen GRPR terikat pada kromosom-X, dengan demikian ekspresi gen GRPR lebih sering terjadi pada wanita dari pada pria. Dijelaskan pula bahwa, keberadaan nikotin dalam paru-paru dapat mengaktifkan gen GRPR pada wanita lebih awal, sehingga dengan adanya dua bentuk aktivasi gen GRPR pada wanita, menyebabkan wanita lebih rentan terhadap terkenanya kanker paru-paru dari pada pria (Sharon *et al.*, 2000).

Pengamatan pada pekerja industri pewarna, didapatkan bahwa pada udara yang terkontaminasi dengan asap rokok dijumpai adanya 4-*aminobiphenyl* (4-ABP). 4-ABP merupakan senyawa karsinogen yang potensial bagi sel pembentuk kantung (misalnya: kantung alveolus paru-paru). Disamping itu senyawa ini juga dapat berikatan dengan hemoglobin. Senyawa ini akan meningkat dengan meningkatnya level asap rokok pada udara yang dihirup selama pernafasan. Hal ini menunjukkan bahwa, peningkatan senyawa karsinogen 4-ABP pada perokok pasif akan meningkatkan pula terbentuknya ikatan 4-ABP dengan hemoglobin (Hammond *et al.*, 1993). Dengan terbentuknya ikatan 4-ABP dengan hemoglobin berpengaruh pada fungsi dari hemoglobin sebagai pengangkut oksigen.

Dari pemberian nikotin secara oral pada hewan percobaan dapat menginduksi pertumbuhan tidak normal dari sel endotelia pada pembuluh darah aorta (Booyse *et al.*, 1981). Bentuk abnormal yang diperlihatkan diantaranya adanya peningkatan sitoplasma sel dan meningkatnya pembentukan mikrovili pada sel. Dikatakan pula pemberian nikotin tersebut juga berpengaruh pada peningkatan kadar LDL-kolesterol, total kolesterol, trigliserida, dan glukosa dalam darah yang dapat mengarah pada terjadinya

arteriosklerosis atau terjadinya pembentukan plak pada bagian dalam pembuluh darah (Liu *et al.*, 1993; Nalini *et al.*, 1997).

Pengaruh Merokok terhadap Pencernaan Makanan

Pengamatan epidemiologi dan pada banyak penelitian memperlihatkan bahwa nikotin memberikan pengaruh yang membahayakan bagi mukosa lambung. Nikotin meningkatkan faktor agresif lambung dan melemahkan faktor-faktor pertahanan; nikotin meningkatkan sekresi asam dan pepsin, motilitas lambung, aliran balik dari garam empedu, bahaya infeksi pada *pylori* oleh *Helicobacter*, meningkatnya radikal bebas, meningkatkan aktivasi pembentukan platelet, pengaruh terhadap perbanyakannya endotelia dan sekresi vasopressin (hormon yang berfungsi mengurangi pembentukan kemih dan meningkatkan tekanan darah). Disamping itu, nikotin menekan pengaruh pengobatan dan meningkatkan sintesis prostaglandin, aliran darah mukosa lambung, sekresi mukus, dan sekresi *epidermal growth factor* (EGF) (Benowitz *et al.*, 1989; Connolly *et al.*, 1986; Grady *et al.*, 1990; Martin *et al.*, 2001).

Banyak kasus klinis dari asap rokok yang membuktikan bahwa penggunaan rokok yang terus menerus dapat menyebabkan luka pada lapisan mukosa saluran pencernaan dan terjadinya peradangan (Benowitz *et al.*, 1989; Connolly *et al.*, 1986; Grady *et al.*, 1990). Pengamatan histologi terhadap saluran pencernaan hewan percobaan menunjukkan adanya pendarahan dari *vena postcapillary* yang mengarah pada kerusakan fungsi jaringan (Grady *et al.*, 1990). Bentuk kerusakan lain yang ditimbulkan asap rokok yaitu dengan menginduksi kerusakan lambung melalui *ethanol-induced gastric damage* yang berakibat pada menurunnya prostaglandin E₂, meningkatnya aktivitas myeloperoksidase, dan meningkatnya akumulasi neutrophil dalam mukosa lambung. Asap rokok berpotensi menyebabkan luka yang diinduksi oleh etanol. Hal yang sama dengan yang ditimbulkan oleh fraksi asap rokok berfilter yang juga menghalangi penutupan luka (Chow *et al.*, 1990; Raud *et al.*, 1990).

Selain itu rokok juga dapat menimbulkan gangguan pada pergerakan lambung. Gangguan yang ditimbulkannya adalah dengan menyebabkan terjadinya perlambatan gelombang peristaltik. Nikotin menyebabkan timbulnya *antral hypomotility* (melemahnya gerakan lambung) pada perokok dan terutama perokok pasif, nikotin dapat menyebabkan timbulnya *prostaglandin-dependent gastric dysrhythmias* (Kohagen *et al.*, 1990).

Disebutkan pula bahwa, hal tersebut berakibat pada ritmik yang salah dari gerakan lambung yang disebabkan oleh prostaglandin yang hanya diderita oleh perokok pasif.

Selain itu, mengkonsumsi rokok juga dapat memperlambat penyembuhan luka pada lapisan mukosa lambung dengan terjadinya penurunan angiogenesis, proliferasi sel, dan sekresi mukus. Efek merusak dari asap rokok pada penutupan luka adalah tidak langsung. Dalam hal ini nikotin menekan biosintesis EGF (*epidermal growth factor*) dan ekspresi mRNA dalam kelenjar ludah dan mukosa lambung. Sementara EGF mempunyai peranan penting dalam angiogenesis, proliferasi sel, dan sekresi mukus dalam proses penutupan luka (Ma *et al.*, 1990). Dengan berkurangnya biosintesa EGF oleh nikotin dapat menekan proses angiogenesis, proliferasi sel dan sekresi mukus dalam proses penutupan luka.

Pengaruh Merokok terhadap Fungsi Hati

Nikotin yang diserap ke paru-paru, oleh darah dibawa ke hati. Hati merupakan organ utama yang memetabolisme nikotin. Salah satu bentuk hasil metabolisme nikotin adalah senyawa metabolit N-nitrosamin dalam bentuk 4-(*methyl-nitrosamino*)-1-(3-*pyridyl*)-1-*buthanone* (NNK) merupakan senyawa karsinogen yang kuat (Alaoui-Jamali *et al.*, 1991). Berkurangnya metabolisme nikotin pada hati sirosis disebabkan oleh berkurangnya *cytochrome* P450 (CYP) dan level ekspresi protein *flavin-containing monooxygenase* dalam hati (Miki *et al.*, 1998). Dikatakan pula bahwa CYP berfungsi mengubah nikotin menjadi kotinin dan *flavin-containing monooxygenase* berfungsi mengubah nikotin menjadi *nicotine-1, N-oxide*.

Bentuk-bentuk senyawa metabolit dari degradasi nikotin merupakan senyawa toksik yang berpengaruh pada metabolisme di hati dan menyebabkan kerusakan pada hati (Miki *et al.*, 1998; Eugene *et al.*, 1999). Sementara diketahui bahwa komponen volatil dan spesifik tembako nitrosamin berkolerasi positif dengan kandungan tar dan nikotin pada asap rokok (Martin *et al.*, 2001; Eugene *et al.*, 1999), dan nitrosamin, terutama nitrosamin spesifik dari tembako berhubungan erat dengan meningkatnya risiko terhadap kanker hati pada hewan percobaan (Eugene *et al.*, 1999). Dijelaskan pula bahwa hal tersebut terjadi dengan adanya induksi aktivitas *hepatocarcinogenic* dari *nitrosodimethylamine* oleh *ophisthrochis viverrini* (OV) yang meningkat sebagai pengaruh dari tembakau. Sementara CYP 1A

(dari paru-paru dan ginjal) meningkat mencapai maksimal dalam darah dengan adanya nikotin dalam plasma darah (Michael *et al.*, 1999).

Dengan terdapatnya senyawa-senyawa yang bersifat menginduksi kanker hati dalam udara asap rokok, penggunaan udara tersebut oleh perokok pasif juga dapat menginduksi kanker hati dalam tubuhnya. Lingkungan dengan asap tembakau dapat menyebabkan kanker hati pada hewan percobaan dan merupakan penyebab kanker hati yang potensial yang berkaitan dengan pembentukan radikal bebas yang bersifat oksidatif kuat (Witschi *et al.*, 1997; Witschi *et al.*, 1997).

Pengaruh Merokok terhadap Fungsi Jantung dan Sirkulasi Darah

Rokok diketahui menginduksi berbagai pengaruh terhadap kardiovaskular dan sistem hormonal dalam tubuh manusia (Karnel *et al.*, 1984; Karnel *et al.*, 1987; McGill, 1988; Benowitz, 1997; Ball dan Turner, 1974; Baer dan Radichenic, 1985). Pemberian nikotin dapat menyebabkan pelepasan beberapa hormon (Cryer *et al.*, 1976; Baer dan Radichenic, 1985) dan menyebabkan meningkatnya tekanan darah, detak jantung, *cardiac output*, dan pemakaian oksigen (Karnel *et al.*, 1984; Karnel *et al.*, 1987; McGill, 1988; Benowitz, 1997; Ball dan Turner, 1974). Dengan merokok dapat mengakibatkan perubahan pada morfologi dan fungsional dari saluran darah. Terjadinya morfologi yang abnormal, pembengkakan sel endotelial, edema yang menjalar pada sub endotelial, pendarahan pada subendotelial, dan meningkatnya makrofag subendotelial pada dinding pembuluh darah arteri (Bonham *et al.*, 1995; Colerige *et al.*, 1998; Colerige *et al.*, 1984; Lin *et al.*, 1993). Pemberian asap rokok kepada hewan percobaan dan *monolayers* sel endotelial, akan meningkatkan permeabilitas lapisan basal terhadap protein plasma (Lin *et al.*, 1993; Bonham *et al.*, 1996; Ho dan Lee, 1998; Jensen *et al.*, 1992) dan merubah nitrit oksida sintase dari arteri perifer (Ekwo *et al.*, 1983; Fox Bonham *et al.*, 1993) dan pelebaran pada arteriol resisten (Rubinstein *et al.*, 1991). Pengaruh toksik dari asap rokok berkaitan dengan dihasilkannya radikal oksigen yang dapat menginaktifkan nitrit oksida, yang berpengaruh pada meningkatnya permeabilitas mikrovaskular. Peningkatan permeabilitas mikrovaskular memungkinkan terjadinya *efflux macromolecular* dari dalam mikrovaskular ke jaringan (Mayhan dan Sharpe, 1998).

Pengamatan histologi terhadap pembuluh vena hewan percobaan menunjukkan adanya pendarahan dari vena *postcapillary* yang mengarah pada endema pada sela jaringan dan kerusakan fungsi jaringan (Rubinstein *et al.*, 1992). Dalam hal ini sedikit asap tembakau dapat meningkatkan produksi bradikinin dan berkurangnya jaringan eksogenus enzim *angiotensin I-converting* (ACE). Sementara ACE berperan dalam mengatur efek *edemagenic* dari bradikinin dan menghambat perembesan makromolekul ke jaringan. Dengan demikian kehadiran asap tembakau dapat menyebabkan merembesnya makromolekul dari pembuluh vena ke jaringan melalui penekanan terhadap jaringan dan aktivitas ACE (Xiao-Pei *et al.*, 1997; Rubinstein *et al.*, 1992; Yong *et al.*, 1992). Bradikinin merupakan senyawa peptid dalam plasma darah yang berfungsi sebagai vasodilatator yang kuat meningkatkan permeabilitas pembuluh kapiler dan dengan demikian menyebabkan *edema* (Ramali dan Pamoentjak, 2000).

Ditemukan juga bahwa konsumsi nikotin melalui rokok dapat menginduksi gangguan kesehatan pada perokok pasif dengan terjadinya peningkatan plasma endotelin-1 (ET-1) (Claudio *et al.*, 1997). Peningkatan plasma endotelin ini terjadi setelah terjadinya peningkatan plasma *vasopressin* (hormon yang berfungsi mengurangi pembentukan kemih dan meningkatkan tekanan darah). Peningkatan plasma endotelin-1 dapat menyebabkan terjadinya patogenesis dari beberapa kelainan pada kardiovaskular. Hal ini dapat terjadi sehubungan dengan sifat plasma endotelin-1 yang merupakan suatu peptida yang bersifat *vasoconstrictor* (unsur penyempit pembuluh darah) yang kuat dan berpengaruh pada pertumbuhan otot halus dan sel otot dari jantung (Claudio *et al.*, 1997).

Pemberian nikotin berpengaruh pada peningkatan kadar LDL-kolesterol, total kolesterol, trigliserida, dan glukosa dalam darah yang dapat mengarah pada terjadinya aterosklerosis (Nalini *et al.*, 1997; Claudio *et al.*, 1997). LDL (*low density lipoprotein*) dalam darah yang teroksidasi diketahui merupakan senyawa *aterogenic*. Di dalam asap rokok umumnya ditemukan nitrit oksida, nitrogen dioksida, radikal lemak, radikal lemak peroksi, beberapa aldehid dan polifenol (Witschi *et al.*, 1997; Kannel *et al.*, 1984). Senyawa-senyawa tersebut dapat berperan sebagai substrat yang memediasi oksidasi peroksida. Disamping itu antioksidan yang terdapat dalam ekstrak asap rokok berperan sebagai prooksidan. Dengan demikian pengaruh dari nikotin pada risiko terkenanya aterosklerosis adalah dengan meningkatkan oksidasi LDL melalui peningkatan H₂O₂ dan myeloperoksidase, serta peran dari

senyawa-senyawa nitrit oksida, nitrogen dioksida, radikal lemak, radikal lemak peroksi, beberapa aldehid dan polifenol sebagai mediator oksidasi peroksida (Nalini *et al.*, 1997).

Pengaruh Merokok terhadap Jaringan Saraf

Rokok terbukti merupakan faktor utama yang membahayakan kesehatan melalui timbulnya penyakit *coronary* dan *cerebrovascular*. Gangguan yang ditimbulkannya berupa gangguan pada arteri *coronary* dan sirkulasi darah otak, sehingga menyebabkan berkurangnya aliran darah otak dan mengakibatkan *stroke* (Volodymyr *et al.*, 1997; Carla *et al.*, 1997). Dalam hal ini dijelaskan bahwa nikotin menginduksi pembentukan senyawa aktif yang dapat mengganggu aliran darah dengan menginduksi terjadinya peradangan dalam pembuluh darah (Sharon *et al.*, 2001; Jennifer *et al.*, 2001). Gangguan yang ditimbulkan pada pembuluh darah tersebut dapat menyebabkan *vasoconstrictive* dan patologi seluler seperti pada perubahan kestimbangan Ca^{2+} pada pembuluh arteriol otak yang dapat menyebabkan *stroke* (Sharon *et al.*, 2001; Volodymyr *et al.*, 2001; Jennifer *et al.*, 2001).

Menurut Jennifer *et al.* (2001), nikotin dapat menyebabkan timbulnya pelepasan transmitter dari *synaptosome*. Sementara *synaptosome* merupakan bagian fungsional dari reseptor *ecetylcholine presynaptic* dan *channel* calcium. Senyawa metabolit nikotin yang berperan di sini adalah nornikotin (Omar *et al.*, 2001; Peter *et al.*, 1997; Aditama, 1992). Nornikotin merupakan senyawa aktif yang ada pada otak setelah pemberian nikotin perifer (subcutan). Pemberian nikotin yang berulang selama 21 hari akan meningkatkan akumulasi nornikotin dalam otak sebanyak 4 kali lipat (Omar *et al.*, 2001). Dengan demikian pemakaian nikotin yang terus menerus dapat menyebabkan pengaruh neurofarmakologi pada otak oleh metabolit nikotin dalam bentuk nornikotin (Hitoshi *et al.*, 1997). Salah satu bentuk neurofarmakologi yang ditimbulkan oleh nikotin adalah terjadinya *syncopal* pada seseorang.

Hitoshi *et al.* (1997) melakukan pengamatan pada seorang laki-laki berusia 77 tahun yang menderita *syncopal*, ditemukan bahwa nikotin dapat menyebabkan terjadinya *syncopal* yang berulang. Dalam hal ini, dikatakan bahwa nikotin dan *orthostatic hypotension* berperan penting pada vasokonstriksi dari pembuluh darah ke otak, dan ini mengakibatkan berkurangnya aliran darah ke otak. Dengan berkurangnya aliran darah ke

otak dapat menyebabkan terjadinya *syncopal* berulang pada penderita tersebut (Hitoshi *et al.*, 1997). Dijelaskan pula bahwa vasodilatasi dari arteriol pada jaringan otak melemah dengan penggunaan rokok yang terus menerus.

Melemahnya vasodilatasi disebabkan oleh meningkatnya produksi NO (nitrit oksida) dan aktivasi jalur-hubungan K^+ (Hitoshi *et al.*, 1997). Mami *et al.* (1998) menemukan bahwa, terjadinya vasokonstriksi pada pembuluh darah otak, sebagian disebabkan oleh tromboksan A_2 yang diinduksi oleh nikotin. Dalam hal ini, meningkatnya produksi NO (nitrit oksida) dan aktivasi jalur-hubungan K^+ serta meningkatnya tromboksan A_2 yang disebabkan oleh nikotin memberikan pengaruh yang sinergis pada terjadinya vasokonstriksi pada pembuluh darah otak, sehingga memperbesar terjadinya stroke akibat merokok.

PEMBAHASAN UMUM

Penelusuran karya-karya ilmiah hasil pengamatan terhadap pengaruh negatif merokok terhadap kesehatan ini memperlihatkan bahwa pengaruh merokok sangat besar terhadap kesehatan seseorang. Gangguan-gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh merokok sangat luas dan kompleks. Hampir seluruh organ fisiologis tubuh seorang yang menghirup atau mengkonsumsi rokok tidak terlepas dari pengaruh asap rokok yang masuk ke dalam tubuh.

Diantara senyawa yang terdapat dalam asap rokok adalah nikotin dan senyawa metabolitnya serta tar, merupakan senyawa yang paling banyak menimbulkan gangguan kesehatan. Sifatnya yang mudah diserap dan masuk ke dalam darah memungkinkan senyawa ini terdapat di seluruh jaringan tubuh perokok maupun perokok pasif. Dengan keberadaan senyawa tersebut dalam jaringan memungkinkan timbulnya gangguan-gangguan oleh senyawa tersebut di dalam jaringan.

Peran nikotin dalam menimbulkan gangguan tersebut dapat bersifat langsung dan tidak langsung terhadap suatu abnormali dari sistem fisiologis tubuh manusia dan hewan percobaan. Pembentukan senyawa toksik N-nitrosamin dari nikotin mempunyai peranan yang kuat dan luas dalam menimbulkan gangguan-gangguan fisiologis tersebut. Sebagai senyawa toksik N-nitrosamin dan derivatnya dapat menimbulkan gangguan proses fisiologis pada jaringan seperti pada gangguan penutupan luka lapisan

mukosa, kerusakan lapisan dalam saluran darah maupun pernafasan, timbulnya peradangan, kanker dan lainnya.

Senyawa N-nitrosamin dan senyawa lainnya yang terkandung dalam asap rokok tidak saja bersifat toksik tapi juga bersifat karsinogenik. Sebagai senyawa karsinogenik yang mudah diserap oleh darah, memungkinkan senyawa ini dapat menginduksi terjadinya kanker mulai dari rongga mulut, saluran pernafasan dan paru-paru, pembuluh darah, dan pada jaringan organ fisiologis lainnya. Terbentuknya kanker oleh senyawa tersebut dimulai dengan sifatnya sebagai radikal bebas atau oksidatif kuat dalam berbagai reaksi kimia tubuh. Selain itu senyawa aktif N-nitrosamin dan derivatnya dapat pula menginduksi pembentukan senyawa lain yang bersifat karsinogenik bagi jaringan bersangkutan.

Dengan mengetahui senyawa-senyawa toksik dan karsinogenik yang mudah diserap oleh tubuh yang terdapat dalam asap rokok, dan gangguan fisiologis yang dapat ditimbulkannya menjadikan asap rokok secara lambat namun pasti menyebabkan banyak gangguan kesehatan yang dapat bersifat fatal baik bagi si perokok dan terlebih bagi perokok pasif. Sebagai perokok pasif, menurut Aditama (1992) menerima kadar nikotin dan senyawa-senyawa karsinogenik lainnya yang lebih tinggi daripada si perokok. Terlebih lagi bagi seorang wanita perokok pasif yang di dalam tubuhnya terdapat GRPR yang terikat kromosom-x (Sharon *et al.*, 2000) yang dapat meningkatkan kerentanan terhadap terkenanya kanker. Hal-hal tersebut menjadikan wanita sebagai penerima akibat merokok yang paling besar dalam posisi sebagai perokok pasif.

Mensikapi hal tersebut, maka perlu penanggulangan masalah merokok yang dapat menyadarkan masyarakat baik di perkotaan maupun di pedesaan. Penanggulangan masalah merokok bukan saja menjadi tanggung jawab badan-badan kesehatan, melainkan merupakan tanggung jawab bersama yang melibatkan berbagai sektor terkait, termasuk media masa. Berdasarkan besarnya bahaya kesehatan yang ditimbulkan dengan merokok dan kurangnya informasi yang dapat menyadarkan masyarakat luas terutama di pedesaan, diperoleh bahwa jumlah perokok di pedesaan lebih banyak dari perokok di daerah perkotaan, demikian juga dengan tingkat kematian terkait kegiatan merokok. Hal ini sebagaimana dilaporkan oleh Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar, Litbang Kesehatan, 2007) prevalensi merokok di pedesaan (37,4%) lebih tinggi daripada perkotaan (32,3%). Demikian juga dengan kematian anak-anak dengan orang tua perokok dan terlebih di pedesaan (Tabel 2).

Tabel 2. Tingkat Kematian Bayi dan Balita

Subjek	Perkotaan		Pedesaan	
	Ayah perokok	Ayah tidak perokok	Ayah perokok	Ayah tidak perokok
Kematian bayi	6,3%	5,3%	9,2%	6,4%
Kematian balita	8,1%	6,6%	10,9%	7,6%

Sumber: Richard *et al.* (2009)

Memperhatikan data dalam Tabel 1, dapat diasumsikan bahwa tingkat kesadaran ayah di perkotaan terhadap bahaya merokok yang dapat berakibat pada kematian bayi dan balita lebih besar daripada tingkat kesadaran seorang ayah di pedesaan. Kesadaran akan bahaya merokok dari seorang perokok dapat tercermin melalui penanggulangan masalah merokok yang dilakukan melalui pendekatan "Gaya Hidup Sehat" di perkotaan maupun di pedesaan. Hal ini dapat terekpresi dalam perilaku perokok dengan tidak merokok di dalam rumah. Disadari bahwa dengan merokok di dalam rumah dapat membahayakan perokok pasif dan juga mengganggu kenyamanan anggota keluarga yang berada di dalam rumah. Dampak udara dengan asap rokok yang ada di dalam rumah akan lebih lebih besar apabila ventilasi dan sirkulasi udara dalam rumah tidak memadai sehingga menjadikan ruangan terasa semakin pengap dengan asap rokok.

Upaya lain dalam penanggulangan masalah rokok adalah melalui kesadaran masyarakat akan kesehatan lingkungan, yang sekaligus merupakan upaya penanggulangan minimal masyarakat melalui kesadaran akan kesehatan lingkungan udara yang bersih dan sehat. Hal tersebut dapat dilihat dari sikap masyarakat setempat terhadap kesehatan udara lingkungan terutama di tempat-tempat umum di sekitarnya dengan adanya area-area bebas rokok. Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap bahaya merokok menjadi alasan mengapa sulit untuk menetapkan area bebas asap rokok baik di daerah urban atau periurban. Hal ini dapat dilihat dari adanya dan terpeliharanya Area Bebas Rokok (ABR) seperti di tempat kerja masing-masing, restoran, rumah makan, angkutan umum, tempat ibadah dan sebagainya. Penetapan ABR di berbagai tatanan umum dapat diwujudkan melalui penggalangan komitmen bersama untuk melaksanakannya. Penetapan ABR lebih terlihat nyata keberadaannya di daerah urban daripada daerah periurban, terutama di restoran atau rumah makan sarana

kesehatan, tempat kerja, institusi pendidikan, arena kegiatan anak-anak, tempat ibadah dan angkutan umum bis dan kereta ber AC yang sehat bebas dari asap rokok.

Kedua cara penanggulangan bahaya merokok melalui pendekatan kesadaran masyarakat di tingkat keluarga lalu ke tingkat lingkungan kerja dan sosial, nampaknya lebih memperlihatkan hasil. Kesadaran masyarakat terhadap bahaya merokok dapat dibina dan ditingkatkan dengan dimulai dari lingkungan keluarga sebagai bagian terkecil dari masyarakat untuk hidup bersih dan sehat baik di dalam rumah maupun lingkungannya. Demikian juga dengan kesadaran perlunya memelihara kesehatan udara lingkungan yang bebas polusi asap terutama di tempat umum, dan khususnya bagi mereka yang tidak merokok sebagai hak mereka mendapatkan udara bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, J.D., Lee .S.J., & Hoffmann D. (1984). Carcinogenic agents in cigarette smoke and the influence of nitrate on their formation. *J. Carcinogenesis*, 5:221-223.
- Aditama, T.Y. (1992). *Rokok dan kesehatan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Alaoui-Jamali, M.A., Rosignol, G., & Castonguay, A. (1991). Protective effects of vitamin A against the genotoxicity of NNK, a nicotine-derived N-nitrosamine. *J. Carcinogenesis*; 12: 379-384.
- Allison, E.D. & Linda L.W. (2001). Protein kinase C regulation of dopamine transporter initiated by nicotinic receptor activation in slices of rat prefrontal cortex. *J of Neurochemistry*; 77: 839-848.
- Amparo, C.V. (1998) Nicotine stimulates DNA synthesis and proliferation in vascular endothelial cells in vitro. *J Appl Physiol*; 84: 2089-2098.
- Andrew, W.B. & Neil, C. (1999). Cigarette smoking. *J. of National Cancer Institute*; 91, 16: 1365-1375.
- Baer, L., & Radichevic, I. (1985). Cigarette smoking in hypertensive patients- blood pressure and endocrine responses. *Am J Med*; 78: 564-568.
- Ball, K., & Turner, R. (1974). Smoking and the heart: the basis for action. *Lancet*; 2: 822-826
- Benowitz, N.L., Jacob P., & Yu, L. (1989). Daily use of smokeless tobacco: systemic effects. *Ann Intern Med*; 111: 112-116.
- Benowitz, N.L. (1997). The role of nicotine in smoking-related cardiovascular disease. *Prev. Med.*; 26: 412-417.
- Bonham A.C., Koppagoda, C.T., Kott K.S, & Joad, J.P. (1995). Exposing young guinea pigs to sidestream tobacco smoke decreases rapidly adapting receptor responsiveness. *J Appl Physiol*; 78: 1412-1420.
- Bonham, A.C., Kott, K.S., & Joad, J.P. (1996). Sidestream smoke exposure enhances rapidly adapting receptor responses to substance P in young guinea pigs. *J Appl Physiol*; 81: 1715-1722.

- Booyse, F.M., Osikowcz, G., & Quarfoot, A.J. (1981). Effects of chronic oral consumption of nicotine on the rabbit aortic endothelium. *American Journal of Pathology*; 102:229238.
- Carla, C., Hank, F., Lain, N., Tomoko, M., Donna, G., Sonya, V., Annette, L., Yousef, A., Helen, V., Richard, B., & Anthony, C. (1997). Tobacco smoke is a source of toxic reactive glycation product. *Proc Natl Acad Sci USA*; 94: 13915-13920.
- Carnevali, S., Nakamura, Y., Mio, T., Liu, X., Romberger, D.J., Spurzem, J.R., & Rennard, S.I. (1998). Cigarette smoke extract inhibits fibroblast-mediated collagen gel contraction. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 274:L591-L598.
- Chow, J.Y., Ma, L., Zhu, M., & Cho, C.H. (1997). The Potentiating action of cigarette smoking on ethanol-induced gastric mucosal damage in rats. *J Gastroenterology*; 113:1188-1197.
- Claudio, L., Sabrina, C., Stefano, S., Luigi, S., & Giovanni, C. (1997). Increased plasma endothelin-1 after consumption in nonsmokers. *Clinical Chemistry*; 43: 2440-2441).
- Coleridge, H.M., Coleridge, J.C.G, & Schultz, H.D. (1998). Afferent pathways involved in reflex regulation of airway smooth muscle. *Pharmacol Ther*; 42: 1-63.
- Coleridge, J.C.G. & Coleridge, H.M. (1984). Afferent vagal C-fibre innervation of the lungs and airways and its functional significance. *Rev Physiol Pharmacol*; 99:1-109.
- Connolly, G.N., Winn, D.M., Hecht, S.S., Henningfield, J.E., Hoffman, D., & Walker B.Jr. (1986). The reemergence of smokeless tobacco. *N Engl J med*; 314: 1020-1027.
- Cryer, P.E. Haymond, M.W., Santiago, J.V., Shah, S.D. (1976). Norepinephrine and epinephrin release and adrenergic mediation of smoking-associated hemodynamic and metabolic events. *N Engl J Med*; 295: 573-577.
- Ekwo, Aj., Weinberger, M.M., Lachenbruch, P.A., & Huntley, W.H. (1983). Relationship of parental smoking and gas cooking to respiratory disease in children. *Chest*; 84: 662-668.

- Etsuro, S., Sekiya, K., Akemi, T., Takeshi, M., Keishi, K., Richard, A.R., Sonoko N., & Takateru, I. (1999). Smoke extract stimulates lung fibroblast to release neutrophil and monocyte chemotactic activities. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 277:L1149-L1157.
- Eugene, J.M., Klaus, D.B., Dietrich, H., Thira, L., Maitree, S., Nimit, M., & Lee S.C. (1999). Volatil nitrosamines and tobacco-specific nitrosamines in the smoke of Thai cigarettes: a risk factor for lung cancer and a suspected risk factor for liver cancer in Thailand. *Carcinogenesis*; 20: 133-137.
- Fox, A.J., Barnes, P.J., Urban, L., & Dray, A. (1993). An invitro study of the properties of single vagal afferents innervating guinea pig airways. *J Physiol*; 469: 21-35.
- Frank, B., Ainswort, S.R., Dye, J.T., Crammer, C., Thun, M.J., Hoffmann D., Repace, J.L., Henningfield, J.E., Slade, J., Pinney, J., Shanks, T., Burns, D.M., Connolly, G.N., Shopland, D.R . (2000). Health risks associated with cigar smoking. *JAMA*; 284, 6.
- Grady, D., Greene, J., Ernster, V.L. Robertson, P.B., Hauck, W., Greenspan, D., Greenspan, J., & Silverman, S.Jr. (1990). Oral mucosal lesions found in smokeless tobacco users. *J Am Dent Assoc*; 121:117-123.
- Hammond, S.K., Coghlin, J., Gann, P.H., Paul, M., Taghizadeh, K., Skipper, P.L, & Tennenbaum, S.R. (1993). Relationship between environmental tobacco smoke exposure and carcinogen-hemoglobin adduct level in nonsmoker. *J. of The National Cancer Institute* 85:474-478.
- Hitoshi, F., Mitsuhiro, K., & Hiroki, O. (1997). ^{99m}Tc -HMPAO brain SPECT imaging in a case of repeated syncopal episodes associated with smoking. *Stroke*; 28:1461-1463.
- Ho, C.Y. & Lee, L.Y. (1998). Ozon enhances excitabilities of pulmonary C fibre to chemical and mechanical stimuli in anethetized rats. *J Appl Physiol*; 85: 1509-1515.
- Irfan, R. & William, M.N. (1999). Lung glutathione and oxidative stress: implications in cigarette smoke-induced airway disease. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 277:L1067-L1088.

- Jennifer, M.K., McIntosh, J.M., Doju, Y., & Baldomero, M.O. (2001). Nicotine-evoked transmitter release from synaptosomes: functional association of specific presynaptic acetylcholine receptors and voltage-gated calcium channels. *J of Neurochemistry*; 77: 1581-1589.
- Jensen, E.W., Andersen, H.B., Nielsen, S.L., & Christensen, N.J. (1992). Long-term smoking increases transcapillary escape rate of albumin. *Scand J Clin Lab Invest*; 52: 653-656.
- Jia-Xiang. (2014). *Pro-Kontra Bahaya Rokok*, dalam <http://www.jia-xiang.biz/pro-kontra-bahaya-rokok/> diakses pada 22 September 2014.
- Kannel, W.B., D'Agostino, R.B., & Belanger, A.J. (1987). Fibrinogen, cigarette smoking and risk of cardiovascular disease: insights from the Framingham Study. *Am Heart J*; 113: 1006-1010.
- Kannel, W.B., McGee, D.L., & Castelli, W.P. (1984). Latest perspectives on cigarette smoking and cardiovascular disease: the Framingham Study. *J Card Rehabil*; 4: 267-277.
- Kiyoshi, T., Birgit, J., Jae, J.S., Pierre-Regis, B., Trang, D.P., Iris, Fu, Ursula, P., Peer, K., & Jay, A.N. (2001). Activation of epidermal growth factor receptors is responsible for mucin synthesis induced by cigarette smoke. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 280:L165-L172.
- Kohagen, K.R., Kim, M.S., McDonnell, W.M., Chey, W.D., Owyang, C., & Hasler, W.L. (1996). Nicotine effects on prostaglandin-dependent gastric slow wave rhythmicity and antral motility in nonsmokers and smokers. *J Gastroenterology* 19
- Kristin, E.A., Steven, G.C., Ming, Y., Robin, L.B., Chap. L., Lois, M., & Stephen, S.H. (2001). Metabolites of a tobacco-specific lung carcinogen in nonsmoking women exposed to environmental tobacco smoke. *J. of National Cancer Institute*; 93, 5: 378-381.
- Lin, S.J., Hong, C.Y., Chang, M.S., Chiang, B.N., & Chien S. (1993). Increased aortic endothelial cell death and enhance transendothelial macromolecular transport in streptozocin-diabetic rats. *Diabetologia*; 36:926-930.
- Liu, Y., Sundqvist, K., Belinsky, S.A., Castonguay, A., Tjalve, H., & Grafstrom RC. (1993). Metabolisme and macromolecular interaction of the tobacco-

- specific carcinogen 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone in cultured explants and epithelial cells of human buccal mucosa. *J. Carcinogenesis*; 14: 2383-2388.
- Ma, L., Wang, W.P., Chow, J.Y.C., Yuen, S.T., & Cho, C.H. (2000). Reduction of EGF is associated with the delay of ulcer healing by cigarette smoking. *Pharmacol*; 278: G10-G17.
- Mami, I., Hiroki, I., Shuji, D., Motoyasu, T., & Hisayoshi, F. (1998). Mechanisms underlying cerebrovascular effects of cigarette smoking in rats in vivo. *Stroke*; 29: 1656-1665.
- Martin, J.J., Richard, B., Paola, P., Colin, F. & Andrew, B. (2001). Nicotine yield from machine-smoked cigarettes and nicotine intakes in smokers: evidence from a representative population survey. *J. of National Cancer Institute*; 93, 2: 134-138.
- Martin, J.J., Richard, B., Paola, P., Colin, F. & Andrew, B. (2001). Nicotine yield from machine-smoked cigarettes and nicotine intakes in smokers: evidence from a representative population survey. *J. of National Cancer Institute*; 93, 2: 134-138.
- Masashi, K., Hiromasa, I., Koichiro, M., Hiroshi, K., Satoru, F., Hisamichi, A., & Nobuyuki, H. (2001). PAF mediates cigarette smoke-induced goblet cell metaplasia in guinea pig airways. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 280:L436-L441.
- Mayhan, W.G. & Sharpe, G.M. (1998). Nicotine impairs histamine-induced increases in macromolecular efflux: role of oxygen radicals. *J Appl Physiol*; 84: 1589-1595.
- McGill, H.C. (1988). The cardiovascular pathology of smoking. *Am Heart J*; 115:250-257.
- Michael, I.B., Jacqueline, F., Yang, W.P., Paul, E.T., Hans, F., Anna, S., Alycia, K.H., & George, C.W. (1999). Dose-dependent up-regulation of rat pulmonary, renal, and hepatic cytochrome P-450 (CYP) 1A expression by nicotine feeding. *J. Pharmacology and Toxicology*; 27:977-982.
- Miki, N., Kanae, I., Toshinori, Y., Yoshihiko, F., Takemi, Y., & Yukio, K. (1998). *Nicotine metabolism in liver microsomes from rats with acute hepatitis or cirrhosis*; 26:36-41.

- Mirjana, V.D., Steven, D.S., & Edith, Z. (2000). Doses of nicotine and lung carcinogens delivered to cigarette smokers. *J. of National Cancer Institute*; 92, 2: 106-111.
- Nalini, S., Robert, S., Sheldonj H., & Sampath, P. (1997). Aqueous extracts of cigarette smoke promote the oxidation of low density lipoprotein by peroksidases. *FEBS Letters*; 414: 549-551.
- Ofulue, A.F. & Mary, K. (1999). Effects of depletion of neutrophils or macrophages on development of cigarette smoke-induced emphysema. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 277:L97-L105.
- Ofulue, A.F., Mary, K., & Raja, T.A. (1998). Time course of neutrophil and macrophage elastolytic activities in cigarette smoke-induced emphysema. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 275:L1134-L1144.
- Omar, A.G., Linda, P.D., Dennis, K.M., & Peter, A.C. (2001). Acumulation of nicotine and its metabolites in rat brain after intermitten or continuous peripheral administration of [2'-¹⁴C]nicotine. *Drug Metabolism and Disposition* 29, 5: 645-651.
- Peter, A.C., Min, Li., & Linda, P.D. (1997). Metabolites of nicotine in rat brain after peripheral nicotine administration. *J. Drug Metabolism and Disposition*. 25; 1.
- Ramali, A. & Pamoentjak, K.S. (2000). *Kamus kedokteran*. Jakarta:Penerbit Djambatan.
- Raud, J., Dahlen, A.S., Lindbom, L., & Hedqvist, P. (1988). Enhancement of acute alergic inflamation by indomethacin is reversed by prostaglandin E₂: apparent corelation with in vivo modulation of mediator release. *Proc Natl Acad Sci USA*; 85:2315-2319.
- Reginald, V.F., Jack, E.H., Richard, A.N., & Wallace, B.P. (1999). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of moist snuff in humans. *Tob Control*; 8: 387-392.
- Richard D.S. *et al.* dalam TCSC-IAKMI. (2009). *Fakta Tembakau di Indonesia*. http://www.tcscindo.org/assets/applets/Fact_Sheet_Fakta_Tembakau_Di_Indonesia.pdf.

- Rubinstein, I., Houmsse, M., Davis, R.G., & Vishwanatha, J.K. (1992). Tissue angiotensin I-converting enzyme activity in spontaneously hypertensive hamsters. *Biochem Biophys Res Commun*; 183: 1117-1123.
- Rubinstein, I., Yong, T., Rennard, S.I., & Mayhan, W.G. (1991). Cigarette smok extract attenuates endothelium-dependent arteriolar dilatation in vivo. *Am J Physiol*; 261: H1913-H1918.
- Sharon, P.S., Heather, A.B., Christopher, T.G., Dayna, L.T., Autum, L.G.D., James, D.L., & Jill, M.S. (2000). Sex-specific expression of gastrin-realising peptide receptor: relationship to smoking history and risk of lung cancer. *J. of National Cancer Institute*; 92, 1: 24-33.
- Sharon, R.G., Natalie, M.M., Jian, C., Andrew, M.R., Marina, R.P., Jean-Pierre, C., McIntosh, J.M., Michael, J.M., & Allan, C.C. (2001). Nicotinic agonists stimulate acetylcholine release from mouse interpeduncular nucleus: a function mediated by a different nAChR than dopamine release from striatum. *J of Neurochemistry*; 77: 258-268.
- Volodymyr, G., Fangyi, Z., Alexander, G., & Marc, J.S.J. (2001). *Circulation Research*; 88: 359.
- Wijaya, A.M. (2013). *Data dan Situasi Rokok (cigarette) Indonesia Terbaru*, <https://www.infodokterku.com/index.php/en/98-daftar-isi-content/data/data-kesehatan/214-data-dan-situasi-rokok-cigarette-indonesia-terbaru>. Diperbaharui 15 Mei 2013.
- Witschi, H., Espiritu, I., Maronpot, R.R., Pinkerton K.E., & Jones A.D. (1997). The carcinogenic potential of the gas phase of environment tobacco smoke. *Carcinogenesis*; 18: 2035-2042.
- Witschi, H., Espiritu, I., Peake, J.L., Wu, K., Maronpot, R.R., & Pinkerton, K.E. (1997). The carcinogenicity of environment tobacco smoke. *Carcinogenesis*; 18: 575-586.
- Xiao-Pei, G., Hideyuki, S., Christopher, O.O., Sergei, .P, & Israel, R. (1997). Purified ACE attenuates smokeless tobacco-induced increase in macromolecular efflux from the oral mucosa. *J Apl Physiol*; 83:74-81.
- Y-Hong, L., & Duncan, F.R. (1999). Effects and interactions of opioids on plasma exudation induced by cigarette smoke in guinea pig bronchi. *AJP Lung Cell Mol Physiology*; 276:L391-L397.

104 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Yong, T., Gao, X., Koizumi, S., Conlon, J.M., Rennard, S.I, Mayhan, W.G., & Rubinstein, I. (1992). Role of peptidases in bradykinin-induced increase in vascular permeability in vivo. *Cir Res*; 70: 952-959.

Tanaman Puring (*Codiaeum Variegatum*) sebagai Pendegradasi Polutan Menuju Lingkungan Sehat

Susi Sulistiana

PENDAHULUAN

Mobilitas masyarakat urban pada era globalisasi menimbulkan banyak permasalahan perkotaan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti sosial budaya, ekonomi, kesehatan, lingkungan dan aspek lainnya. Masyarakat yang tinggal di pinggiran kota atau dari daerah lain yang datang ke kota guna mengadu nasib memunculkan banyak dampak pada kota tujuan. Dampak tersebut dapat berupa akulturasi budaya, peningkatan jumlah penduduk yang terjadi di waktu-waktu tertentu, peningkatan kepadatan lalu lintas akibat volume kendaraan bermotor yang semakin meningkat, munculnya kantung-kantung kemiskinan dari kaum pendatang, dan peningkatan sebaran penyakit menular. Permasalahan lainnya yang diakibatkan oleh urbanisasi adalah pemanasan global yang diakibatkan oleh pembangkit listrik, pabrik, kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil, serta efek rumah kaca.

Akibatnya, bumi dirasakan tak nyaman dulu. Sekarang bumi dirasakan lebih panas, karena polusi udara semakin meningkat, perjalanan makin berisiko karena cuaca tak tentu atau cuaca ekstrim. Dari segi kesehatan, urbanisasi memicu timbulnya berbagai penyakit yang berbahaya, terjadi banjir yang semakin sering akibat berkurangnya ruang hijau, oksigen semakin menipis, yang pada akhirnya mempercepat proses kerusakan lapisan bumi. Keadaan seperti ini perlu disikapi dengan bijak. Perlu dicari solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang timbul akibat urbanisasi tersebut, terutama upaya untuk menciptakan gaya hidup sehat bagi masyarakat perkotaan.

Salah satu cara untuk mewujudkan gaya hidup sehat bagi masyarakat perkotaan adalah mencoba menciptakan udara yang bersih, dengan menanam tanaman-tanaman hias yang berfungsi sebagai penyerap bahan pencemar dan debu di udara terutama akibat polusi kendaraan bermotor. Penanaman pohon-pohon penyerap zat kimia pencemar udara dapat mengurangi polusi sekitar 47-69%.

Jenis tanaman hias yang baik untuk mengurangi polusi udara diantaranya adalah puring (*Codiaeum variegatum*), dracaena (*Dracaena fragrans*), hanjuang (*Cordyline terminalis*), soka (*Ixora javanica*), dan kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), serta lily paris (*Chlorophytum comosum*). Rahman (2008) menyatakan bahwa tanaman puring (*Codiaeum variegatum*) adalah tanaman yang memiliki daun paling baik dalam menyerap unsur plumbum yang bertebaran di udara terbuka yaitu 2,05 mg/liter. Plumbum (Pb/timah hitam/timbal) merupakan salah satu jenis unsur yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Tulisan ini mencoba menguraikan tentang peranan tanaman puring dalam mendegradasi polutan sehingga dapat menciptakan lingkungan yang sehat. Tulisan ini diangkat terutama untuk mengantisipasi gaya hidup perkotaan yang banyak polusi.

DAMPAK GLOBALISASI BUDAYA URBAN

Menurut Aliyahmuthoharoh (2013), urban berarti sesuatu yang bersifat kota yang secara langsung maupun tidak menimbulkan urbanisasi, yaitu perpindahan penduduk dari desa ke kota. Salah satu dampak yang ditimbulkan dari urbanisasi adalah berkaitan dengan mobilitas penduduknya. Mobilitas masyarakat urban pada era globalisasi menimbulkan banyak permasalahan perkotaan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti sosial budaya, ekonomi, kesehatan, lingkungan dan aspek lainnya. Masyarakat yang tinggal di pinggiran kota atau dari daerah lain yang datang ke kota, guna mengadu nasib menimbulkan banyak konsekuensi pada kota seperti terjadinya akulturasi budaya, peningkatan jumlah penduduk yang terjadi di waktu-waktu tertentu yang meningkatkan kepadatan lalu lintas akibat volume kendaraan bermotor, peningkatan sebaran penyakit menular dan pemanasan global yang diakibatkan oleh pembangkit listrik, pabrik, kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil, serta efek rumah kaca.

Dampak negatif urbanisasi adalah polusi air, polusi tanah, dan polusi udara. Gas rumah kaca (GRK) yang dilepas (CO_2 , N_2O , CH_4) akan menimbulkan lubang pada lapisan ozon dan pemanasan global (*global warning*). Saat ini kita merasakan bumi tak nyaman dulu yaitu semakin panas, polusi semakin meningkat, perjalanan makin berisiko karena cuaca tidak tentu ataupun cuaca ekstrim. Di sisi kesehatan, hal tersebut memicu

timbulnya berbagai jenis penyakit yang lebih membahayakan karena bernotasi gen, makin sulit karena bencana, terganggunya suplai pangan, dan lain-lain. Selain itu berkurangnya ruang hijau menyebabkan banjir dimanamana, oksigen semakin sedikit dan akhirnya kesulitan untuk bernafas, serta mempercepat proses kerusakan lapisan bumi.

GAYA HIDUP SEHAT PERKOTAAN

Gaya hidup adalah adaptasi aktif individu terhadap kondisi sosial dalam rangka memenuhi kebutuhan untuk menyatu dan bersosialisasi dengan orang lain. Gaya hidup mencakup sekumpulan kebiasaan, pandangan dan pola-pola respons terhadap hidup, serta terutama perlengkapan untuk hidup. Cara berpakaian, cara kerja, pola konsumsi, bagaimana individu mengisi kesehariannya merupakan unsur-unsur yang membentuk gaya hidup. Machin dan Leeuwen dalam Suyanto (2013) menyatakan bahwa gaya hidup individu yang dicirikan dengan pola perilaku individu, akan memberi dampak pada kesehatan individu dan selanjutnya pada kesehatan orang lain.

Gaya hidup sehat perkotaan berkaitan dengan lingkungan yang bersih. Lingkungan bersih merupakan dambaan semua orang, namun tidak mudah untuk menciptakan agar lingkungan tersebut dapat terlihat bersih dan rapi. Tidak jarang karena kesibukan dan berbagai alasan lain, kita kurang memperhatikan masalah kebersihan lingkungan di sekitar kita, termasuk lingkungan rumah (Menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat, 2016).

Seiring majunya tingkat pemikiran masyarakat serta kemajuan teknologi di segala bidang kehidupan, maka tingkat kesadaran untuk memiliki lingkungan dengan kondisi bersih perlu ditingkatkan dari sebelumnya. Lingkungan dalam kondisi bersih serta sehat akan membuat para penghuninya nyaman dan kesehatan tubuhnya juga akan terjaga dengan baik. Kesehatan tubuh manusia berada pada posisi paling vital. Alasannya tentulah mengarah pada keberagaman kegiatan hidup manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya.

Penciptaan lingkungan yang bersih adalah tanggungjawab semua orang termasuk pemerintah dengan melalui kebijakan dan realisasi tindakan nyata. Selanjutnya untuk menumbuhkan tanggung jawab tersebut dibutuhkan proses dan langkah nyata. Proses dan langkah nyata inilah yang menjadi fokus perhatian kita, misalnya mengenal dan menangani polutan.

JENIS DAN BAHAYA POLUTAN BAGI KEHIDUPAN MANUSIA

Polutan adalah zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Polusi atau pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Suatu zat atau bahan dapat disebut sebagai zat pencemar atau polutan apabila zat atau bahan tersebut: (a) jumlahnya melebihi jumlah normal/ambang batas yang merugikan atau berbahaya; (b) berada pada tempat yang tidak semestinya; dan (c) berada pada waktu yang tidak tepat.

Menurut Direktorat Jenderal Hortikultura (2012), pencemaran udara dapat disebabkan oleh gas kendaraan bermotor, zat kimia dari bahan bangunan dan perabotan rumah tangga, asap pembakaran dari perapian dan pembakaran kayu, bahan kimia dari produk pembersih atau pewangi, serta pembasmi serangga. Dengan banyaknya sumber-sumber penyebab polusi, maka kita harus berusaha agar dapat mengurangi polutan yang berada di sekitar kita agar kualitas hidup kita menjadi baik. Beberapa zat berbahaya yang merupakan sumber polutan dan dampaknya bagi kesehatan manusia, antara lain sebagai berikut.

Karbon monoksida (CO)

Senyawa ini berwujud gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, CO lebih mudah diserap dan masuk ke aliran darah dibandingkan O₂ (Oksigen). CO merupakan gas buang dari sistem pembakaran kendaraan bermotor dan pembakaran sampah. Senyawa CO yang melampaui batas ambang dapat menyebabkan kelelahan, gangguan penglihatan dan koordinasi saraf, sakit kepala, mabuk, muntah, kehilangan daya ingat, gangguan pernafasan, nyeri pada bagian dada dan penyakit jantung.

Nitrogen dioksida (NO₂)

Senyawa ini berwujud gas tidak berwarna dengan aroma yang tajam. Biasanya NO₂ ini dihasilkan oleh kompor elektrik, *water heater*, dan perkakas dengan bahan bakar minyak tanah. Konsentrasi NO₂ yang berlebih dapat menyebabkan infeksi pernafasan dan serangan asma hingga kerusakan paru-paru.

Sulfur dioksida (SO₂)

Senyawa SO₂ ini berwujud gas tidak berwarna, berbahaya dengan aroma yang tajam. Sumber SO₂ adalah perkakas dengan bahan bakar minyak tanah, tungku atau perapian. SO₂ dalam kadar tertentu dapat menyebabkan bronchitis, memicu asma, dan kanker paru-paru.

Polutan tersebut ada yang berwujud cair atau padat, yang biasanya ditemukan pada limbah hasil kegiatan industri. Jenisnya ada yang berbau dan tidak berbau, ada yang berwarna dan tidak berwarna tergantung jenis logam pencemarnya.

Logam berat berdasarkan fungsinya terbagi menjadi 2, yaitu:

1. Logam berat esensial, keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Logam berat esensial, antara lain seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), kobalt (Co), mangan (Mn) dan lain sebagainya.
2. Logam berat tidak esensial atau beracun, keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan bersifat racun, seperti merkuri (Hg), cadmium (Cd), timbal (Pb), dan kromium (Cr).

Umumnya logam berat ditemukan pada limbah hasil kegiatan industri. Cd dihasilkan dari lumpur dan limbah industri kimia tertentu. Hg dihasilkan dari industri klor-alkali, industri cat, kegiatan pertambangan, industri kertas, serta pembakaran bahan bakar fosil. Pb dihasilkan dari peleburan timah hitam dan accu. Dampak yang ditimbulkan akibat logam berat antara lain alergi, mutagen, gangguan penglihatan dan koordinasi saraf, sakit kepala, mabuk, muntah, kehilangan daya ingat, gangguan pernafasan, kanker dan lainnya.

Benzena

Cairan hidrokarbon aromatik tidak berwarna dan mudah terbakar. Benzena ini dapat ditemukan pada produk bahan kimia seperti deterjen, insektisida, bahan bakar kendaraan, tinta, oli, cat, plastik, karet, bahan celup, bensin dan asap tembakau. Kanker, iritasi mata dan kulit, sakit kepala, kehilangan selera makan dan gejala kelelahan, merupakan gejala-gejala yang dapat timbul akibat menyerap benzena dalam konsentrasi di atas batas ambang.

Formaldehid

Senyawa ini berwujud gas yang tidak berwarna, dengan aroma yang kuat dan mudah terbakar. Formaldehid merupakan polutan yang dihasilkan oleh penghilang bau pada ruangan, lem perekat, tisu wajah, kertas toilet, asap rokok, gas alam, minyak tanah, bahan pembersih dan kamper sintetis yang masih baru. Dampak yang ditimbulkan polutan ini, antara lain iritasi mata, gangguan pada hidung, tenggorokan, sakit kepala, radang dan problem kulit.

Trichloroetilen

Senyawa ini berwujud cairan tidak berwarna yang digunakan sebagai pelarut untuk perkakas logam. Sumber polutan ini adalah *dry cleaning*, tinta cetak, cat, vernis, lem dan adesif. Dampak yang ditimbulkannya jika termakan dan terhirup akan menyebabkan kegelisahan, kerusakan paru-paru dan hati, detak jantung abnormal, koma dan kematian.

Xylen

Senyawa ini merupakan turunan benzena yang umum digunakan sebagai pelarut pada proses pencetakan, industri karet dan kulit. Merupakan cairan tidak berwarna dan mudah terbakar.

Sumber polutan ini adalah cat, karet, alat tulis, alat gambar, vernis dan industri kulit. Dengan mengetahui jenis dan sumber bahan polutan yang ada di sekitar lingkungan hidup, diharapkan kita dapat mengurangi polutan di sekitarnya, salah satunya dengan meletakkan tanaman di dalam ruangan atau menanam tanaman yang berpotensi mengurangi polutan sehingga risiko akibat bahan berbahaya dapat dikurangi.

TANAMAN SEBAGAI PENYERAP POLUTAN

Dengan adanya isu "*global warming*" sebagai salah satu akibat dari pencemaran udara di kota-kota besar yang sangat mengkhawatirkan, memberi isyarat kepada masyarakat agar lebih peduli terhadap dampak buruk akibat pencemaran udara (polusi). Menghadirkan tanaman di kawasan perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi sudah selayaknya dilakukan oleh masyarakat perkotaan. Namun langkah itu kerap diabaikan dalam pembangunan kota, bahkan pepohonan di tepi jalan sering diabaikan dengan menebangnya pada saat pembangunan jalan atau

gedung-gedung. Padahal beberapa jenis tanaman terbukti mampu menyerap polutan atau bahan kimia yang berada disekitar lingkungan hidup kita, seperti timbal, formaldehid, benzena, xilen, karbon monoksida dan lainnya, serta dapat menyediakan oksigen (O₂) bagi makhluk hidup.

Akhir-akhir ini kita resah dengan polusi yang makin memburuk di sekitar lingkungan hidup. Penyebab polusi cukup banyak diantaranya adalah hembusan asap dari pabrik, kendaraan bermotor, penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan pembuangan sampah yang tidak teratur. Polusi ini berdampak sangat buruk terhadap kesehatan manusia, binatang maupun tumbuhan.

Untuk menuju pada gaya hidup sehat di lingkungan perkotaan, salah satu kegiatannya dengan cara menanam pohon. Gerakan Tanam Pohon dan berbagai program penghijauan lainnya, yang merupakan kegiatan dalam rangka upaya untuk mengembalikan kota menjadi bersih, asri, indah dan nyaman, serta sehat bagi masyarakat. Dengan adanya program dan kegiatan gerakan menanam pohon atau meletakkan tanaman di dalam rumah dan gedung akan membantu memperbaiki kualitas udara dan sekaligus mengurangi kadar polutan. Kehadiran tanaman di dalam rumah telah terbukti dapat menyerap polutan secara alami dapat memproduksi oksigen dan menambah kelembaban, meredam kebisingan dan ampuh memerangi *Sick Building Syndrome*. Gejala penyakit ini banyak ditemukan pada masyarakat perkotaan yang lingkungannya banyak gedung-gedung dengan ventilasi yang kurang memadai dan sedikit lahan terbuka.

Indonesia banyak memiliki tanaman hias yang tersebar dan dapat tumbuh dengan mudah di wilayah Nusantara. Dari sekian banyak ragam tanaman hias yang ada di Indonesia, ada beberapa jenis tanaman yang berfungsi sebagai penangkal polutan.

Fungsi Tanaman

Tanpa disadari kita hidup di lingkungan yang sudah tercemar, baik di luar rumah maupun di dalam rumah. Dengan kondisi seperti itu kita sebenarnya tetap dapat meningkatkan kualitas hidup dengan menghadirkan tanaman di sekitar kita. Tanaman hias yang berada di sekitar kita, termasuk bagian tanaman seperti batang, ranting, akar, daun, dan bunga dapat berfungsi sebagai obat dan dapat menyerap polutan. Bagian tanaman yang berfungsi sebagai penyerap polutan terutama adalah bagian tajuk tanaman, terutama daunnya. Proses pengurangan polutan dapat dilakukan dengan

dua cara yaitu diserap (*absorp*) atau dijerap (*adsorp*). Diserap artinya masuk ke struktur daun melalui stomata, sedangkan dijerap artinya hanya menempel di permukaan daun dan memungkinkan terlepas dan menjadi polutan kembali.

Secara garis besar fungsi tanaman hias (flori) meliputi fungsi ekologis, sosial dan estetika. Secara ekologis keberadaan tanaman dapat untuk menyerap dan menjerap polutan, menyerap karbon dioksida, menghasilkan oksigen, menciptakan iklim mikro, sebagai habitat satwa liar, dan fungsi ekologi lainnya. Fungsi sosial antara lain tanaman dapat dimanfaatkan untuk mengobati berbagai penyakit (obat herbal), untuk kepentingan upacara adat/agama, dan kegiatan budaya. Selain itu tanaman juga dapat menghasilkan buah, bunga maupun daun sebagai komoditas yang bernilai ekonomi. Fungsi estetika tanaman adalah untuk meningkatkan keindahan lingkungan, baik keindahan bentuk maupun warna daun, bunga, buah maupun tajuknya.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh faktor kesuburan media tanam dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang terutama harus diperhatikan adalah keadaan iklim setempat, yaitu cahaya, kelembaban, suhu udara dan air. Untuk tumbuh setiap tanaman membutuhkan lingkungan yang berbeda, faktor lingkungan yang tidak cocok akan memberikan bermacam dampak pada tanaman tersebut, seperti tidak dapat tumbuh, tidak dapat berbunga atau pertumbuhannya menjadi lambat. Dengan demikian pada saat kita hendak membudidayakan tanaman hias, kita harus memperhatikan faktor lingkungan yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman.

Tanaman Hias Potensial Penyerap Polutan

Hampir semua jenis tanaman pada dasarnya dapat menyerap polutan, baik polutan udara, tanah maupun air, namun kadarnya berbeda-beda. Sebagian tanaman hias kelompok perdu, semak, penutup tanah dan tanaman air yang berpotensi untuk penyerap polutan. Tanaman hias memiliki warna yang beragam namun warna daun tidak berpengaruh terhadap penyerapan polutan. Beberapa parameter penyerapan polutan adalah kepadatan stomata, konduktor stomata, tekanan air daun dan evapotranspirasi (semakin tinggi semakin bagus). Polutan yang detoksitasi pada tanaman tidak berbahaya bagi pengguna.

Berikut ini beberapa jenis tanaman hias yang berfungsi sebagai penyerap polutan, berdasarkan jenis kelompok tanamannya dan jenis polutan yang diserapnya (Direktori Jendral Holtikultura, 2012).

Kelompok Tanaman Perdu

- 1) Azalea Putih (*Rhododendron mucronatum*).
- 2) Bougenvil Merah (*Bougainvillea glabra*)
- 3) Dracaena (*Dracaena fragrans*)
- 4) Hanjuang (*Cordyline terminalis*)
- 5) Kedondong Cina/Cikra-Cikri (*Polyscias fruticosa*)
- 6) Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* L.)
- 7) Palem Bambu/Palem Komodo (*Chamaedorea erumpens*)
- 8) Palem Kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*)
- 9) Puring (*Codiaeum variegatum* L.)
- 10) Soka (*Ixora javanica*)

Kelompok Tanaman Epifit

- 1) Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis*)
- 2) Anggrek Dendrobium (*Dendrobium jayakarta*)

Kelompok Tanaman Semak

- 1) Bromelia (*Bromelia* sp.)
- 2) Heliconia Merah (*Heliconia psittacorum*)
- 3) Kaktus (*Cactus* sp.)
- 4) Lili (*Spathiphyllum wallisii*)
- 5) Lolipop Merah (*Jacobinia carnea*)
- 6) Marantha (*Marantha leuconeura* L.)
- 7) Pakis Kelabang (*Nephrolepis exaltata*)
- 8) Pedang-pedangan (*Sansevieria trifasciata*)
- 9) Philodendron (*Philodendron* sp.)
- 10) Sirih Gading (*Scindapsus aureus/Epipremnum aureum*)
- 11) Sri Rejeki (*Aglaonema modestum*)
- 12) Suplir (*Adiantum tenerum*)
- 13) Syngonium (*Syngonium podophyllum*)

114 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Kelompok Tanaman Ground Cover

Lily Paris (*Chlorophytum comosum*)

Kelompok Tanaman Air

Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Tabel 1.
Jenis Tanaman Hias Penyerap Polutan

No.	Komoditas	Menyerap Jenis Polutan							
		CO	NO ₂	SO ₂	Logam Berat (timbal, Pb, timah hitam)	Benzena	Formaldehid	Trichloro etilen	Xylen
1	Azalea Putih (<i>Rhododendron mucronatum</i>)		35,95				√		
2	Dracaena (<i>Dracaena fragrans</i>)		75,74			√	√	√	
3	Hanjuang (<i>Cordyline terminalis</i>)		41,34					√	
4	Kedondong Cina (<i>Polyscias fruticosa</i>)		20,95						
5	Kembang Sepatu (<i>Hibiscus rosasinensis</i> L.)	2,03							
6	Palem Bambu/Palem Komodo (<i>Chamaedorea erumpens</i>)					√	√	√	√
7	Palem Kuning (<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>)		19,48			√	√	√	√
8	Puring (<i>Codiaeum variegatum</i> L.)				√				
9	Soka (<i>Ixora javanica</i>)						√		

116 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

No.	Komoditas	Menyerap Jenis Polutan							
		CO	NO ₂	SO ₂	Logam Berat (timbal, Pb, timah hitam)	Benzena	Formaldehid	Trichloro etilen	Xylen
10	Anggrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i>)								√
11	Anggrek Dendrobium (<i>Dendrobium jayakarta</i>)						√		
12	Bougenvil Merah (<i>Bougainvillea glabra</i>)		2,38						
13	Bromelia (<i>Bromelia sp.</i>)								
14	Heliconia merah (<i>Heliconia psittacorum</i>)		13,60						
15	Kaktus (<i>Cactus sp.</i>)					√			√
16	Lili (<i>Spathiphyllum wallisii</i>)					√	√	√	
17	Lolipop Merah (<i>Jacobinia carnea</i>)		100,02						
18	Marantha (<i>Marantha leuconeura L.</i>)								
19	Pakis Kelabang (<i>Nephrolepis exaltata</i>)						√		√
20	Pedang-pedangan (<i>Sanseiviera sp.</i>)					√	√	√	
21	Philodendron (<i>Philodendron sp.</i>)						√		

No.	Komoditas	Menyerap Jenis Polutan							
		CO	NO ₂	SO ₂	Logam Berat (timbal, Pb, timah hitam)	Benzena	Formaldehid	Trichloro etilen	Xylen
22	Sirih Gading (<i>Scindapsus aureus</i>)	√	24,63			√	√		
23	Sri Rejeki (<i>Aglaonema modestum</i>)					√	√		
24	Suplir (<i>Adiantum</i> sp.)						√		
25	Syngonium (<i>Syngonium podophyllum</i>)						√		
26	Lily Paris (<i>Chlorophytum comosum</i>)						√		
27	Enceng gondok (<i>Eichornia crassipes</i>)				√				

Sumber: Direktori Jendral Holtikultura (2012)

JENIS - JENIS TANAMAN PURING DAN PEMBUDIDAYAANNYA

Morfologi dan Jenis-jenis Tanaman Puring

Penghijauan merupakan salah satu upaya manusia untuk mengurangi dampak berbagai pencemaran udara. Penghijauan juga merupakan penanggulangan polutan secara biologis untuk memperbaiki kualitas udara dan perlu dilakukan secara terpadu dan berkelanjutan agar berhasil dengan baik. Agen tanaman untuk upaya penghijauan yang dapat digunakan adalah tanaman yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi polutan tersebut, salah satunya tanaman puring.

Puring adalah tanaman yang memiliki daun paling baik dalam menyerap unsur plumbum (Pb/timah hitam/timbal) yang bertebaran di udara terbuka yaitu 2,05 mgr/liter (Rahman, 2008). Selain sebagai tanaman penyerap polutan, puring yang dikenal juga dengan nama Croton digunakan sebagai tanaman hias karena keindahan keragaman corak dan warnanya. Warna daun bermacam-macam, seperti hijau, kuning, orange, merah, dan ungu dengan corak daun bintik-bintik atau garis. Umumnya, semakin tua umur tanaman, warna daun semakin menonjol, bahkan dalam satu tanaman memiliki dua atau tiga warna. Bentuk daun puring juga bervariasi, ada yang berbentuk huruf Z, burung walet, ekor ayam, dasi, keriting spiral, dan anting-anting (Heri, 2008).

Tanaman ini dapat tumbuh sangat baik di sekitar sumur/sumber air, sehingga akar-akarnya akan memperbaiki kualitas air dengan cara menyerap kelebihan unsur fosfor yang terkandung dalam air. Tanaman puring juga dapat digunakan sebagai tanaman obat, antara lain rebusan daun hijau yang sudah tua dipakai untuk menurunkan demam dan rebusan akarnya sebagai obat pencahar.

Bagi kalangan tertentu, aura puring dipercaya memancarkan nilai-nilai positif sehingga diyakini sebagai pelindung untuk ketentraman dan kesejahteraan dalam rumah tangga. Selain itu tanaman puring yang juga dikenal oleh masyarakat sebagai tanaman kuburan ini, menjadi simbol/lambang kepasrahan masyarakat kepada Allah (maha pencipta) yang mengingatkan manusia bahwa suatu hari nanti akan menghadapNya (Suryani, 2008).

Berdasarkan berbagai pemanfaatannya, yaitu sebagai tanaman penyerap polutan tanaman hias, tanaman obat, penyerap/penangkap unsur fosfor, simbol ketentraman dan kesejahteraan masyarakat, serta

kepasrahan terhadap penciptanya, maka tanaman puring perlu dikaji dan dikembangkan dengan cara budidaya yang optimal dengan memperhatikan kebutuhan lingkungan utamanya/syarat tumbuhnya.

Klasifikasi

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subklas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Codiaeum</i>
Spesies	: <i>Codiaeum variegatum</i>

Morfologi

Tanaman puring memiliki tinggi 90 cm - 3,5 m dengan naungan 90 cm – 1,8 m dan tekstur kasar. Susunan daun spiral dengan tipe daun bulat, bergelombang. Keindahan tanaman ini terletak pada bentuk daunnya yang sangat variatif. Batang berkayu, berkambium, dan bercabang. Akar puring termasuk dalam akar serabut. Dalam satu tanaman memiliki bunga jantan dan betina (*monoceous*) dan berukuran kecil dengan warna agak kekuningan. Bentuk buah membulat dengan warna hijau atau coklat (Henny *et al.*, 2007).

Penamaan Puring

Kadir (2008) menyatakan bahwa sejauh ini sangat sulit untuk mendapatkan nama jenis bagi sejumlah puring. Kelangkaan literatur yang membahas tanaman ini merupakan salah satu penyebabnya. Tidak hanya di Indonesia, di luar negeri pun puring diberi nama secara lokal atau nama komersial. Oleh karena itu satu tanaman puring dapat memiliki beberapa nama. Contohnya puring yang dikenal dengan nama Polkadot memiliki nama lain, seperti *Captain Kidd*, *Red Spot*, dan *Marcos*.

Berbagai nama yang digunakan untuk puring beraneka ragam, misalnya di Florida, nama sejumlah puring berdasarkan nama tokoh terkenal, seperti Nancy Reagan, Franklin Roosevelt, dan General Mac Arthur. Sedangkan di

Indonesia, penamaan puring sering kali berdasarkan bentuk daunnya, seperti *Concord* dan *Jet* karena bentuk daunnya seperti pesawat. Jenis hewan, seperti ekor ayam, kura, burung walet, gelatik, dan kenari, juga banyak digunakan sebagai nama jenis tanaman puring.

Jenis-Jenis Tanaman Puring

Beberapa jenis tanaman puring yang ada di Indonesia dengan penamaan bersifat lokal sebagai berikut.

1. *Puring Kura*

Puring yang dikenal dengan nama *Croton Tao Thong* atau *Tortoise* sangat populer di Indonesia. Kata *Tao* berasal dari bahasa *Thai* yang berarti kura-kura, begitu pula *Tortoise* dalam bahasa Inggris. Warna daun tersusun atas warna hijau, kuning, merah, dan coklat. Permukaan/guratan daun agak berkerut, seperti tubuh/tempurung hewan kura-kura (*Gambar 1a*).

2. *Puring Emping*

Puring emping berdaun kecil, tebal dengan warna dominan kuning dan hijau. Bentuk daun agak bundar dan bergelombang seperti emping. Puring ini juga disebut sebagai puring kuping (*Gambar 1b*).

3. *Puring Walet*

Puring walet yang juga disebut puring sriti, memiliki daun seperti tersobek dan memanjang di bagian tengah. Helai daun tumbuh menjuntai. Warna daun menarik terlihat saat daun sudah tua, yaitu warna daun coklat gelap dengan semburat merah di bagian tulang utama daun. Sedangkan warna bintik-bintik daunnya adalah merah (*Gambar 1c*).

4. *Puring Apel Malang*

Bentuk daun puring apel malang membulat dengan bercak-bercak putih. Daun-daunnya tersusun rapat seperti spiral dengan warna kuning dan hijau (*Gambar 1d*).

5. *Puring Anting*

Tanaman ini dikenal sebagai *Mother and Daughters* di luar negeri. Penamaan tersebut didasarkan pada daunnya yang memanjang disertai daun kecil yang dihubungkan oleh tulang daun. Puring ini sebenarnya merupakan jenis dengan nama populer *Appendiculatum*. Dengan nama lengkapnya *Codiaeum variegatum* var. *Pictum*. *F. Appendiculatum*. Warna daun bervariasi dari hijau ke merah dengan tulang daun kuning dan merah (*Gambar 1e*).

6. *Puring Gelatik*

Daunnya memanjang dan lebar dengan ujung lancip. Pucuk daun merekah dan didominasi warna kuning memberi kesan seperti burung gelatik (*Gambar 1f*).

7. *Puring Jengkol*

Puring ini memiliki bentuk dan warna mirip jengkol. Hal ini tampak dari bentuk daun yang bundar dan permukaan bawah daun yang berwarna coklat kehitam-hitaman. Daunnya agak terpuntir dan diperindah oleh adanya anting di bagian ujung (*Gambar 1g*).

8. *Puring Oscar*

Jenis puring ini memiliki kombinasi warna daunnya sangat atraktif. Daun muda dibentuk oleh warna hijau dan kuning yang berbercak secara acak. Warna tersebut akan berubah menjadi coklat kehitam-hitaman dan merah setelah daun menua (*Gambar 1h*).

Berikut gambar beberapa jenis tanaman puring.



A. Puring Kura



B. Puring Emping



C. Puring Walet



D. Puring Apel Malang



E. Puring Anting



F. Puring Gelatik



G. Puring Jengkol



H. Puring Oscar

Gambar 1. Jenis-jenis Tanaman Puring

Pembudidayaan Tanaman Puring

Pada pembudidayaan tanaman puring ini, menjelaskan syarat tumbuh, media tanam, pemeliharaan tanaman dan perbanyak tanaman puring.

Syarat Tumbuh

Suryani (2008) mengemukakan bahwa syarat tumbuh tanaman puring, meliputi cahaya, temperatur, dan kelembaban.

1. Cahaya

Di habitat aslinya, tanaman puring tumbuh di tempat terbuka dengan sinar matahari penuh. Namun demikian, di tempat teduh pun puring dapat tumbuh dengan subur. Sebagaimana tanaman lainnya, puring membutuhkan sinar matahari dalam proses metabolismenya, terutama dalam proses fotosintesis. Tanpa sinar matahari, proses tumbuh dan berkembangnya tanaman akan terhambat.

Setiap tanaman membutuhkan cahaya dengan intensitas yang berbeda-beda. Intensitas cahaya adalah banyaknya cahaya yang diterima setiap tanaman setiap harinya. Kebutuhan intensitas cahaya puring berkisar antara 90-100%, dengan lama penyinaran 10-12 jam/hari. Pada umumnya tanaman puring tidak membutuhkan naungan. Jika cahaya terlalu sedikit, warna daun tidak cemerlang, rata-rata warna yang muncul hanya hijau. Beberapa jenis puring berdaun cerah, akan lebih terlihat tajam/jelas warna daunnya apabila terkena sinar matahari sehingga sangat baik dijadikan tanaman *outdoor*.

2. Temperatur

Tanaman puring dan kerabatnya tumbuh paling ideal pada temperatur sekitar 18-20°C. Namun beberapa jenis tertentu, seperti puring yang berdaun kecil menyukai suhu sekitar 30°C. Suhu tersebut merupakan suhu rata-rata di Indonesia. Jadi, tanaman puring sangat ideal ditanam di Indonesia ini. Pada suhu rendah, daun akan lebih sempit tetapi tebal, sedangkan pada suhu tinggi, daun akan lebih lebar tetapi tipis.

3. Kelembaban

Tanaman puring menyukai kelembaban sedang. Kelembaban optimal untuk puring berkisar antara 30-60% yang didukung dengan sirkulasi udara yang lancar atau tidak terhambat. Dengan demikian, tanaman ini mampu tumbuh di daerah kering. Kelembaban yang terlalu tinggi akan merangsang munculnya serangan hama dan penyakit, terutama penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan cendawan.

Media Tanam

Menurut Silitonga (2007), media yang baik adalah media yang tidak padat dan mengandung banyak oksigen. Media tanam puring, meliputi pupuk kandang, tanah merah, akar pakis halus, akar pakis kasar, pasir malang, sekam bakar, dan pupuk lambat urai (*slow release*) adalah kombinasi media tanam terbaik dengan pH 5,5-7,5. Pakis, pasir malang, dan sekam bakar digunakan untuk mendapatkan media tanam yang gembur (*porous*) dengan perbandingan 1:1 setiap komponen. Sedangkan pupuk lambat/*slow release* diberikan dengan ukuran 1 sendok makan setiap 6 bulan untuk pot yang berdiameter 35 cm.

Stamps, *et.al.*, dalam Silitonga (2007), mengemukakan beberapa alternatif media tanam puring adalah tanah dan daun bambu (1:1), atau sekam yang telah dilapukkan dan tanah (2:1), atau sekam yang telah dilapukkan dan humus daun bambu (2:1), atau sekam bakar, pasir, dan cocopeat (3:1:1). Media juga dapat ditambahkan dengan sedikit pupuk kandang dan pakis halus sebagai bahan campuran media tersebut.

Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, penggantian pot/*reportting*, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan 1-2 kali sehari pada pagi hari atau sore hari. Pemupukan dapat menggunakan pupuk lambat urai yang diberikan setiap 6 bulan sekali, pupuk NPK dapat diberikan 1 bulan sekali, pupuk daun dapat diberikan dengan cara disemprotkan ke dalam media 2-3 minggu sekali, atau pupuk kandang dapat diberikan 2 bulan sekali. Untuk mendapatkan hasil yang optimal sebaiknya pemupukan dilakukan dengan kombinasi antar pupuk tersebut yang diberikan secara bergantian.

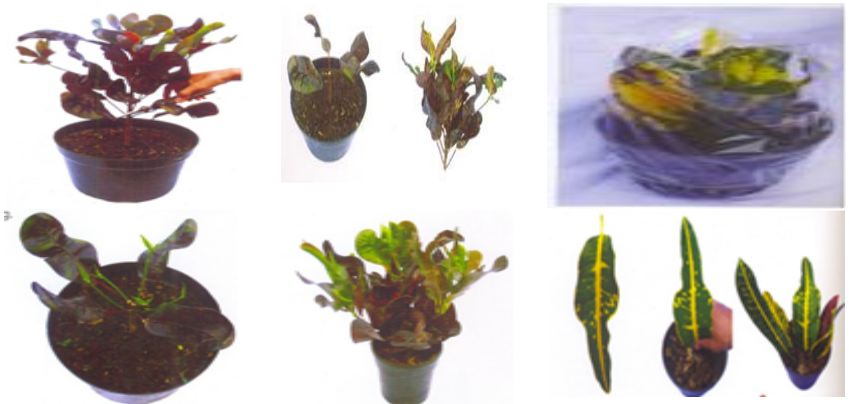
Apabila ukuran tanaman tidak lagi proporsional terhadap ukuran pot dan akarnya, maka perlu dilakukan penggantian pot/*reportting* yaitu 6 bulan - 1 tahun sekali. Gangguan hama yang sering menyerang, yaitu kutu putih (*mealy bugs*), kutu sisik, thrips, laba-laba kecil, dan ulat. Sedangkan penyakit pada tanaman puring seringkali disebabkan oleh jamur dan bakteri (*Agrobacterium tumefaciens*).

Pengendalian dan pencegahan hama menggunakan insektida dan penyakit tanaman menggunakan fungisida yang diberikan secara berkala, yakni 2 minggu sekali (Kadir, 2008).

Perbanyak Tanaman

Perbanyak tanaman dapat dilakukan secara vegetatif melalui stek batang, stek daun, okulasi, dan pencangkakan, serta perbanyak secara generatif melalui biji (Kadir, 2008).

Berikut gambar beberapa cara perbanyak tanaman puring dan tahapannya.



Stek Batang

Stek Daun



1. Ambillah sepotong batang puring, lengkap dengan daunnya. Potonglah sedemikian rupa agar bagian pangkalnya tajam. Apabila daun terlalurimbun, pangkaslah sedikit. Tujuannya agar unsur hara secara efisien terpakai untuk menyatukan sambungan, bukannya habis untuk pertumbuhan pertumbuhan daun. Gunakan pisau yang tajam dan bersih, bila perlu celupkan lebih dulu dalam cairan antihama (dapat juga menggunakan alkohol).



2. Siapkan tanaman induk, yakni puring yang berbeda jenis dari puring yang hendak disambung. Sebaiknya pilihlah tanaman yang sudah dewasa (berkayu). Lalu, potonglah salah satu dahannya.



3. Lalu, belahlah dahan tersebut dibagian tengah



4. Selipkan pangkal batang puring yang hendak disambung, ke antara belahan dahan puring induk.



5. Ambilah sehelai plastik. Tariklah sampai agak memanjang. Ikatlah sambungan dengan plastik tersebut.

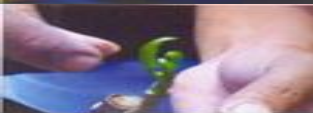


6. Terakhir, sambungan dapat disungkup untuk mendapatkan hasil yang optimal dan agar daun tidak rontok

Okulasi Batang



1 Potong pucuk puring dan buat sayatan berbentuk V



2 Tempelkan pada batang yang telah diberi sayarat berbentuk V



3 Ikat sambungan dengan menggunakan tali rafia atau plastik



4 Sungkup tanaman dengan kantong plastik transparan

Okulasi Pucuk



Cangkok



Perbanyakan dengan Biji

Gambar 2.
Cara Perbanyakan Tanaman Puring

STUDI KASUS PEMANFAATAN TANAMAN PURING

Pencemaran udara merupakan keberadaan zat-zat yang mestinya bukan bagian dari atmosfer. Kendaraan bermotor menjadi salah satu penyebab meningkatnya pencemaran udara, karena mengandung berbagai bahan pencemar yang berbahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan, dan infrastruktur yang terdapat di sekitarnya. Menurut Fergusson dalam Antari dan Sundra (2009), bahan pencemar (polutan) yang berasal dari gas kendaraan bermotor umumnya berupa gas hasil sisa pembakaran dan partikel logam berat, seperti timah hitam/timbal/plumbum (Pb). Pb yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor rata-rata berukuran 0,02-0,05 μm sebesar 60-70 %. Semakin kecil ukuran partikelnya semakin lama waktu menetapnya.

Pb sangat berbahaya bagi manusia karena mekanisme masuknya timbal ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernapasan, pencernaan, ataupun langsung melalui permukaan kulit. Daya racun Pb dapat mengakibatkan peradangan pada mulut, diare, anemia, mual dan sakit di

sekitar perut, serta kelumpuhan (Hamidah, 1980). Kajian Pusarpedal (2004) melaporkan bahwa dari sampel darah 40 orang siswa sekolah dasar (SD) di sekitar Serpong menunjukkan bahwa 11 siswa darahnya mengandung 10-19 µg/dl kadar Pb dan 29 orang siswa lainnya mengandung 6-9 µg/dl kadar Pb. Kadar Pb dalam darah siswa-siswa SD tersebut lebih tinggi dari kadar Pb dalam darah siswa SD di DKI Jakarta, yaitu sekitar 1,2-7 µg/dl dengan standar CDCP yaitu ambang batas bahaya untuk Pb yang ditoleransi sebesar 10 µg/dl.

Salah satu upaya manusia untuk mengurangi dampak berbagai pencemaran udara adalah penghijauan. Penghijauan juga merupakan penanggulangan polutan secara biologis untuk memperbaiki kualitas udara dan perlu dilakukan secara terpadu dan berkelanjutan agar berhasil dengan baik. Agen tanaman untuk upaya penghijauan yang dapat digunakan adalah tanaman yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi polutan tersebut, salah satunya adalah tanaman puring.

Dalam penjelasan sebelumnya telah diuraikan bahwa puring (*Codiaeum variegatum*) adalah tanaman yang memiliki daun paling baik dalam menyerap unsur Pb yang bertebaran di udara terbuka yaitu 2,05 mg/liter. Selain sebagai tanaman penyerap polutan, puring yang dikenal juga dengan nama *Croton* digunakan sebagai tanaman hias karena keindahan keragaman corak dan warnanya. Warna daun bermacam-macam, seperti hijau, kuning, orange, merah, dan ungu dengan corak daun bintik-bintik atau garis.

Pepohonan termasuk dalam hal ini tanaman puring mampu menurunkan konsentrasi partikel timbal (Pb) yang melayang di udara, karena kemampuannya untuk dapat meningkatkan turbulensi dan mengurangi kecepatan angin. Celah stomata mulut daun yang berkisar antara 2 - 4 µm atau 10 µm dengan lebar 2 -7 µm, maka ukuran timbal yang demikian kecil akan masuk ke dalam daun dengan mudah, serta akan menetap dalam jaringan daun, dan menumpuk di antara sel jaringan pagar (*palisade*), dan atau jaringan bunga karang (*spongy tissue*), begitu pula cabang, batang, atau ranting tanaman. Sedang zarah yang lebih besar ukurannya akan terakumulasi pada permukaan kulit luar tanaman ("Permasalahan degradasi lingkungan hidup perkotaan", 2009).

Beberapa kajian yang dilakukan pada tanaman lain menemukan penyerap timbal (Pb), diantaranya adalah tanaman damar (*Agathis alba*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), jamuju (*Podocarpus imbricatus*), pala (*Mirystica fragrans*), asam landi (*Pithecelobium dulce*), dan johar (*Cassia*

siamea) mempunyai kemampuan sedang sampai tinggi dalam menurunkan kadar timbal dari udara (Fakuara *dalam* Lubis dan Suseno, 2002). Pada tahun 2002, Lubis dan Suseno melakukan pengkajian kandungan Pb dalam batang, daun, dan akar gantung tanaman yang tumbuh di sepanjang jalan sekitar Puspipetek dan Serpong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman dikotil yang diwakili tanaman karet kebo (*Ficus elliptica*) menyerap Pb relatif lebih tinggi dibandingkan tanaman monokotil (*Ficus benjamina*) maupun tanaman merambat (*Ficus* sp.), serta akumulasi Pb rerata sebesar 16 mg/kg berat kering dari ketiga tanaman tersebut.

Kandungan Pb di sekitar jalan raya atau kawasan perkotaan sangat tergantung pada kepadatan lalu lintas, jarak terhadap jalan raya, arah dan kecepatan angin, cara mengendarai, dan kecepatan kendaraan (Parsa, 2001). Perumahan Batan Indah terletak di wilayah Kecamatan Serpong yang termasuk dalam Kota Tangerang Selatan yang dijadikan daerah pengembangan industri dan gudang (*Techno Park*) yang diduga mengakibatkan pencemaran udara cukup tinggi. Juga masyarakat di perumahan tersebut cukup banyak yang menanam tanaman puring sebagai tanaman hias, baik dalam pot maupun langsung ditanam di tanah.

Metode

Tempat studi kasus dilaksanakan di kota Tangerang Selatan dan Bogor. Kota Tangerang Selatan (Serpong) sebagai tempat kegiatan dalam pengumpulan data primer berupa data observasi lapangan tentang keragaman tanaman puring, sedangkan analisis bagian organ tanaman, yaitu pucuk, daun, dan batang dalam mengakumulasi penyerapan timbal (Pb) dilakukan di laboratorium Batan, Pasar Ju'mat, Lebak Bulus. *Herbarium Bogoriensis* di Kota Bogor, sebagai tempat penelitian laboratorium dalam mengidentifikasi kultivar tanaman puring. Ruang lingkup studi kasus ini dibatasi yaitu kandungan timbal di sekitar jalan raya yang tergantung pada jarak terhadap jalan raya saja.

Alat yang digunakan dalam studi kasus ini terdiri atas kantong plastik yang bening, gunting tanaman, pisau, buku lapangan, alat tulis, dan kertas label, serta alat Spektrometri Pendar Sinar-X (XRF) X-MET 5100 yang digunakan untuk analisis Pb. Bahan yang digunakan adalah pucuk, daun, dan batang tanaman puring (*Codiaeum variegatum*), serta bahan kimia yang digunakan untuk analisis Pb.

Pengambilan sampel bersifat *purposive sampling* yang diambil pada 2 titik lokasi/stasiun pada jalan/blok F, G, H, I, J, K, L, M, dan N (9 jalan) di Perumahan Batan Indah. Masing-masing Blok, terdiri atas titik pertama, yaitu lokasi depan yang dekat dengan jalan raya sekitar 50 m jaraknya (padat lalu lintas) dan titik ke-dua, yaitu lokasi yang jauh dengan jalan raya sekitar 250 m jaraknya (sepi lalu lintas). Sehingga jumlah sampel yang diambil sebanyak 18 sampel dan masing-masing sampel terdiri atas pucuk, daun, dan batang tanaman puring, dengan ulangan 3 kali. Dengan demikian total jumlah sampel adalah 162 sampel. Selanjutnya sampel dianalisis di Laboratorium Batan (Badan Tenaga Atom Nasional), Pasar Ju'mat. Sebagian sampel daun diidentifikasi nama kultivar puringnya di *Herbarium Bogoriensis*, Bogor.

Sampel pucuk, daun, batang puring yang baru diambil dimasukkan ke dalam kantong yang dibuat dari kertas, kemudian dikeringkan dalam *oven* atau tanur sampai beratnya konstan dengan suhu 525°C selama 18 jam. Penetapan kadar kandungan timbal (Pb) pada sampel pucuk, daun, dan batang tanaman puring dilakukan dengan menggunakan alat Spektrometri Pendar Sinar-X, X-MET 5100, yaitu sampel yang sudah berupa abu dimasukkan ke dalam cup sampel disinari dengan sumber sinar-x dengan tegangan 40 kV yang ada di dalam X-MET 5100. Hasil interaksi contoh dengan sumber pengekstisasi sehingga menghasilkan sinar-x sekunder karakteristik yang digunakan untuk analisis kualitatif dan energi sinar-x sekunder yang dipancarkan dideteksi dengan detektor perangkap sinar-x dalam bentuk kadar yang digunakan untuk analisis kuantitatif. Data yang diperoleh dari analisis kadar timbal (Pb) secara statistik diuji dengan ANOVA.

Analisis Studi Kasus

Berdasarkan studi kasus tanaman puring yang sudah dibahas, maka dalam sub topik ini dilakukan analisisnya studi kasus tersebut yang meliputi kandungan timbal pada tanaman puring, pengaruh jarak lokasi dan organ tanaman puring, dan jenis tanaman puring di perumahan Batan Indah, Tangerang Selatan.

Kandungan Timbal (Pb) pada Tanaman Puring

Kandungan timbal (Pb) pada tanaman puring pada masing-masing lokasi sampling bervariasi, baik pada pucuk, batang, maupun batang tanaman puring. Akumulasi Pb dalam pucuk berkisar 7.33-26 µg/gr; daun berkisar 14.0-44.33 µg/gr ; dan batang berkisar 27.67-220.67 µg/gr (Tabel 2).

Menurut Siregar (2005), secara normal kandungan Pb dalam berbagai jenis tanaman berkisar antara 1.0-3.5 µg/gr. Berdasarkan batasan kandungan maksimal Pb dalam tanaman maksimal 3.5 µg/gr ini, maka dapat diketahui bahwa kandungan Pb dalam tanaman puring di Perumahan Batan Indah sudah melebihi batas normal kandungan Pb dalam tanaman. Namun dari sisi batas toksisitas Pb terhadap tanaman, yaitu sekitar 1000 ppm atau µg/gr (Sunaryo, dkk.,1991) maka tanaman puring kandungan Pbnya masih di bawah ambang batas toksisitas tanaman sehingga belum berpengaruh terhadap penurunan pertumbuhan terutama daun, fisiologi tanaman, serta kematian tanaman puring. Hal ini juga ditunjukkan pada penampilan (morfologi) secara keseluruhan dari tanaman yang diamati masih terlihat sehat, subur, dan rimbun daunnya. Menurut Widagdo (2005) bahwa kerusakan tanaman terutama kerusakan akut yang terjadi pada daun karena pencemaran udara, pada awalnya ditandai oleh adanya penampakan kekurangan kandungan air, yang kemudian akan berkembang menjadi mengering dan memutih hingga sampai berwarna gading pada kebanyakan spesies. Selain itu dijumpai pula pada beberapa spesies, perubahan warna daun yang terpapar polutan tercemar menjadi coklat atau merah kecoklatan. Sedangkan menurut Malhotra dan Khan (1984) dalam Kusuma (2014) menyatakan bahwa kerusakan tanaman karena pencemaran udara berawal dari tingkat kimia, selanjutnya tingkat ultrastruktural, kemudian tingkat sel, dan diakhiri dengan terlihatnya gejala pada jaringan daun, seperti klorosis dan nekrosis.

Tabel 2.

Pengaruh Jarak Lokasi dan Organ terhadap Penyerapan Timbal (Pb)

No.	Lokasi		Rata-rata Kandungan Pb dalam Organ Puring (µg/gr)		
	Jalan/Blok	Jarak	Pucuk	Daun	Batang
1	F	Dekat (50 m)	12	26.67	60.33
		Jauh (250 m)	18.67	16	115.33
2	G	Dekat (50 m)	14.33	31.67	27.67
		Jauh (250 m)	7.33	18.67	37
3	H	Dekat (50 m)	12.33	14	30
		Jauh (250 m)	10.67	18	30.33
4	I	Dekat (50 m)	26	44.33	103
		Jauh (250 m)	15.67	19.67	76.33
5	J	Dekat (50 m)	20.33	23.33	165.33
		Jauh (250 m)	9.33	16.33	42.67
6	K	Dekat (50 m)	18.67	25	220.67
		Jauh (250 m)	13.33	28.67	39.67
7	L	Dekat (50 m)	24.33	32.33	65
		Jauh (250 m)	14.67	18.67	136

No.	Lokasi		Rata-rata Kandungan Pb dalam Organ Puring ($\mu\text{g}/\text{gr}$)		
	Jalan/Blok	Jarak	Pucuk	Daun	Batang
8	M	Dekat (50 m)	20.67	17	44.33
		Jauh (250 m)	13	24	48
9	N	Dekat (50 m)	20.33	27.67	203
		Jauh (250 m)	22.67	29.67	95

Pengaruh Jarak Lokasi dan Organ Tanaman Puring terhadap Penyerapan Timbal (Pb)

Hasil studi kasus yang disajikan dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa secara keseluruhan rata-rata penyerapan Pb tanaman puring pada lokasi yang dekat jalan raya atau padat lalu lintas lebih tinggi (pucuk: 18.78 $\mu\text{g}/\text{gr}$; daun: 26.89 $\mu\text{g}/\text{gr}$; dan batang: 102.15 $\mu\text{g}/\text{gr}$) dibandingkan dengan lokasi yang jauh dari jalan raya atau sepi lalu lintas (pucuk: 13.93 $\mu\text{g}/\text{gr}$; daun: 21.07 $\mu\text{g}/\text{gr}$; dan batang: 68.93 $\mu\text{g}/\text{gr}$). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Inayah dkk (2010) terhadap kandungan Pb dalam daun tanaman angkana (7.30 $\mu\text{g}/\text{gr}$) dan rumput gajah mini (12.38 $\mu\text{g}/\text{gr}$) lebih tinggi di lokasi yang banyak dilalui kendaraan bermotor dibanding yang sedikit dilalui kendaraan bermotor, yaitu pada daun angkana 2.04 $\mu\text{g}/\text{gr}$ dan rumput gajah mini 2.12 $\mu\text{g}/\text{gr}$. Tingginya kandungan Pb tersebut diduga karena letaknya yang dekat dengan sumber emisi yang mengeluarkan banyak partikel Pb.

Selain itu berdasarkan hasil analisis uji ANOVA pada selang kepercayaan 95% yang terlihat pada Tabel 4, adanya pengaruh yang nyata antara jarak dan organ tanaman terhadap penyerapan Pb. Perbedaan ini diduga karena banyak faktor yang mempengaruhi kandungan Pb dalam tanaman, diantaranya kandungan Pb dalam tanah, morfologi atau struktur tanaman, fisiologi tanaman, dan umur tanaman.

Tabel 3.
Pengaruh Jarak dan Organ terhadap Penyerapan Timbal (Pb)

Organ	Rata-rata Penyerapan Timbal ($\mu\text{g}/\text{gr}$), N=27		
	Jarak		Total
	Dekat (50 m)	Jauh (250 m)	
Pucuk	18.78	13.93	16.35
Daun	26.89	21.07	23.98
Batang	102.15	68.93	85.54
Total	49.27	34.64	41.96

Tabel 4. Analisis Sumber Keragaman Penyerapan Timbal (Pb)

Sumber	db	JK	KT	F	Sig.
Jarak	1	8668.056	8668.056	7.625	0.06
Organ	2	155409.975	77704.988	68.358	0
Jarak*Organ	2	7006.37	3503.185	3.082	0.049
Error	156	177330.296	1136.733		
Total terkoreksi	161	348414.698			

$R^2 = 0.491$ (Adj. $R^2 = 0.475$)

Jenis Tanaman Puring

Hasil identifikasi, dari 18 sampel tanaman puring namanya hanya memiliki satu Author, yaitu *Codiaeum variegatum* (Lam.) Blume. Penamaan author tersebut berdasarkan data tanaman puring yang ada di Herbarium Bogoriensis dan Min *et.al.*, (2003). Jumlah kultivar yang ditemukan adalah 13 kultivar, dan kultivar yang paling banyak, yaitu puring lele (kultivar 9), sejumlah 3 sampel (Tabel 5).

Berdasarkan bentuk daunnya maka jenis kultivar puring terbagi dalam 2 kelompok, yaitu kultivar yang berdaun kecil dan jenis yang berdaun lebar. Kultivar berdaun kecil sebanyak 7 kultivar yang terdiri atas kultivar: 1, 3, 4, 5, 7, 11, dan 12. Sedang kultivar berdaun lebar sebanyak 6 kultivar yang terdiri atas kultivar: 2, 6, 8, 9, 10, dan 13. (Gambar 3).

Organ penyerap Pb paling baik (tinggi) adalah batang (rata-rata: 220.67 $\mu\text{g}/\text{gr}$), yaitu dari kultivar *Pictum Spot* (kultivar 11) yang memiliki daun berukuran kecil. Jenis kultivar ini terdapat di jalan/blok K dekat jalan raya. Sedang organ penyerap Pb yang terbaik (tertinggi) pada pucuk (rata-rata: 26 $\mu\text{g}/\text{gr}$) dan daun (rata-rata: 44.33 $\mu\text{g}/\text{gr}$) adalah dari kultivar Apel Malang (kultivar 7), yang terletak di jalan/blok I dekat jalan raya. Dengan demikian kedua kultivar tersebut berada di lokasi yang padat lalu lintas (Tabel 2, 5, dan Gambar 3). Hal yang sama terjadi pada hasil kajian yang dilakukan oleh Rangkuti (2003) pada tanaman kayu manis di sisi kiri jalan tol Jagorawi, bahwa kandungan timbal dalam kulit kayu (rata-rata sebesar 19.59 ppm) lebih tinggi dibandingkan dalam daun (rata-rata sebesar 7.96 ppm) tanaman tersebut.

Timbal (Pb) dapat terakumulasi di permukaan organ tanaman atau terserap ke dalam jaringan. Konsentrasi timbal yang tinggi dalam jaringan tanaman disebabkan karena proses masuknya timbal ke dalam jaringan dapat melalui beberapa cara, diantaranya penyerapan melalui akar dan

daun. Penyerapan melalui akar dapat terjadi apabila Pb terdapat dalam bentuk senyawa terlarut (Rangkuti, 2003). Kemampuan daun dalam menyerap suatu polutan dipengaruhi oleh karakteristik morfologi daun, seperti ukuran dan bentuk daun, adanya rambut pada permukaan daun, dan tekstur daun (Strakman *dalam* Siringoringo, 2000). Berdasarkan hasil studi kasus yang menunjukkan bahwa organ batang menjerap Pb lebih tinggi dibandingkan organ pucuk dan daun, hal ini diduga bahwa Pb yang diserap oleh batang melalui dua cara, yaitu melalui jaringan batang itu sendiri terutama jaringan kambium dan melalui akar dalam bentuk ion-ion yang terlarut dalam air, seperti unsur hara yang ikut masuk bersama aliran air.

Tabel 5. Jenis (kultivar) Tanaman Puring

No.	Jalan/Blok	Jarak	Kultivar Puring
1	F	Dekat	Puring Emping (kultivar 1)
2		Jauh	Puring Kelabang (kultivar 2)
3	G	Dekat	Puring Jet Mini/Tombak (kultivar 3)
4		Jauh	Puring Merak (kultivar 4)
5	H	Dekat	Puring (kultivar 5)
6		Jauh	Puring Jet Amerika (kultivar 6)
7	I	Dekat	Puring Apel Malang (kultivar 7)
8		Jauh	Puring Jet Batik atau Golden Jet (kultivar 8)
9	J	Dekat	Puring Lele (kultivar 9)
10		Jauh	Puring (kultivar 10)
11	K	Dekat	Puring Pictum Spot (kultivar 11)
12		Jauh	Puring Lele (kultivar 9)
13	L	Dekat	Puring Apel Malang (kultivar 7)
14		Jauh	Puring Felicity Atau Twist and Point (kultivar 12)
15	M	Dekat	Puring Lele (kultivar 9)
16		Jauh	Puring Merak (kultivar 4)
17	N	Dekat	Puring (kultivar 5)
18		Jauh	Puring Jet Merah (kultivar 13)

136 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Berikut ini terdapat 13 jenis (kultivar) Puring lihat pada Gambar 3.



Puring Emping (kultivar 1)



Puring Kelabang (kultivar 2)



Puring Jet Mini/Tombak
(kultivar 3)



Puring Merak (kultivar 4)



Puring (kultivar 5)



Puring Jet Amerika (kultivar 6)



Puring Apel Malang
(cultivar 7)

Puring Jet Batik atau
Golden Jet (cultivar 8)

Puring Lele (cultivar 9)

Puring (cultivar 10)



Puring Pictum Spot
(cultivar 11)

Puring Felicity/Twist &
Point (cultivar 12)

Puring Jet Merah
(cultivar 13)

Gambar 3.
13 Jenis (Kultivar) Puring

PENUTUP

Penyerapan timbal/Pb oleh tanaman puring pada lokasi dekat jalan raya atau padat lalu lintas lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi yang jauh dari jalan raya atau sepi lalu lintas. Jumlah kultivar puring yang ditemukan berdasarkan identifikasi adalah 13 kultivar dan kultivar yang paling banyak adalah puring lele (kultivar 9), yang didapatkan pada ketiga jalan atau blok.

Selain itu, organ tanaman puring penyerap Pb paling baik adalah batang ($220.67\mu\text{g}/\text{gr}$), yaitu dari kultivar *Pictum Spot* yang memiliki daun berukuran kecil. Sedang organ tanaman puring penyerap Pb yang terbaik pada pucuk ($26\mu\text{g}/\text{gr}$) dan daun ($44.33\mu\text{g}/\text{gr}$) adalah dari kultivar *Apel Malang*. Kedua kultivar tersebut berada di lokasi yang padat lalu lintas.

Tanaman puring dapat direkomendasikan sebagai penyerap atau pendegradasi polutan yang baik terutama timbal, yang dapat ditanam di perumahan atau di jalan protokol. Semua organ tanaman puring (pucuk, daun, batang) dapat menyerap polutan, sehingga dengan penanaman tanaman puring maka lingkungan sehat di perkotaan dapat terwujud atau terealisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyahmuthoharoh. (2013). Budaya urban. Retrieved from http://aliyahmuthoharohfib09.web.unair.ac.id/artikel_detail-70801-Umum-BUDAYA%20URBAN.html.
- Antari, R.J & I.K. Sundra. (2009). *Kandungan timah hitam (plumbum) pada tanaman peneduh jalan di kota Denpasar*. Denpasar: Jurusan FMIPA-UNUD.
- Direktori Jendral Holtikultura, (2012). *Informasi teknis budidaya tanaman pot dan lansekap. Seri tanaman hias penyerap polutan*. Direktorat Budidaya dan Pascapanen Florikultura. Jakarta.
- Hamidah. (1980). *Keracunan yang disebabkan oleh timah hitam*. Jakarta: Pewartia Oseana.
- Henny, R.j, L.S. Orbone & A.R. Chase. (2007). *Classification for Kingdom Plantae Down to Species Codiaeum variegatum (L.) Blume*. Plants Database Natural Resources Conservation Service, united States Departement of agriculture.
- Heri. (2008). Puring dan keunikannya. Retrieved from <http://tamanbunga.net.wordpress.com>.
- Inayah, S.N, T. Las, & E.Yunita. (2010). Kandungan Pb pada daun Angsana (*Pterocarpus indica*) dan rumput Gajah Mini (*Axonopus* sp.) di jalan protokol kota Tangerang. *Jurnal Valensi*, 2 (1): 340-346.
- Kadir, A. (2008). *Puring*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kusuma, A.W. (2014). *Penggunaan tumbuhan sebagai bioindikator dalam pemantauan pencemaran udara*. Surabaya: Program Pasca Sarjana (S2) Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Surabaya. Retrieved from <http://digilib.its.ac.id/penggunaan-tumbuhan-sebagai-bioindikator-dalam-pemantauan-pencemaran-udara-17195.html>. 14 November 2014.

140 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

- Lubis, E.& H. Suseno. (2002). *Penyerapan timbal oleh tanaman berakar gantung*. Jakarta: Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif (P2PLR).
- Menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat (2016, July 5). Retrieved from http://www.superindo.co.id/hidup_sehat/info_sehat/menciptakan_lingkungan_yang_bersih_dan_sehat
- Min, B.C, K.O.Hor, & O.Y.C.Lin. (2003). *1001 Garden Plants in Singapore*. Singapore: National Parks.
- Pusarpedal. (2004). Hasil kajian dampak pencemaran udara berdasarkan pengukuran sampel darah 230 murid SD di kawasan Serpong, Tangerang, dan DKI. Retrieved from <http://www.kpbb.org/makalahind/hasilpengukuranTSPdanlogam berat.pdf>.
- Parsa, K. (2001). *Penentuan kandungan Pb dan penyebaran di dalam tanah pertanian di sekitar jalan raya Kemenuh, Gianyar*. Denpasar: FMIPA Kimia. Universitas Udayana.
- Permasalahan degradasi lingkungan hidup perkotaan (2009). Retrieved from <http://www.penataan ruang.net/taru/nspm/22/Bab3.pdf>.
- Rahman. (2008). Hasil penelitian UII: Daun tanaman puring efektif serap timbal. Retrieved from <http://langitlangit.com>. 17 Januari tahun 2009.
- Rangkuti, M.N.S. (2003). Kandungan logam berat timbal dalam daun dan kulit kayu tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmani* Bl) pada sisi kiri jalan tol Jagorawi. *Jurnal BioSMART*, 6(2): 143-146.
- Silitonga, R.R. (2007). *Puring eksotis*. Jakarta: PT Buana Ilmu Populer.
- Siregar, E.B.M. (2005). Pencemaran udara, respon tanaman dan pengaruhnya pada manusia. Fakultas Pertanian. USU. Retrieved from Repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1095/3/05001255.pdf.txt.

- Siringoringo, H.H. (2000). Kemampuan beberapa jenis tanaman hutan kota dalam menyerap partikel timbal. *Buletin Penelitian Hutan*, 62 (2): 1-16.
- Sunaryo, W.L.R. Kusmadji, A. Djalil, E. Nurdi, W. Whardana, & I. Idil. (1991). *Tumbuhan sebagai bioindikator pencemaran udara oleh timbal*. Proseding Seminar Hasil Penelitian Perguruan Tinggi Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Depdikbud. Jakarta.
- Suryani, T.V. (2008). *Galeri puring*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suyanto. B. (2013). Sosiologi ekonomi kapitalisme dan konsumsi di era masyarakat Post-Modernisme. Jakarta: Kencana. hal. 138-143. Retrieved from <http://digilib.uinsby.ac.id/197/8/Bab%202.pdf>.
- Widagdo, S. (2005). *Tanaman elemen lanskap sebagai biofilter untuk mereduksi polusi timbal (Pb) di udara*. Bogor: Makalah Program PascaSarjana (S3). Institut Pertanian Bogor.

Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ

Inggit Winarni

PENDAHULUAN

Salah satu dampak dari peledakan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi adalah pencemaran terhadap lingkungan. Pada batas-batas tertentu lingkungan sekitar kita masih mampu membersihkan dirinya dari segala macam zat pencemar. Namun, bila jumlahnya sudah melebihi kemampuan lingkungan, maka perlu keterlibatan manusia untuk mengatasinya. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran adalah dengan menggunakan mikroba. Saat ini mikroba banyak dimanfaatkan untuk pengelolaan lingkungan karena dapat memperbaiki kualitas lingkungan perairan. Selain itu, karena mikroba mampu merespon perubahan fisika atau kimia dalam suatu lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai indikator alami terhadap perubahan lingkungan akibat dari pencemaran air.

Ada bermacam-macam bahan pencemar. Ada yang berasal dari sumber-sumber alami dan ada yang berasal bahan sintetik. Ada yang bersifat yang mudah dirombak (*biodegradable*) dan ada yang sangat sulit bahkan tidak bisa dirombak (*rekalsitran/nonbiodegradable*). Ada juga yang bersifat racun bagi jasad hidup dengan bahan aktif tidak rusak dalam waktu lama (*persisten*). Banyak usaha telah dilakukan untuk mengatasi berbagai bahan pencemar perairan tersebut, mulai dari cara fisika, kimia, dan biologi. Namun cara biologi merupakan cara yang paling tepat, bila dilihat dari keuntungan atau kelebihannya. Beberapa mikroba telah diketahui dapat mendegradasi bahan pencemar, diantaranya adalah bakteri heterotrof. Bakteri heterotrofik merupakan golongan bakteri yang mampu memanfaatkan dan mendegradasi senyawa organik kompleks yang mengandung unsur C, H, dan N menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bakteri heterotrof juga dapat berperan sebagai biomonitoring.

Biomonitoring adalah metode pemantauan kualitas air dengan menggunakan indikator biologis (*bioindikator*). Bioindikator adalah kelompok atau komunitas organisme yang keberadaannya atau perilakunya di alam berhubungan dengan kondisi lingkungan. Apabila terjadi perubahan

kualitas air maka akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan. Secara umum istilah biomonitoring dipakai sebagai alat atau cara yang penting dan merupakan metode baru untuk menilai suatu dampak pencemaran lingkungan (Mukono, 2006).

Apabila terjadi perubahan kualitas air maka hal itu akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan. Rahayu (2009) mengatakan bahwa kelompok organisme penunjuk kualitas lingkungan yang umum digunakan dalam pendugaan kualitas air adalah plankton (mikroorganisme yang hidup melayang-layang di dalam air), periphyton (alga, cyanobacter, mikroba dan detritus yang hidup di dalam air), mikrobentos (mikroorganisme yang hidup di dalam atau di permukaan air), makrobentos (makroinvertebrata yang hidup di dalam atau di permukaan air), makrophyton (tumbuhan air), nekton (kelompok ikan kecil). Kelompok organisme tersebut sering digunakan dalam pendugaan kualitas air karena dapat mencerminkan pengaruh perubahan kondisi fisik dan kimia yang terjadi di perairan dalam selang waktu tertentu. Indikator yang digunakan sebagai biomonitoring biasanya hidup atau menempati wilayah perairan tertentu atau disebut indikator biologis. Indikator biologis merupakan cara terbaik untuk diterapkan dalam pengelolaan lingkungan karena organisme berinteraksi langsung dengan lingkungannya (Hakim dan Trihadiningrum, 2012).

Bioindikator merupakan kelompok atau komunitas organisme yang saling berhubungan, yang keberadaannya atau perilakunya sangat erat berhubungan dengan kondisi lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai satu petunjuk atau uji kuantitatif. Biomonitoring merupakan metode sangat cepat dan tidak mahal dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan dapat pula mengikutsertakan masyarakat umum untuk membantu mengontrol kebersihan dan kesuburan lingkungan lahan perairan, sehingga dapat dilaksanakan dengan segera (Tjokrokusumo, 2006). Peran mikroba tersebut diharapkan dapat meminimalisir atau mengurangi bahkan dapat menghilangkan tingkat pencemaran air. Dengan berkurangnya tingkat pencemaran air diharapkan pola hidup masyarakat akan semakin baik dan dapat menuju masyarakat yang sehat. Hal ini dapat dicapai bila melibatkan peran serta masyarakat dalam menanggulangi tingkat pencemaran air.

PENGERTIAN PENCEMARAN

Seperti telah diketahui air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan keberadaannya sangat melimpah di Indonesia. Air memiliki peranan yang sangat penting dalam memenuhi segala kebutuhan manusia untuk menjalankan berbagai aktivitas kehidupan. Tidak hanya oleh manusia, bahkan semua makhluk hidup pun sangat memerlukan air sebagai penopang hidupnya. Air digunakan untuk berbagai keperluan hidup, mulai dari konsumsi, kebersihan, dan lainnya. Air juga merupakan salah satu habitat bagi beberapa organisme perairan. Oleh karena itu, sumber daya air tersebut harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan baik oleh manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Syarat air dapat dikonsumsi harus memenuhi syarat fisik, kimia, maupun biologis. Secara fisik air layak dikonsumsi jika tidak berbau, berasa, dan tidak berwarna. Secara kimia air tidak boleh mengandung racun atau zat-zat kimia berbahaya, dan secara biologi air tidak boleh mengandung bakteri, protozoa, ataupun kuman-kuman penyakit. Kebersihan dan terbebasnya air dari polutan menjadi hal yang sangat penting.

Di sisi lain, dampak dari peledakan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi adalah meningkatnya limbah yang dihasilkan baik limbah dari buangan rumah tangga maupun industri yang mengubah komposisi air sehat, sehingga berdampak pada terjadinya pencemaran air. Masuknya partikel zat/organisme yang memengaruhi kandungan air tentu dapat membuat kualitas air menurun dan apabila zat pencemar memasuki sumber air dapat mengubah kualitas hidup manusia.

Effendi (2003) menyatakan bahwa pencemaran air adalah masuknya bahan pencemar (polutan) ke dalam lingkungan air sehingga komposisi air pada keadaan normalnya berubah. Bahan pencemaran air dapat berupa limbah padat maupun limbah cair, misalnya limbah yang berasal dari rumah tangga, industri, pertanian, dan rumah sakit. Sementara Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. KEP-03/MENKLH/II/1991, menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan pencemaran air ialah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan

bahwa segala sesuatu yang mengubah kualitas air baik masuk atau dimasukkan adalah merupakan bentuk pencemaran air.

Membludaknya populasi manusia dan industri yang semakin berkembang menyebabkan banyak masalah kependudukan, dan merupakan pemicu terjadinya pencemaran lingkungan. Di negara berkembang seperti Indonesia, pemerintahan pun belum mampu mengatasi masalah tersebut. Sejumlah provinsi dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan kota-kota industri memiliki masalah yang sangat sensitif terhadap pencemaran air, sedangkan air merupakan komponen utama bagi kehidupan. Kebutuhan akan air sangat bervariasi, sehingga batas pencemaran untuk berbagai jenis air juga berbeda-beda. Contoh, air sungai di pegunungan yang belum tercemar tidak dapat digunakan langsung sebagai air minum karena belum memenuhi persyaratan untuk dikategorikan sebagai air minum. Saat ini keberadaan air dilihat dari jumlah dan kualitasnya semakin lama semakin menurun. Bahkan banyak daerah perkotaan dan pedesaan yang terancam mengalami krisis air bersih.

Semua kegiatan yang dilakukan manusia untuk memenuhi kebutuhannya menghasilkan limbah yang masuk ke sungai atau danau atau air tanah dan menyebabkan pencemaran air. Sementara kita tahu bahwa sungai adalah salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Sungai merupakan ekosistem yang sangat penting bagi manusia. Sungai juga menyediakan air bagi manusia baik untuk berbagai kegiatan, seperti pertanian, industri, maupun domestik.

INDIKATOR PENCEMARAN

Pencemaran air dapat menjadi masalah regional ataupun internasional, yang sangat berhubungan dengan jenis pencemaran yang lain, yaitu udara dan tanah. Seperti air di kutub saat ini dilaporkan mencair akibat pemanasan global dan efek rumah kaca yang mengakibatkan suhu di bumi menjadi lebih tinggi. Efek rumah kaca diakibatkan oleh emisi berbagai zat berwujud gas yang membumbung ke udara, contohnya CO₂ (karbondioksida).

Air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia atau mineral yang berbahaya bagi kesehatan. Menurut Aguskriono (2011) beberapa indikator bahwa air sungai telah tercemar dicirikan dengan beberapa hal berikut:

1. Perubahan Suhu

Air yang semula berkualitas baik dapat berubah sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan perairan, akibat kegiatan industri atau kegiatan lainnya yang memerlukan pendinginan mesin. Air panas yang muncul akibat kegiatan tersebut merupakan limbah yang harus dibuang dan apabila air panas tersebut langsung dibuang ke lingkungan akan mengganggu kehidupan hewan air dan mikroorganismenya. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat seperti penurunan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air, meningkatkan kecepatan reaksi kimia, apabila batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya akan mati.

2. Perubahan pH

pH air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan berkisar 6,5-7,5. Apabila pH air tidak dalam kisaran angka tersebut maka air sudah dalam keadaan tercemar. Perubahan pH air dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup, misalnya pembuangan limbah ke perairan dapat mengubah pH air yang dapat mengakibatkan gangguan pada makhluk hidup di dalamnya.

3. Perubahan Warna, Bau, dan Rasa

Pembuangan limbah ke perairan dapat mengubah warna, bau, dan rasa. Bahan buangan tersebut dapat larut dalam air menjadi koloid atau mengendap. Air dalam keadaan normal dan bersih pada umumnya tidak akan berwarna, sehingga tampak bening dan jernih, tetapi hal itu tidak berlaku mutlak, seringkali zat-zat beracun justru terdapat pada bahan buangan industri yang tidak mengakibatkan perubahan warna pada air. Warna kuning akan muncul jika air tercemar chromium dan materi organik. Jika air berwarna merah kekuningan, itu menandakan adanya cemaran besi. Sementara pengotor berupa lumpur akan memberi warna merah kecoklatan. Bau yang tercium dalam air tanah juga menunjukkan adanya pencemaran. Apapun baunya, itu sudah menunjukkan bahwa air tanah tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Demikian pula dengan air yang memiliki rasa berarti telah terjadi penambahan material pada air dan mengubah pH air. Polutan berupa mineral akan membuat air tanah memiliki rasa tertentu. Jika terasa pahit, pemicunya bisa berupa besi, aluminium, mangan, sulfat, atau

kapur dalam jumlah besar. Air tanah yang rasanya seperti air sabun menunjukkan adanya cemaran alkali. Sumbernya bisa berupa natrium bikarbonat, atau bahan pencuci yang lain, misalnya detergen. Sedangkan rasa payau menunjukkan kandungan garam yang tinggi, sering terjadi di daerah sekitar muara sungai.

4. **Timbulnya Endapan, Koloidal, dan Bahan Terlarut**

Keruh merupakan tanda bahwa air tanah telah tercemar oleh koloid (bio zat yang lekat seperti getah atau lem). Lumpur, tanah liat, dan berbagai mikroorganisme seperti plankton atau partikel lainnya juga bisa menyebabkan air berubah menjadi keruh. Bahan buangan yang berbentuk padat, sebelum mengendap di dasar sungai akan melayang di dalam air bersama koloidal, sehingga menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam lapisan air. Padahal sinar matahari sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan fotosintesis.

5. **Adanya Mikroba**

Mikroba sangat berperan dalam proses degradasi bahan buangan dari limbah industri ataupun domestik. Bila bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, maka mikroba akan ikut berkembang biak. Tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba patogen ikut berkembang biak pula.

6. **Meningkatnya Radioaktivitas Air Lingkungan**

Zat radioaktif dari berbagai kegiatan dapat menyebabkan berbagai macam kerusakan biologis apabila tidak ditangani dengan benar. Efek yang terjadi dapat berupa efek langsung maupun efek tertunda.

Selain indikator tersebut, terdapat parameter kimia yang menunjukkan telah terjadi pencemaran air, yaitu DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan jumlah total zat terlarut. DO atau oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung dalam air. Oksigen terlarut ini merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas air. Air yang memiliki DO tinggi menunjukkan tingkat pencemaran yang rendah, dan sebaliknya air yang memiliki DO rendah menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh mikroorganisme air sebagai sumber oksigen dalam proses

pernafasan. Semakin sedikit oksigen ditunjukkan dengan mikroorganisme air yang semakin sedikit, bahkan seringkali tumbuh mikroorganisme anaerob. Bila mikroorganisme anaerob yang tumbuh, maka air tersebut seringkali berbau tidak sedap. BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pengurai untuk menguraikan zat organik dalam keadaan aerob. COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan oleh bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun sukar didegradasi.

Selain hal-hal tersebut di atas, beberapa mikroorganisme juga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran yang dikenal sebagai parameter biologi. Artinya bila suatu perairan terdapat mikroorganisme indikator, maka perairan tersebut telah tercemar. Menurut Aguskriono (2011), beberapa persyaratan yang harus dipenuhi agar mikroorganisme dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran antara lain: dapat digunakan untuk berbagai jenis air; mikroorganisme harus muncul bila patogen enterik dan sumber polusi muncul; tidak ada di air yang terpolusi; mudah diisolasi, murah, mudah diidentifikasi, dan mudah dihitung; lebih banyak jumlahnya dan lebih tahan dibanding patogen; bukan merupakan patogen; tidak berkembang biak di air; merespon perlakuan dan kondisi lingkungan; kepadatan indikator harus berkaitan langsung dengan derajat polusi; dan menjadi bagian dari mikroflora dalam saluran pencernaan hewan berdarah panas.

FAKTOR PENYEBAB PENCEMARAN

Faktor-faktor yang menyebabkan air menjadi tercemar, terbagi dua, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Terjadinya berbagai bencana alam, seperti badai, gempa bumi, aktivitas gunung berapi, dan serangan algae blooms merupakan contoh faktor alam penyebab terjadinya pencemaran. Sedangkan contoh penyebab pencemaran akibat faktor manusia, misalnya pertumbuhan industri dan pabrik yang menghasilkan limbah. Secara rinci terjadinya pencemaran air akibat faktor manusia dikelompokkan dalam:

1. Buangan Limbah Rumah Tangga

Limbah pemukiman atau rumah tangga mengandung limbah domestik (*domestic wastes water*) berupa sampah organik, sampah anorganik, dan deterjen. Sampah organik adalah sampah yang dapat diuraikan atau dibusukkan oleh bakteri. Contohnya adalah sisa-sisa sayuran,

buah-buahan, dan daun-daunan. Sedangkan sampah anorganik adalah sampah yang tidak dapat diuraikan oleh bakteri (*non biodegradable*), contohnya adalah kertas, plastik, gelas atau kaca, kain, kayu-kayuan, logam, karet, dan kulit. Apabila sampah organik dibuang ke sungai, jumlah oksigen terlarut berkurang, karena sebagian besar oksigen digunakan bakteri untuk proses pembusukannya. Apabila sampah anorganik dibuang ke sungai, maka cahaya matahari yang masuk ke sungai dapat terhalang sehingga menghambat proses fotosintesis dari tumbuhan air dan alga untuk menghasilkan oksigen.

Deterjen merupakan limbah pemukiman yang paling potensial mencemari air. Pada saat ini hampir setiap rumah tangga menggunakan deterjen, padahal limbah deterjen sangat sukar diuraikan oleh bakteri sehingga tetap aktif untuk jangka waktu yang lama. Bahkan penggunaan deterjen secara besar-besaran dapat meningkatkan senyawa fosfat pada air sungai atau danau. Fosfat ini merangsang pertumbuhan ganggang dan eceng gondok. Pertumbuhan ganggang dan eceng gondok yang tidak terkendali menyebabkan permukaan air danau atau sungai tertutup sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari dan mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis. Jika tumbuhan air ini mati, akan terjadi proses pembusukan yang menghabiskan persediaan oksigen dan menyebabkan pengendapan bahan-bahan yang mengakibatkan pendangkalan.

Limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga tak hanya berupa buangan yang dihasilkan oleh rumah penduduk, namun juga yang berasal dari rumah sakit, rumah makan, dan lainnya. Meningkatnya jumlah penduduk berdampak pada limbah yang dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga akan meningkat pula, sehingga pencemaran air yang terjadi pun semakin tinggi. Di beberapa daerah di Indonesia masih ada kebiasaan yang buruk yakni membuang kotoran di sungai, sementara sungai tersebut merupakan sumber air yang digunakan warga sebagai pemasok kebutuhan dari konsumsi dan kebersihan. Hal ini tentu akan meningkatkan pencemaran air dengan meningkatnya mikroba penyebab penyakit. Kotoran yang mencemari air merupakan penyebab dari berbagai penyakit yang dapat menginfeksi manusia itu sendiri, misal: diare, typhus, kolera, dll.

2. Limbah Pertanian

Negara kita merupakan negara agraris karena sebagian besar penduduk Indonesia masih mengandalkan sektor pertanian untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Aktivitas penggunaan pupuk dan pestisida dalam pertanian dapat mencemari badan air sekitarnya. Senyawa-senyawa organik yang berasal dari pupuk atau pestisida langsung ataupun tidak langsung dapat berdampak pada keseimbangan ekosistem dan juga kesehatan. Pemakaian pupuk dan pestisida yang berlebihan dapat mencemari air. Limbah pupuk mengandung fosfat yang dapat merangsang pertumbuhan gulma air seperti ganggang dan eceng gondok. Pertumbuhan gulma air yang tidak terkendali ini menimbulkan dampak seperti yang diakibatkan pencemaran oleh deterjen.

Limbah pestisida mempunyai aktivitas dalam jangka waktu yang lama dan ketika terbawa aliran air ke luar dari daerah pertanian, dapat mematikan hewan yang bukan sasaran seperti ikan, udang, dan hewan air lainnya. Pestisida mempunyai sifat relatif tidak larut dalam air, tetapi mudah larut dan cenderung konsentrasinya meningkat dalam lemak dan sel-sel tubuh mahluk hidup, sehingga apabila masuk dalam rantai makanan konsentrasinya makin tinggi dan yang tertinggi adalah pada konsumen puncak. Contohnya ketika di dalam tubuh ikan kadarnya 6 ppm, di dalam tubuh burung pemakan ikan kadarnya naik menjadi 100 ppm, dan akan meningkat terus sampai konsumen puncak.

3. Aktivitas Industri

Meningkatnya industri di Indonesia menyebabkan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan, terutama limbah cair yang dibuang melalui aliran air. Limbah industri sangat potensial sebagai penyebab terjadinya pencemaran air. Pada umumnya limbah industri mengandung limbah B3, yaitu bahan berbahaya dan beracun. Limbah industri yang berbahaya antara lain yang mengandung logam dan cairan asam. Misalnya industri pelapisan logam menghasilkan limbah yang dihasilkan industri pelapisan logam, yang mengandung tembaga dan nikel serta cairan asam sianida, asam borat, asam kromat, asam nitrat, dan asam fosfat. Limbah ini bersifat korosif, dapat mematikan tumbuhan dan hewan air. Pada manusia menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, mengganggu pernafasan dan menyebabkan kanker.

Logam yang paling berbahaya dari limbah industri adalah merkuri atau yang dikenal juga sebagai air raksa (Hg) atau air perak. Limbah yang mengandung merkuri selain berasal dari industri logam juga berasal dari industri kosmetik, batu baterai, plastik, dan sebagainya. Merkuri tersebut selanjutnya berubah menjadi metil merkuri karena proses alamiah. Bila senyawa metil merkuri masuk ke dalam tubuh manusia melalui media air, akan menyebabkan keracunan seperti yang dialami para korban Tragedi Minamata.

Limbah industri pertambangan, seperti batubara biasanya tercemar asam sulfat dan senyawa besi, juga sangat berbahaya, apabila mengalir ke luar daerah pertambangan. Air yang mengandung kedua senyawa ini dapat berubah menjadi asam. Bila air yang bersifat asam ini melewati daerah batuan karang/kapur akan melarutkan senyawa Ca dan Mg dari batuan tersebut. Limbah pertambangan yang bersifat asam juga bisa menyebabkan korosi dan melarutkan logam-logam sehingga air yang dicemari bersifat racun dan dapat memusnahkan kehidupan akuatik.

Selain pertambangan batubara, pertambangan lain yang menghasilkan limbah berbahaya adalah pertambangan emas. Pertambangan emas menghasilkan limbah yang mengandung merkuri, yang banyak digunakan penambang emas tradisional atau penambang emas tanpa izin, untuk memproses bijih emas. Para penambang ini umumnya kurang mempedulikan dampak limbah yang mengandung merkuri karena kurangnya pengetahuan yang dimiliki. Biasanya mereka membuang dan mengalirkan limbah bekas proses pengolahan ke selokan, parit, kolam atau sungai.

Industri minyak dapat menghasilkan limbah cair yang populer berupa minyak. Tidak adanya pengolahan limbah industri minyak yang langsung dibuang ke perairan berdampak pada komposisi air di wilayah tersebut. Tercemarnya badan air oleh minyak dapat menyebabkan kematian bagi organisme di sekitarnya. Masalahnya ialah minyak, tidak dapat menyatu dengan air. Dengan demikian sangat sulit untuk memisahkan zat tercemar tersebut. Satu pabrik dapat memiliki banyak limbah, antara lain berupa logam berat, padatan, toksin organik, dan lain sebagainya. Limbah tersebut dibuang langsung ke saluran air yang ada.

DAMPAK PENCEMARAN

Berdasarkan komponen dan sumber pencemaran air maka dapat diidentifikasi beberapa dampak yang ditimbulkannya. Dampak tersebut dibagi menjadi empat kelompok besar, yaitu:

1. Kehidupan Spesies yang Berada di Air

Banyaknya zat pencemar pada air limbah akan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga mengakibatkan kehidupan organisme dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Bahkan dapat menyebabkan punahnya spesies, akibat adanya zat pencemar pada lingkungan perairan. Berbagai spesies hewan memiliki kekebalan yang tidak sama, ada yang peka, ada pula yang tahan. Hewan muda, larva merupakan hewan yang peka terhadap bahan pencemar. Ada hewan yang dapat beradaptasi sehingga kebal terhadap bahan pencemar. Meskipun hewan dapat beradaptasi, namun harus diketahui bahwa tingkat adaptasi hewan ada batasnya. Bila batas tersebut terlampaui, hewan tersebut akan mengalami keracunan, kemudian mati. Punahnya spesies tertentu dapat mengubah pola interaksi di dalam suatu ekosistem. Rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan aliran energi menjadi berubah, akibatnya keseimbangan lingkungan terganggu. Daur materi dan daur biogeokimia menjadi terganggu pula.

2. Kualitas Air

Septic tank atau tempat penyimpanan limbah banyak terdapat di tanah, sementara air tanah digunakan sebagai salah satu sumber air bersih oleh banyak masyarakat. Hal ini menyebabkan banyak sumur mengalami pencemaran limbah tersebut.

3. Kesehatan atau Penyakit Menular

Ini berhubungan dengan mikroba atau bakteri yang muncul akibat limbah yang berasal dari rumah tangga yang masuk ke dalam air. Mikroba dan bakteri patogen ini menjadi sumber penyakit pada manusia. Penyakit yang ditimbulkan diantaranya kolera, diare, demam berdarah, malaria, typhus, dan sebagainya. Hal ini dikarenakan air yang tercemar tersebut merupakan air yang digunakan untuk konsumsi dan memenuhi kebutuhan lainnya (mandi, cuci, kakus).

4. Estetika Lingkungan

Semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke lingkungan perairan, maka perairan tersebut akan semakin tercemar. Biasanya ditandai dengan bau yang menyengat di samping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan. Selain bau, limbah tersebut juga menyebabkan tempat sekitarnya menjadi licin. Masalah limbah minyak atau lemak juga dapat mengurangi estetika. Pencemaran air oleh minyak sangat merugikan karena dapat menimbulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. menyebabkan penetrasi sinar ke dalam air berkurang
- b. konsentrasi oksigen terlarut menurun karena lapisan film minyak menghambat pengambilan oksigen oleh air
- c. permukaan air akan mengganggu kehidupan burung air, karena burung-burung yang berenang dan menyelam bulu-bulunya akan ditutupi oleh minyak sehingga menjadi lengket satu sama lain.
- d. penetrasi sinar dan oksigen yang menurun dapat mengganggu kehidupan tanaman-tanaman.

Sedangkan limbah detergen atau sabun akan menyebabkan penumpukan busa yang sangat banyak. Ini pun dapat mengurangi estetika. Dampak yang ditimbulkan terhadap organisme adalah kematian, atau akan mengalami kelainan genetik, menderita kanker, dan sebagainya (Arianto, 2008).

Dampak yang satu dengan yang lainnya saling terkait, misal kualitas air dengan kadar oksigen berkurang, tentunya akan mengganggu kehidupan berbagai spesies makhluk hidup yang ada di air. Dampak pencemaran lingkungan air pada kesehatan tak kalah banyak. Pencemaran air juga membuat kualitas air tanah menurun. Sebuah lembaga di Jakarta sudah membuktikan bahwa ada banyak sekali pencemaran yang terjadi di sumur dangkal daerah Jakarta. Air yang tercemar juga bisa menjadi tempat tumbuh bagi mikroba patogen. Hal ini membuat air menjadi media penyebaran penyakit yang efektif. Manusia yang mengonsumsi air tercemar tersebut akan terserang berbagai penyakit pada sistem pencernaannya. Jumlah air bersih yang tersedia pun berkurang. Selain pengelompokan tersebut, dampak pencemaran juga digolongkan menjadi:

1. Banjir

Menumpuknya sampah di perairan dapat menghambat arus air, sehingga bila musim penghujan tiba, sungai tak mampu menampung pertambahan debit air yang masuk sebagai akibat adanya sumbatan sampah. Oleh karena itu, banjir pun tak dapat terhalangi. Banjir merupakan penyakit yang masih menjadi masalah besar bagi beberapa wilayah Indonesia salah satunya adalah DKI Jakarta. Pemerintah telah berupaya untuk mengatasi masalah yang tak kunjung selesai. Tanpa keikutsertaan penduduk setempat, maka masalah ini terus akan menjangkiti kita semua.

2. Rusaknya Ekosistem

Air merupakan habitat bagi organisme perairan seperti ikan, golongan invertebrata, tumbuhan air, dan lainnya. Air yang tercemar dapat merusak keseimbangan ekosistem yang artinya mengancam kehidupan organisme perairan. Sebagai contoh, masuknya limbah pupuk ke dalam suatu badan air dapat menyebabkan suburnya tumbuhan air seperti alga atau eceng gondok yang dapat memenuhi permukaan air. Kondisi demikian tidaklah menguntungkan bagi ikan, udang, atau lainnya yang tinggal di dalam air. Dengan meningkatnya tumbuhan air yang memenuhi permukaan maka akan menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air yang berarti ikan dan udang akan mengalami deoksigenasi (kekurangan oksigen). Selain itu, rapatnya tumbuhan air dapat menghalangi cahaya matahari untuk menembus ke dalam air yang menyebabkan suhu di dalam air akan semakin rendah.

3. Mutasi Organisme

Menumpuknya senyawa kimia tertentu dapat memicu terjadinya mutasi pada makhluk hidup. Salah satu contohnya adalah limbah pestisida yang mengandung DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*) yang mencemari suatu perairan dapat terakumulasi pada organisme (semakin tinggi tingkatan organisme maka kandungan DDT pada tubuhnya semakin banyak), yang apabila organisme tersebut termakan manusia (memakan ikan dari air yang tercemar zat DDT tersebut) maka dapat memicu perubahan hormon pada laki-laki, sehingga berefek munculnya sifat feminisme pada laki-laki. Selain itu, penggunaan insektisida dapat mematikan predator. Punahnya predator mengakibatkan serangga

hama akan berkembang tanpa kendali yang dikenal dengan peledakan hama. Selain itu, penggunaan insektisida juga dapat mematikan fauna tanah, yang berdampak pada penurunan kesuburan tanah.

PENCEGAHAN/PENGURANGAN PENCEMARAN AIR

Limbah atau bahan buangan yang dihasilkan dari semua aktivitas manusia, baik dari buangan limbah rumah tangga, kegiatan pertanian, maupun industri serta pertambangan tidak bisa dihindari. Namun dampak dari limbah tersebut masih bisa dicegah atau paling tidak dikurangi, agar tidak merusak lingkungan yang pada akhirnya juga akan merugikan manusia.

Untuk menciptakan kesehatan lingkungan, maka penanganan air limbah yang berasal dari rumah tangga merupakan masalah hal serius yang perlu dilakukan. Air buangan (limbah) yang bersumber dari rumah tangga, yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri atas ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, serta umumnya terdiri atas bahan-bahan organik dan anorganik. Buangan limbah cair yang bersumber dari rumah tangga jika tidak dikelola dengan baik dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Lingkungan yang tercemar dapat menjadi media bagi tumbuh dan berkembangnya berbagai jenis mikroba (virus, bakteri, dan protozoa) yang merupakan mikroba patogen, seperti bakteri *Eschericia coli*. Penyakit-penyakit ini menyebar jika kondisi lingkungan permukiman memiliki sanitasi yang sangat buruk.

Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk tindakan pencegahan atau paling tidak mengurangi segala akibat yang ditimbulkan oleh limbah berbahaya akibat buangan limbah rumah tangga, antara lain meliputi:

1. Setiap rumah tangga sebaiknya menggunakan deterjen secukupnya dan memilah sampah organik dari sampah anorganik. Sampah organik bisa dijadikan kompos, sedangkan sampah anorganik bisa didaur ulang. Beberapa manfaat pengomposan sampah antara lain: mengurangi sampah di sumbernya, mengurangi beban volume di TPA, mengurangi biaya pengelolaan, menciptakan peluang kerja, memperbaiki kondisi lingkungan, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan penggunaan kompos dapat mendukung produk organik *green consumerism* dan *more sustain land use*.
2. Tidak membuang sampah dan limbah cair sembarangan.

3. Tidak membuang sisa obat dan insektisida ke selokan atau sungai.
4. Seharusnya industri dan pemukiman tidak langsung membuang sampah ke sungai, melainkan dimasukkan terlebih dahulu ke kolam pengolah limbah agar tidak membahayakan ekosistem air.

Tindakan yang dapat dilakukan untuk pencegahan atau pengurangan limbah akibat aktivitas pertanian, antara lain:

1. Penggunaan pupuk dan pestisida secukupnya atau memilih pupuk dan pestisida yang mengandung bahan-bahan yang lebih cepat terurai, yang tidak terakumulasi pada rantai makanan.
2. Penggunaan pupuk organik dan kompos sebagai pengganti pupuk buatan pabrik merupakan alternatif tepat untuk mengurangi pencemaran air oleh nitrat dan pospat. Kompos dan pupuk organik di samping dapat memulihkan kandungan mineral dalam tanah juga dapat memperbaiki struktur dan aerasi tanah serta mencegah eutrofikasi.
3. Pemanfaatan musuh alami dan parasitoid dalam pemberantasan hama lebih aman bagi lingkungan. Hama pengganggu populasinya berkurang, tetapi tidak menimbulkan residu pestisida dalam tanah dan dalam tubuh tanaman.
4. Pertanian organik sudah dikembangkan di negara-negara maju. Di samping menghasilkan produk yang aman bagi lingkungan dan kesehatan, produk pertanian organik memiliki nilai jual yang lebih tinggi.
5. Dalam menangkap ikan dihindari penggunaan racun dan bahan peledak. Penggunaan jala dan pancing di samping lebih *higienis* juga tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, kelangsungan regenerasi ikan juga dapat berlangsung baik.

Tindakan yang dapat dilakukan untuk pencegahan atau pengurangan limbah akibat aktivitas industri, antara lain:

1. Setiap pabrik/kegiatan industri sebaiknya memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), untuk mengolah limbah yang dihasilkannya sebelum dibuang ke lingkungan sekitar. Dengan demikian diharapkan dapat meminimalisasi limbah yang dihasilkan atau mengubahnya menjadi limbah yang lebih ramah lingkungan.
2. Mengurangi penggunaan bahan-bahan berbahaya dalam kegiatan pertambangan atau menggantinya dengan bahan-bahan yang lebih

ramah lingkungan. Alternatif lain adalah diharuskannya membangun IPAL pertambangan, sehingga limbah dapat diolah terlebih dahulu menjadi limbah yang lebih ramah lingkungan, sebelum dibuang keluar daerah pertambangan.

3. Mengupayakan pencegahan kebocoran instalasi pengeboran minyak lepas pantai. Kebocoran tanker minyak dapat menimbulkan tumpahan minyak di laut. Tumpahan minyak di pantai harus segera dibersihkan sebelum menimbulkan dampak lebih luas.
4. Pembangunan kawasan industri sebaiknya disertai dengan perencanaan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan). Selain hal tersebut kawasan industri harus memenuhi syarat telah memiliki instalasi pengolahan limbah, jauh dari pemukiman warga, serta seminimal mungkin menghasilkan limbah. Limbah cair dari pabrik sebaiknya disaring, diencerkan, diendapkan, dan dinetralkan dulu sebelum dibuang ke sungai. Demikian pula rumah sakit dan peternakan sebaiknya memiliki bak penampungan limbah (septic tank) untuk menampung limbah yang dihasilkan.
5. Pencegahan terjadinya banjir dan erosi lapisan tanah dapat dengan gerakan penghijauan, reboisasi, pembuatan jalur hijau, dan mempertahankan areal resapan air pada kawasan-kawasan penyangga. Pembuatan sengkedan dan terasering pada lahan miring juga dapat memperkecil laju erosi, yang akhirnya dapat mengurangi tingkat pencemaran karena erosi lapisan tanah.

Selain beberapa usaha tersebut, untuk mengatasi masalah pencemaran air diperlukan koordinasi yang baik antara penduduk dengan pemerintah. Berikut beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengatasi pencemaran air, yaitu:

1. Kesadaran diri sendiri
Awal perubahan itu dimulai dari diri sendiri, membiasakan diri untuk menjaga kebersihan air dengan tidak membuang sampah di sungai. Contoh kecil ini dapat ditularkan kepada orang lain untuk melakukan hal yang sama.
2. Aturan yang tegas
Adanya penyuluhan bagi masyarakat umum untuk senantiasa menjaga lingkungan air dan undang-undang yang mengatur pembuangan limbah cair oleh industri. Diharapkan dengan adanya aturan yang mengikat

sebagai tolok ukur bagi segenap bangsa untuk mulai berbenah. Tindakan tegas bagi pelanggar aturan merupakan upaya untuk tetap menegakkan apa yang telah dikomitmenkan.

3. Bioremediasi

Bioremediasi merupakan upaya mengatasi limbah cair dengan menggunakan mikroorganisme. Minyak merupakan limbah yang tidak dapat diatasi dengan mudah, oleh karena itu penggunaan bakteri yang mampu merombak minyak ini menjadi solusi untuk menghilangkan tumpahan minyak di badan air. Adapun mikroba yang digunakan merupakan bakteri yang mampu merombak senyawa limbah dan tidak menyebabkan penyakit.

PERAN MIKROBA SEBAGAI BIOMONITORING KUALITAS PERAIRAN TAWAR PADA BEBERAPA SITU

Mikroba merupakan makhluk hidup terkecil di bumi, namun memegang peranan penting bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Banyak sekali tipe mikroba di bumi, dan yang telah diketahui tidak lebih dari 1% dari jumlah spesies mikroba di bumi. Dalam satu gram tanah terdapat satu miliar mikroba yang terdiri atas ribuan spesies. Mikroba merupakan tulang punggung ekosistem yang tidak terkena sinar matahari, misalnya bakteri kemosintetik, yang menyediakan energi dan karbon untuk organisme lain. Beberapa mikroba merupakan dekomposer yang memiliki kemampuan mendaur ulang nutrien. Jadi, mikroba sangat berperan penting dalam daur biogeokimia. Mikroba khususnya bakteri, bersimbiosis dengan makhluk hidup lain yang berdampak positif dan negatif pada ekosistem.

Mikroba mampu merespon perubahan fisika atau kimia dalam suatu lingkungan. Oleh karena itu, mikroba banyak digunakan sebagai indikator alami terhadap perubahan lingkungan terutama akibat dari pencemaran. Saat ini banyak mikroba yang dimanfaatkan di bidang lingkungan dan berperan dalam membantu memperbaiki kualitas lingkungan, terutama untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan, baik di lingkungan tanah maupun perairan. Dalam hal ini akan dibahas beberapa pemanfaatan mikroba dalam proses peruraian bahan pencemar dan peran lainnya untuk mengatasi bahan pencemar air.

Telah diketahui bahwa air memegang peranan penting di dalam kehidupan manusia dan juga makhluk hidup lainnya, antara lain air dapat

digunakan untuk minum, memasak, mencuci, mandi, mengairi sawah, ladang, dan industri. Pencemaran air adalah masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air terganggu. Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan bau, warna, dan rasa (Effendi, 2003).

Air limbah merupakan air buangan dari masyarakat hasil sisa dari berbagai aktivitas manusia. Kandungan zat kimia dalam air limbah perlu diketahui sebagai langkah awal untuk menentukan perlakuan yang tepat terhadap air limbah tersebut. Selain itu, hal ini juga dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi. Adanya bahan-bahan organik dalam suatu air limbah dapat mempengaruhi kehidupan dari makhluk hidup tertentu, seperti ikan, serangga, dan organisme lain yang sangat bergantung pada oksigen (Hindarko, 2003).

Salah satu wilayah perairan yang mengalami pencemaran adalah danau atau yang disebut "situ". Hasil penelitian Prihantini, Wardhana, Hendrayanti, Widyawan, Ariyani, dan Riyanto (2008) menunjukkan bahwa beberapa situ di Jabodetabek mengindikasikan telah tercemar. Situ Babakan, Ulin Salam, dan Agathis tergolong perairan tawar yang tercemar sedang, serta danau Sunter dan danau Lido tergolong perairan yang tercemar berat.

Salah satu bahan pencemar adalah surfaktan atau *surface active agents* atau *wetting agents* yang berupa bahan organik. Surfaktan adalah bahan aktif yang terdapat pada deterjen, sabun, dan sampo. Surfaktan terdiri atas sejumlah besar molekul organik yang sulit larut dalam air dan menyebabkan timbulnya busa dalam perairan. Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga memungkinkan partikel-partikel yang menempel pada bahan-bahan yang dicuci terlepas dan mengapung atau terlarut dalam air (Effendi, 2003).

Bakteri Heterotrofik

Ada beberapa bakteri yang dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat pencemaran di perairan. Kelompok bakteri heterotrofik yang berperan penting dalam sistem perairan karena kemampuan aktivitas metabolismenya, baik pada lingkungan aerob ataupun anaerob (Sigeo, 2005). Bakteri heterotrofik merupakan golongan bakteri yang mampu memanfaatkan dan mendegradasi senyawa organik kompleks yang mengandung unsur C, H, dan N (Parwanayoni, 2008). Bakteri heterotrofik lebih umum dijumpai di perairan dibandingkan bakteri autotrofik, oleh

karena itu dalam ekosistem perairan, bakteri heterotrofik berfungsi menghancurkan bahan-bahan organik pencemar dalam air (Achmad, 2004).

Kelangsungan hidup bakteri heterotrofik di perairan tergantung dari senyawa-senyawa organik, baik untuk kebutuhan energinya maupun sebagai sumber karbon yang diperlukan untuk pembentukan biomasnya. Bakteri heterotrofik lebih umum ditemukan dibandingkan bakteri autotrofik. Irianto dan Hendrati (2003) berhasil mengidentifikasi keragaman bakteri heterotrofik pada perairan dari daerah Gunung Kidul, Yogyakarta, yaitu: *Bacillus*, *Serratia*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Vibrio*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Achromobter*, dan *Chromobacter*. Sedangkan Winarni, Saptari, dan Nastiti, (2014) berhasil mengidentifikasi sembilan isolat bakteri heterotrofik yang mampu menghambat bakteri pencemar bahan organik (Tabel 1).

Tabel 1.
Hasil Uji Efektivitas Sembilan Isolat Bakteri Heterotrofik

No.	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)												
		Ck1	Ck2	Ck3	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Cl5	Cl6	Cl7	Tj1	Tj2	Tj3
1.	IP1	-	6.8	-	-	-	-	-	-	-	7.0	-	-	-
2.	IP3	-	-	-	-	7.0	-	-	6.8	-	-	-	-	-
3.	ISi2	7.0	-	-	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	ISo5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	-
5.	TP4	-	-	6.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	TSi1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	-	-	-
7.	TSi2	-	-	-	-	-	-	-	6.8	-	-	-	-	-
8.	TSi3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	TSi5	-	-	-	-	-	15.6	7.0	-	-	-	-	-	-
10.	TSo4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8
11.	OP5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan:

- : menunjukkan tidak terbentuk zona bening

Ck : situ Cikaret

Cl : situ Cilodong

Tj : situ Tonjong

Secara rinci hasil uji morfologi dan fisiologi pada sembilan isolat bakteri heterotrof hasil penelitian Winarni, Saptari, dan Nastiti (2013) tersaji pada Tabel 2 berikut ini.

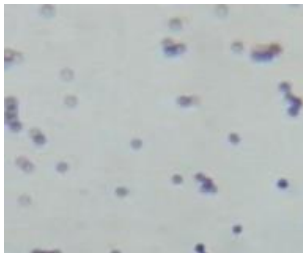
Tabel 2.
Hasil Uji Morfologi dan Fisiologi pada 11 Isolat Bakteri Heterotrofik

No	Kode Isolat	Koloni			Bentuk Sel	Uji Gram	Uji Spora	Uji Kapsul	Uji Motilitas	Uji Katalase
		Warna	Bentuk	Permukaan						
1	IP1	Putih	Tumpul	Cembung	<i>Basilus</i>	+	+	+	+	+
2	IP3	Putih	Lancip	Cembung	<i>Diplobasil</i>	-	-	+	+	+
3	ISi2	Transparan	Lancip	Cekung	<i>Diplobasil</i>	+	-	+	-	-
4	ISo5	Putih	Tumpul	Cekung	<i>Monobasil</i>	-	-	+	+	+
5	TP4	Putih	Lancip	Cembung	<i>Diplococcus</i>	+	-	-	+	+
6	TSi1	Putih	Tumpul	Cekung	<i>Streptococcus</i>	+	-	-	+	+
7	TSi2	Putih	Tumpul	Cembung	<i>Monococcus</i>	-	-	-	+	+
8	TSi5	Kuning	Tumpul	Cembung	<i>Basilus</i>	+	-	+	+	+
9	TSo4	Putih	Runcing	Cekung	<i>Diplobasil</i>	+	+	+	+	+

Keterangan:

I: inlet, T: tengah, O: outlet, P: pagi, Si: siang, So: sore, 1, 2, 3, 4, 5: ulangan
+ : positif, - : negatif

Beberapa bentuk sel isolat bakteri heterotrof yang mampu menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri pencemar bahan organik terlihat pada beberapa Gambar 1 berikut:



Sumber: Winarni *et al.*, 2014

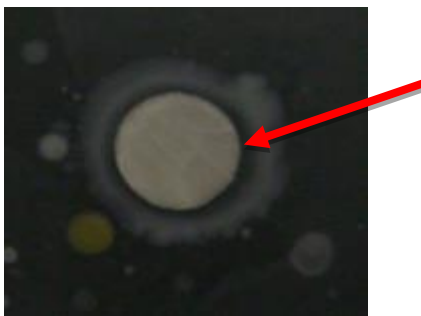
Gambar 1. Bentuk Sel Kokus (Kiri) dan Bentuk Sel Basil (Kanan) Isolat Bakteri Heterorof

Lewaru, *et al.*, (2012) melaporkan bahwa hasil identifikasi secara molekuler yang dilakukan terhadap air yang berasal dari Sungai Cikijing, Rancaekek,

Bandung yang tercemar logam berat Cr, ditemukan adanya *Bacillus thuringiensis* dan *Staphylococcus arlettae*. Secara morfologi *Bacillus thuringiensis* mempunyai ciri-ciri warna koloni putih dan Gram positif berbentuk basil dan bersifat soliter, sedang *Staphylococcus arlettae* mempunyai ciri-ciri koloni putih dan Gram positif berbentuk basil panjang dan duplo. Jamilah, Meryandini, Rusmana, Suwanto, dan Rachmania, (2009) melaporkan bahwa 90% dari 72 isolat *Bacillus* hasil isolasi yang berasal dari tambak udang (tanah, sedimen, perairan) di Karawang Jawa Barat mampu menghasilkan amilolitik, yang diperlihatkan dengan zona bening di sekitar koloni. Secara morfologi *Bacillus* tersebut mempunyai ciri-ciri menghasilkan amilolitik, Gram positif, bentuk batang, koloni warna putih-krem. Wizna, Abbas, Rizal, Dharma, dan Putu, (2007) melaporkan hasil identifikasi terhadap *Bacillus* dari serasah hutan rawa Lembah Anai Tanah Datar mempunyai ciri morfologi dan fisiologi sebagai berikut: berbentuk batang, motil, katalase positif, dan dapat menghidrolisis pati.

Biomonitoring

Mikroorganisme yang tergolong sebagai bioindikator adalah mikroorganisme yang kehadirannya mendominasi di atas spesies lain, misalnya: Coliform, Coliform fekal, *E. coli*, Streptococci fekal, dan Clostridia spores. Winarni *et al.*, (2014) berhasil menunjukkan beberapa isolat bakteri heterotrofik mampu menghambat bakteri pencemar bahan organik, sehingga berpotensi sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar. Gambar 2 merupakan hasil uji efektivitas bakteri heterotrof terhadap bakteri target.



Sumber: Winarni *et al.*, 2014

Gambar 2. Pembentukan Zona Bening Hasil Uji Efektivitas Isolat Bakteri Heterotrof Tsi5 dengan Bakteri Target

Pembentukan zona bening menunjukkan bahwa isolat TSi5 dapat menghambat pertumbuhan bakteri tercemar bahan organik asal situ Cilodong (CI1). Semakin besar zona hambat yang dihasilkan semakin kuat isolat tersebut dalam menghambat laju pertumbuhan bakteri target. Semakin besar zona bening yang terbentuk berarti bahwa isolat bakteri tersebut memiliki potensi paling tinggi dalam mendegradasi bahan organik (Suarsini, 2006). Dua populasi bakteri yang ditumbuhkan bersama akan saling berinteraksi dan dapat menunjukkan pertumbuhan yang sinergis atau antagonis/kompetisi. Sifat kompetisi/antagonis ditandai dengan adanya pertumbuhan yang saling menghambat. Menurut Madigan, Martinko, dan Parker, (2000), antimikroba dapat memberikan efek pertumbuhan yang bervariasi, antara lain: bakteriostatik (memberikan efek menghambat pertumbuhan mikroba tetapi tidak membunuh), bakteriosidal (memberikan efek membunuh sel tetapi tidak menyebabkan lisis sel), dan bakteriolitik (menyebabkan sel menjadi lisis). Daerah hambatan yang terbentuk merupakan daerah bening di sekitar kertas cakram, menunjukkan bahwa bakteri patogen atau mikroorganisme yang diuji telah dihambat oleh senyawa antimikroba yang berdifusi ke dalam agar dari kertas cakram (Amsterdam, 1992).

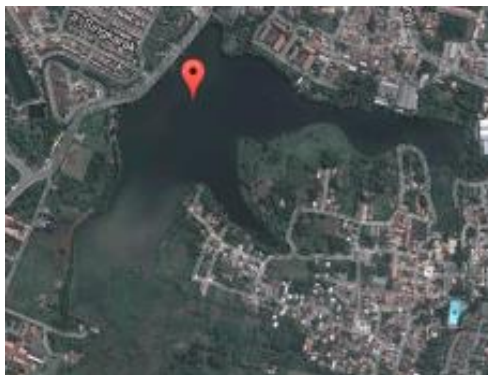
Pembentukan zona menunjukkan bahwa isolat bakteri heterotrofik dapat menghambat pertumbuhan bakteri target yang tumbuh pada perairan tercemar, sehingga bakteri heterotrofik akan mendominasi perairan tersebut. Dengan demikian isolat bakteri heterotrofik tersebut dapat dijadikan sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar, khususnya pada perairan Situ Cikaret, Cilodong, dan Tonjong. Kriteria suatu isolat dapat dijadikan sebagai bioindikator atau biomonitoring, antara lain: memiliki fungsi keystone spesies, mudah bereproduksi, memiliki siklus hidup yang cukup cepat, serta jumlah spesies dan individu cukup banyak. Sifat-sifat tersebut dimiliki oleh isolat bakteri heterotrofik tersebut. Lebih lanjut Ellenberg (1991) melaporkan bahwa kelompok bakteri merupakan indikator biologi ekosistem yang sangat baik, dibanding dari kelompok lainnya: alga hijau, fitoplankton, dan *zoobenthos*. Nybakken (1992) dan Nontji (1993) melaporkan bahwa organisme perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran karena habitat, mobilitas dan umurnya yang relatif lama mendiami suatu wilayah perairan tertentu. Lebih lanjut Mc Geoch (1998) dalam Alis dan Fajar (2007) melaporkan bahwa bioindikator atau indikator ekologis merupakan takson atau kelompok organisme yang sensitif dan dapat dijadikan petunjuk bahwa mereka dipengaruhi oleh tekanan lingkungan akibat dari kegiatan manusia dan destruksi sistem biotik.

Keadaan Umum Situ

1. Situ Cikaret

Perairan situ Cikaret terletak di Desa Harapan Jaya, Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat. Situ ini dikelilingi oleh beberapa desa, antara lain: Desa Tengah, Harapan Jaya, dan Pakansari, yang sebagian penduduknya memanfaatkannya untuk mencari ikan, mandi, dan mencuci. Secara geografis, daerah perairan terletak pada 6°28'LS dan 106°52'BT, serta pada ketinggian 125 m dpl. Cikaret merupakan situ terbesar dengan kedalaman air sekitar 4-6m (Wardiatmo, Anggraeni, Ubaidillah, dan Maryanto, 2003). Menurut data dari kantor Pengelola Sumber Daya Air (PSDA), luas permukaan Situ Cikaret pada tahun 2006 sekitar 25ha dan pada tahun 2007 mengalami pelebaran menjadi 29.50ha karena ada pengerukan oleh Kementerian Pemukiman, tetapi pada tahun 2008 mengalami penyempitan kembali menjadi 18.91ha dengan keliling 3.325m.

Situ Cikaret dimanfaatkan sebagai tempat berwisata oleh masyarakat luas. Kegiatan tersebut, secara tidak langsung akan berdampak pada perairan situ Cikaret, karena tidak sedikit masyarakat yang membuang sampah atau sisa pada perairan Situ Cikaret tersebut. Dalam menanggulangi atau memperlambat kerusakan yang terjadi diperlukan suatu pengelolaan yang tepat antara lain dengan memanfaatkan bakteri heterotrofik sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar.



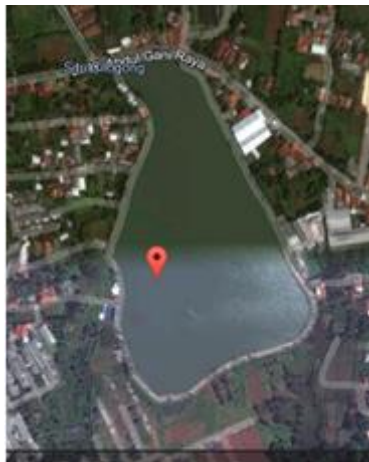
Sumber: maps.google.com

Gambar 3. Lokasi Sampling Situ Cikaret

2. Situ Cilodong

Situ Cilodong terletak di pinggir jalan desa dan tidak jauh dari jalan raya Bogor-Jakarta. Situ ini merupakan situ buatan yang bertujuan untuk mengairi persawahan yang ada di sekitarnya. Luas situ pada mulanya adalah 10ha, namun berkurang mejadi sekitar 5.5ha. Pengurangan ini disebabkan oleh kegiatan manusia. Pinggiran situ dijadikan daerah persawahan dan perkebunan. Situ ini relatif dangkal, kedalamannya hanya berkisar antara 0.5-2.0m dengan dasar perairan berlumpur (Wardiatmo *et al.*, 2003).

Situ Cilodong berada kurang lebih lima kilometer di sebelah timur kompleks Sektor Azalea dan terletak di pinggir jalan Abdul Gani, Depok. Situ Cilodong dalam sejarahnya ternyata juga pernah mengalami kerusakan namun sudah pernah diperbaiki. Disebutkan tahun 2004, Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Depok pernah menyebutkan 26 situ yang ada di Kota Depok tercemar limbah berbahaya, termasuk Situ Cilodong. Selain tercemar limbah rumah tangga, beberapa situ juga tercemar limbah industri. Dalam menanggulangi atau memperlambat kerusakan yang terjadi diperlukan suatu pengelolaan yang tepat antara lain dengan memanfaatkan bakteri heterotrofik sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar.



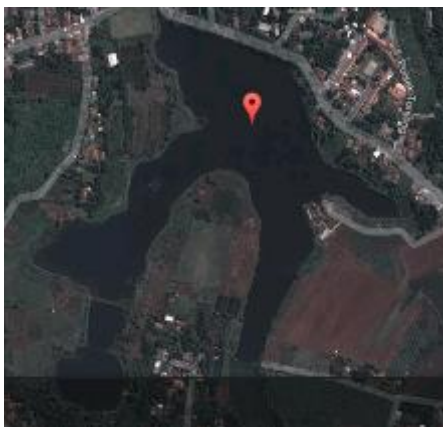
Sumber: maps.google.com

Gambar 4.
Lokasi Sampling Situ Cilodong

3. Situ Tonjong

Situ Tonjong merupakan salah satu situ yang terletak di Kecamatan Bojong Gede, Bogor. Sumber air berasal dari mata air dan satu inlet. Perairan ini memiliki empat teluk dengan ukuran yang berbeda-beda. Di daerah tersebut terdapat bagian situ yang telah dibendung oleh masyarakat untuk dijadikan kolam perikanan (Wardiatmo *et al.*, 2003).

Situ Tonjong merupakan sebuah danau alam yang cukup luas (14,44 hektar). Sekarang kios-kios penjual aneka barang dagangan pun bermunculan, bahkan areal situ Tonjong dimanfaatkan untuk perumahan. Padahal areal situ Tonjong ini diperuntukkan bagi upaya konservasi alam. Pembangunan telah melanggar Perda Provinsi Jawa Barat No. 8/2005 tentang Garis Sempadan Situ dan Danau karena di dalam Perda tersebut dinyatakan bahwa garis sempadan antara situ dengan bangunan minimal 50 meter. Sementara pengembang telah melakukan aktivitasnya jauh hingga mendekati tepi danau. Secara tidak langsung hal ini akan sangat berpengaruh pada kualitas perairan di situ Tonjong. Dalam menanggulangi atau memperlambat kerusakan yang terjadi diperlukan suatu pengelolaan yang tepat antara lain dengan memanfaatkan bakteri heterotrofik sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar.



Sumber: maps.google.com

Gambar 5.
Lokasi Sampling Situ Tonjong

Pertumbuhan bakteri heterotrofik di perairan juga didukung oleh faktor lingkungan, diantaranya yaitu kadar oksigen terlarut (DO), pH, salinitas, dan suhu. DO merupakan faktor penting bagi kehidupan mikroorganisme akuatik dan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas air. Oksigen terlarut akan langsung berpengaruh pada kemampuan bakteri heterotrofik untuk bertahan di perairan tercemar. Bakteri heterotrofik biasanya membutuhkan konsentrasi 5-8 ppm untuk dapat hidup secara normal (Naster, 1991 dalam Wibowo, 2004). Salah satu cara untuk menentukan kualitas air dan menganalisis pencemaran air adalah dengan mengukur oksigen terlarut secara langsung menggunakan elektroda atau pengukuran DO. Nilai DO suatu perairan dipengaruhi pula oleh beberapa faktor selain faktor pencemaran, yaitu suhu air, dan aerasi. DO ini secara langsung menentukan jenis organisme yang dapat hidup di suatu perairan. Suhu untuk aktivitas bakteri adalah 25-35°C, dan suhu optimum bagi bakteri heterotrofik untuk proses nitrifikasi adalah 28°C. Kelarutan oksigen berkorelasi terbalik dengan suhu dan salinitas. Semakin tinggi suhu atau salinitas semakin rendah konsentrasi oksigen terlarutnya. Salah satu faktor lingkungan yang dapat menghambat pertumbuhan organisme nitrifikasi adalah rendahnya pH. pH optimum bagi bakteri nitrifikasi adalah 7.2-9.0. Menurut Waluyo (2009) pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme banyak dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen, misalnya pH. Pada kebanyakan bakteri umumnya tumbuh optimum antara pH 6.6-8.5. pH rata-rata pada kebanyakan danau adalah 7.0 dan pada kebanyakan sungai besar memiliki pH 7.5, serta pada permukaan laut mempunyai pH 8.2. Proses respirasi dapat menurunkan pH, dan sebaliknya proses fotosintesis dapat menaikkan nilai pH. Oleh karena itu, pH dapat memberikan dampak pada ekosistem perairan.

Hasil pengukuran pada tiga situ diperoleh nilai kandungan DO (oksigen terlarut) berkisar antara 5.2-6.4 mg/l, suhu 26.7-27.3°C, dan pH cenderung asam 5.26-6.73. Secara rinci hasil pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 (Winarni *et al.*, 2014).

Tabel 3. Rata-rata Hasil Pengukuran DO, pH, dan Suhu

No.	Tempat Sampling	Parameter Penunjang (rata-rata)		
		DO (mg/l)	pH	Suhu (°C)
1.	Situ Cikaret	5.4	6.73	26.7
2.	Situ Cilodong	6.4	5.26	27.3
3.	Situ Tonjong	5.2	6.46	27

Menurut Boyd (1990), jika kandungan DO pada suatu perairan tawar ≥ 5 mg/l maka perairan tersebut termasuk dalam kategori tercemar ringan. Hal ini menunjukkan bahwa perairan pada ke-3 lokasi sampling situ Cikaret, Cilodong, dan Tonjong termasuk dalam kategori tercemar ringan. Setyobudiandi (1997) melaporkan bahwa kualitas perairan terbagi dalam 4 jenis, yaitu: tidak tercemar ($DO \geq 6.8$ mg/l), tercemar ringan ($DO 4.5-6.8$ mg/l), tercemar sedang ($DO 2.0-4.4$ mg/l), dan tercemar berat ($DO \leq 2$ ppm). Dengan demikian kandungan DO dapat digunakan untuk menentukan seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan telah terjadi.

Tinggi rendahnya DO antara lain dipengaruhi oleh suhu. DO berkorelasi terbalik dengan suhu, semakin tinggi suhu maka DO semakin rendah, dan sebaliknya semakin tinggi DO maka suhu semakin rendah. Pada tabel 3 terlihat bahwa dengan meningkatnya DO akan diikuti dengan turunnya suhu, hal ini terlihat pada situ Tonjong dan Cikaret. Suhu pertumbuhan untuk aktivitas bakteri nitrifikasi adalah $25-35^{\circ}\text{C}$ dan optimum pada suhu 28°C . Dengan demikian kisaran suhu yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan pertumbuhan kelompok bakteri nitrifikasi. Kandungan oksigen mulai menurun karena bakteri banyak melakukan dekomposisi limbah. Bila oksigennya sedikit, maka bakteri aerobik akan cepat mati dan tergantikan oleh bakteri anaerobik yang akan mendekomposisi dan menggunakan oksigen yang disimpan dalam molekul-molekul yang telah dihancurkan. Hasil dari kegiatan bakteri anaerobik antara lain H_2S , gas yang berbau busuk dan berbahaya, serta produk lainnya (Tantowi, 2007). Menurut Yeanny (2011), kualitas air yang berpengaruh terhadap keanekaragaman fitoplankton sebagai bioindikator adalah oksigen terlarut (DO).

Selain DO dan suhu, pH juga dapat digunakan untuk mengetahui kualitas suatu perairan. pH air akan mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan karena berpengaruh pada kehidupan mikroorganisme. Kaitan

antara pH dengan nilai DO adalah bila pH rendah maka kandungan DO berkurang. Hal ini terlihat pada tabel 3 bahwa dengan turunnya kandungan DO akan diikuti dengan turunnya pH, seperti yang terjadi pada situ Tonjong dan Cikaret. Diduga bakteri yang tumbuh pada ke-3 lokasi tersebut merupakan bakteri yang menyukai lingkungan sedikit asam. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh senyawa atau kandungan yang berada dalam air. Faktor yang mempengaruhi pH antara lain sisa-sisa pakan dan kotoran yang mengendap di dasar air.

Bila dilihat dari hasil pengukuran parameter penunjang, maka situ Cikaret, Cilodong, dan Tonjong merupakan perairan yang telah tercemar, meskipun masih tergolong tercemar ringan. Sehingga perlu dilakukan usaha penanggulangan untuk mengurangi tingkat pencemaran melalui suatu pengelolaan yang tepat antara lain dengan memanfaatkan bakteri heterotrofik sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar. Pencemaran dapat berasal dari: 1) tingginya kandungan sedimen yang berasal dari erosi, kegiatan pertanian, penambangan, konstruksi, pembukaan lahan, dll; 2) limbah organik dari manusia, hewan, dan tumbuhan; 3) kecepatan pertambahan senyawa kimia yang berasal dari aktivitas industri yang membuang limbah ke perairan.

Berdasarkan uji efektivitas isolat bakteri heterotrofik terhadap bakteri yang tumbuh pada perairan tercemar dan pengukuran parameter DO, pH, dan suhu, maka isolat bakteri heterotrofik dimungkinkan untuk dijadikan sebagai salah satu bioindikator atau biomonitoring aktivitas penguraian senyawa organik yang menunjukkan kesuburan suatu perairan, khususnya situ Cikaret, Cilodong, dan Tonjong.

KESIMPULAN

Air mutlak diperlukan dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Tanpa air kehidupan tidak dapat berlangsung. Demikian juga dalam kehidupan sehari-hari, air sangat diperlukan untuk berbagai kegiatan baik dalam rumah tangga, pertanian, maupun industri. Salah satu dampak dari peledakan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi adalah pencemaran terhadap lingkungan perairan. Pada batas-batas tertentu lingkungan mampu membersihkan dirinya dari segala macam zat pencemar. Namun, bila jumlahnya sudah melebihi kemampuan lingkungan, maka untuk mengatasinya memerlukan keterlibatan manusia.

Saat ini mikroba banyak dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas lingkungan perairan. Hal ini disebabkan mikroba mampu merespon perubahan fisika atau kimia dalam suatu lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai indikator alami terhadap perubahan lingkungan akibat dari pencemaran. Bahan pencemar dapat bermacam-macam mulai dari bahan yang berasal dari sumber-sumber alami sampai bahan sintetik, dengan sifat yang mudah dirombak (*biodegradable*) sampai sangat sulit bahkan tidak bisa dirombak (*rekalsitran/nonbiodegradable*) maupun bersifat racun bagi jasad hidup dengan bahan aktif tidak rusak dalam waktu lama (*persisten*). Beberapa mikroba telah diketahui dapat mendegradasi bahan pencemar tersebut, diantaranya bakteri heterotrof. Bakteri heterotrof juga dapat berperan sebagai biomonitoring.

DAFTAR PUSTAKA :

- Achmad, R. (2004). *Kimia lingkungan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Arianto.S. (2008). Pengertian pencemaran. Diunduh dari <http://smileboys.blogspot.com/2008/08/pengertian-pencemaran.html>.
- Aguskrisno. 2011. *Mikroorganisme Sebagai Indikator Baik Buruknya Kualitas Lingkungan Alam*. <https://aguskrisnoblog.wordpress.com>. Diunduh pada 10 Agustus 2016.
- Ali, S., A., K.. J., & B.L. Fajar. (2007). *The use of bioindicators to determine the environmental health quality*. INEPO Project Competition. Kharisma Bangsa School of Global Education.
- Amsterdam, D. (1992). *Susceptibility*. Dalam Alexander, M., D.A., Hopwood, Iglewski, B.H. dan Laskin, A.I., peny. *Encyclopedia of Microbiology*. San Diego: Academic Press Inc.,
- Boyd. C. E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham CO, Birmingham, Alabama.
- Ellenberg, H. (1991). *Biological monitoring, signals from the environment*. Doutsches Zentrum Fur Entwicklung Stecnologien-GATE. Eschborn.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hakim Ayu R.W dan Trihadiningrum Y. (2012). Studi kualitas air Sungai Brantas berdasarkan makroinvertebrata. *J. Sains dan Seni Pomits*, 1 (1), 1-6.
- Hindarko, S. (2003). *Mengolah air limbah*. Jakarta: Penerbit Esha Seri Lingkungan Hidup.
- Google Maps (2016). Retrieved from <http://www.mapsgoogle.com>

- Irianto, A dan Hendrati, M. (2003). Biodiversity of aerobic heterotrophic bacteria from Baron beach, Gunung Kidul, Yogyakarta. *J. Biodiversitas*, 4 (2), 80-82.
- Jamilah, I.T., Meryandini, A., Rusmana I., Suwanto, A. Rachmania, M. (2009). Activity of Proteolytic and Amylolytic Enzymes from *Bacillus* spp. Isolated from Shrimp Ponds. *Microbiology Indonesia*, 3, 2, 67-71.
- Lewaru, S., Riyantini, I, Mulyani, Y. (2012). Identifikasi bakteri indigenous pereduksi logam berat Cr (VI) dengan metode molekuler di Sungai Cikijing Rancaekek, Jawa Barat. *J. Perikanan dan Kelautan*. Vol 3, No. 4, Desember: 81-92.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., & Parker, J. (2000). *Brock: biology of microorganisms*. New Jersey American: Prentice Hall
- Mukono, H. (2006). *Prinsip dasar kesehatan lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nontji, A. (1993). *Laut nusantara*. Cetakan Kedua. Jakarta: Djambatan.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi laut suatu pendekatan ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Parwanayoni, S. (2008). Pergantian populasi bakteri heterotrofik, alga, dan protozoa di Lagoon btcd penanganan limbah Nusa Dua Bali. *J. Bumi Lestari*. (8):180-185.
- Prihantini, N.B., Wardhana, W., Hendrayanti, D., Widyawan, A., Ariyani, Y., & Rianto, R. (2008). Biodiversitas cyanobacteria dari beberapa situ atau danau di kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia. *J. Makara, Sains*. 12 (1). 44-54.
- Rahayu S, Widodo R. H., van Noordwijk M, Suryadi I & Verbist B. (2009). *Monitoring air di daerah aliran sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre - Southeast Asia Regional Office. 104 p.

- Setyobudiandi, I. (1997). *Makrozoobentos*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sigeo, D.C. (2005). *Freshwater microbiology, biodiversity, and dynamic interaction of microorganism in the aquatic environment*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Suarsini, E. (2006). *Bioremediasi limbah cair rumah tangga menggunakan konsorsia bakteri indigen yang berpotensi pereduksi polutan*. Disertasi Program Studi Pendidikan Biologi. Universitas Negeri Malang. 211 hal.
- Tantowi. (2007). *Total suspended solid (TSS)*. <https://www.scribd.com>: Diunduh 30 Desember 2014.
- Tjokrokusumo, S. (2006). *Makroinvertebrata sebagai bioindikator*. *J. Hidrosfir*. 1 (1) Hal: 8-20.
- Waluyo, L. (2009). *Mikrobiologi lingkungan*. Malang: UMM press..
- Wardiatno, Y., Anggraeni, I., Ubaidillah, R., Maryanto, I. (2003). *Profil dan permasalahan perairan tergenang (situ, rawa, dan danau)*. <http://elibpdis.lipi.go.id>: Diunduh 18 Juli 2011.
- Wibowo, H. (2004) *Tingkat Eutrofikasi Rawa Pening Dalam Kerangka Kajian Produktivitas Primer Fitoplankton* [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Winarni, I, Saptari T. H, Nastiti, T., R. (2013). *Pemanfaatan enzim amilolitik bakteri heterotrofik dalam menurunkan tingkat pencemaran perairan tawar*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Dikti.
- Winarni, I, Saptari T. H., Nastiti, T., R. (2014). *Efektivitas bakteri heterotrofik asal Situ Cibuntu-lipi, Cibinong, Bogor sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar pada situ Cikaret (Bogor), Cilodong (Depok), dan Tonjong (Bogor)*. Laporan Penelitian Bidang Ilmu. UT.

- Wizna, W., Abbas, H., Rizal, Y., Dharma, A., & Putu, K. (December 01, 2007). Selection and Identification of Cellulase-Producing Bacteria Isolated from the Litter of Mountain and Swampy Forest. *Microbiology Indonesia*, 1 (3) 135-139.
- Yeanny, M.S. (2011). Komunitas fitoplankton sebagai bioindikator kualitas air Sungai Belawan. Prosiding Seminar Nasional Biologi: Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan National Achievement with Global Reach. Universitas Sumatera Utara. USU Press.

Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan

Dina Mustafa

PENDAHULUAN

Perkembangan dan pemanfaatan zat-zat kimia yang tanpa kendali, menyebabkan tubuh manusia terkontaminasi oleh sejumlah besar zat kimia sintetis hasil industrialisasi, banyak diantaranya telah diketahui bersifat racun dan penyebab kanker. Zat-zat tersebut masuk ke tubuh manusia melalui produk yang tidak disebutkan sebagai komponen penyusun atau *ingredients* pada produk-produk makanan atau aditif, makanan yang terkontaminasi zat kimia, udara, air dan debu. Bahkan, janin yang tumbuh di perut ibu juga sudah terpapar langsung oleh zat kimia melalui makanan dan obat-obatan yang dikonsumsi oleh ibu. Pada akhirnya banyak zat kimia yang masuk ke rantai makanan dan tersirkulasi ke seluruh dunia. Telah terbukti bahwa pestisida yang digunakan di daerah tropis ternyata sudah umum ditemukan di Artika (wilayah di Kutub Utara) sekarang (Clark, 2005). Zat pencegah api pada mebel dan elektronik saat ini ternyata didapati di tubuh mamalia yang hidup di lautan.

Sejak tahun 1990-an Amerika Serikat telah mulai memberikan penghargaan yang berhubungan dengan kimia hijau, namun banyak penerapan kimia hijau yang sebenarnya telah lama dikenal sebelum itu. Berbagai negara juga menerapkan kimia hijau seperti Jerman yang tidak menggunakan pelarut pada proses komersial serta pemanfaatan katalis yang dapat didaur ulang di Inggris (Clark, 2005).

Istilah kimia hijau pertama kali digunakan oleh Paul T. Anastas pada sebuah program khusus yang diperkenalkan organisasi EPA (Environmental Protection Agency) di Amerika Serikat tahun 1991. Program ini dimaksudkan untuk menerapkan pengembangan berkelanjutan di bidang kimia dan teknologi kimia oleh dunia industri, akademi, dan pemerintahan. Konsep kimia hijau mengintegrasikan pendekatan baru untuk proses sintesa, pengolahan, dan aplikasi zat-zat kimia sedemikian rupa sehingga dapat menurunkan ancaman terhadap kesehatan dan lingkungan. Pendekatan baru ini kemudian diberi istilah: kimia yang ramah terhadap lingkungan

(*Environmental benign Chemistry*), kimia bersih (*Clean Chemistry*) ekonomi atom (*atom economy*), kimia yang dirancang jinak/ramah (*benign-by-design chemistry*).

Konsep kimia hijau biasanya ditampilkan sebagai gabungan dari 12 prinsip yang diusulkan oleh Anastas dan Warner (Anastas & Warner, 1998), apabila diterapkan dapat menunjukkan bagaimana produksi zat kimia dapat memfasilitasi kesehatan manusia dan lingkungan, dengan tetap memperhatikan efisiensi dan keuntungan. Kedua belas prinsip kimia hijau itu adalah: 1) pencegahan: pencegahan limbah lebih diutamakan daripada perlakuan terhadap air limbah; 2) atom ekonomi: metode sintesa harus dirancang untuk memaksimalkan pemanfaatan semua materi yang digunakan dalam proses sampai menghasilkan suatu produk; 3) sintesa zat kimia dengan kemungkinan timbulnya bahaya seminimal mungkin: kegiatan pembuatan zat kimia diusahakan menerapkan metode yang dirancang untuk memanfaatkan dan menghasilkan zat-zat dengan toksisitas serendah mungkin bagi kesehatan manusia dan lingkungan; 4) merancang zat kimia yang aman yang dapat digunakan sesuai peruntukannya dengan meminimalisir toksisitas zat tersebut; 5) pemanfaatan pelarut dan zat pendamping yang aman; 6) perancangan sistem untuk mendapatkan efisiensi energi pada temperatur dan tekanan rendah serta ramah lingkungan; 7) sejauh mungkin menerapkan penggunaan bahan mentah yang terbarukan, bukan yang menghabiskan sumber daya; 8) sejauh mungkin mengurangi pemanfaatan zat derivatif seperti zat pencegah, pelindung, atau penghancur; 9) pemanfaatan katalis selektif mungkin dan yang merupakan reagen dengan sifat stokiometrik yang paling baik; 10) perancangan agar mudah diuraikan, zat-zat kimia yang dihasilkan harus mudah diuraikan saat manfaatnya telah selesai; 11) analisis secara *real-time* untuk pencegahan polusi; metode-metode analisis harus dikembangkan untuk memungkinkan pemantauan dan pencegahan secara langsung pada setiap tahap dari proses sintesa untuk mencegah terbentuknya zat berbahaya; 12) penerapan kimia aman untuk mencegah kecelakaan, zat-zat yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih untuk meminimalisir potensi kecelakaan, termasuk pelepasan zat berbahaya, ledakan, dan kebakaran. Kedua belas prinsip ini diharapkan dapat memotivasi hal-hal yang berhubungan dengan bidang kimia seperti penelitian, pendidikan, dan kebijakan dan persepsi masyarakat. Prinsip pertama menggambarkan ide dasar dari kimia hijau, yang dilanjutkan dengan prinsip-prinsip berikutnya

yang menjadi pedoman dalam melaksanakan prinsip pertama itu seperti *atom economy*, penghindaran toksisitas, pemanfaatan solven dan media lainnya dengan konsumsi energi seminimal mungkin, pemanfaatan bahan mentah dari sumber yang terbarukan, serta penguraian produk kimia menjadi zat-zat nontoksik sederhana yang ramah lingkungan (Dhage, 2013).

KIMIA HIJAU

Kimia hijau adalah suatu pendekatan terhadap perancangan, proses pembuatan, dan pemanfaatan produk-produk kimia sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan bahaya dampak buruk zat kimia terhadap lingkungan termasuk manusia. Tujuan utama pendekatan kimia hijau adalah untuk menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman dan secara bersamaan dapat memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesa zat-zat tersebut dan mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.

Pendekatan kimia hijau bertujuan untuk menghilangkan dampak buruk zat kimia sejak pada proses perancangan. Praktik pencegahan bahaya dari sejak awal proses pembuatan zat kimia akan bermanfaat bagi kesehatan manusia dan lingkungan, yang meliputi proses perancangan, produksi, penggunaan atau penggunaan kembali, dan pembuangan limbah yang dihasilkan (Gambar 1). Perbedaan utama pendekatan lama dan baru dalam pembuatan zat kimia adalah pemanfaatan pelarut dari minyak bumi. Industri kimia umumnya mengandalkan pelarut petroleum yang tidak dapat diperbaharui sebagai materi utama untuk membuat zat kimia. Industri seperti ini biasanya adalah sangat intensif dalam penggunaan energi, tidak efisien, dan menghasilkan racun, baik produk maupun limbah kimia yang berbahaya.

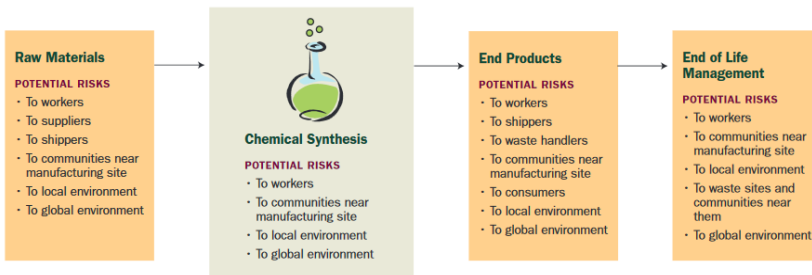
Salah satu prinsip dari kimia hijau adalah mengutamakan pemanfaatan zat-zat alternatif dan terbarukan termasuk pemanfaatan limbah pertanian atau biomass atau produk-produk biologis yang tidak terkait dengan bahan pangan. Secara umum reaksi-reaksi kimia dari bahan-bahan alternatif ini sangat kurang bahayanya dibandingkan jika menggunakan petroleum. Prinsip berikutnya adalah pencegahan limbah, sintesa kimia yang kurang atau tidak berbahaya, dan perancangan zat kimia yang tidak atau kurang berbahaya termasuk pelarut yang lebih aman. Prinsip lain berfokus pada perancangan produk-produk kimia yang mudah dan aman terurai di

lingkungan dan efisiensi dan penyederhanaan proses-proses kimia. Lebih jauh lagi, karena proses-proses dalam kimia hijau jauh lebih efisien, maka perusahaan akan menggunakan lebih sedikit bahan mentah dan energi sekaligus menghemat dana untuk pembuangan limbah.

Manfaat kimia hijau adalah mengusahakan proses-proses kimia yang lebih ekonomis karena biaya produksi dan regulasi yang lebih rendah, efisien dalam penggunaan energi, pengurangan limbah produksi, pengurangan kecelakaan, produk yang lebih aman, tempat kerja dan komunitas yang lebih sehat, perlindungan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, dan mendapatkan keunggulan yang kompetitif atas produk yang dihasilkan. Dengan memperhatikan dan menerapkan pendekatan atau teknologi kimia hijau akan menghasilkan tempat kerja yang lebih aman bagi para pekerja industri, risiko-risiko yang jauh lebih sedikit bagi komunitas di sekitar lingkungan pabrik dan produk yang lebih aman bagi pengguna/pembeli.

PENERAPAN KIMIA HIJAU

Para ahli kimia dapat mengakses berbagai sumber informasi mengenai potensi bahaya molekuler zat kimia yang akan dirancang dan zat pendukung yang akan dipilih. Saat ini para ahli kimia hijau sudah terlatih untuk mengintegrasikan berbagai informasi tersebut untuk merancang molekul dengan menghindari atau mengurangi sifat racun/toksik dari molekul tersebut. Sebagai contoh, mereka mungkin merancang molekul yang cukup besar ukurannya sehingga tidak dapat menembus jauh ke dalam paru-paru manusia atau hewan, yaitu tempat efek toksik dapat terjadi. Cara lain adalah mengubah sifat-sifat suatu molekul untuk mencegah absorpsi oleh kulit atau untuk memastikan molekul tersebut akan mudah terurai di lingkungan.



Sumber: Institute for Agricultural and Trade Policy, 2007

Gambar 1. Manfaat Pendekatan Kimia Hijau

Dengan kemajuan di bidang teknologi pembuatan partikel nano, maka perlu diperhatikan atau dibuat peraturan untuk mengurangi dampak kesehatan dan lingkungan yang disebabkan partikel nano ini termasuk aplikasi teknologi dan partikel nano di dunia kedokteran, seperti pencitraan, pemberian obat, disinfektasi, dan perbaikan jaringan (Albrecht, Evans, & Raston, 2006). Partikel nano ini dapat masuk ke tubuh manusia melalui paru, usus besar, kulit, serta dapat masuk ke jaringan otak yang kemungkinan besar dapat menimbulkan masalah kesehatan, meskipun penelitian mengenai ini belum tuntas. Aturan dan regulasi terkait nano partikel dan kesehatan serta lingkungan perlu dikembangkan berdasarkan 12 prinsip kimia hijau. Albrechts et al., (2006) menguraikan dampak nano partikel dan berbagai kemungkinan alternatif yang tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan untuk pemanfaatan nano partikel di berbagai aspek kehidupan. Manfaat pendekatan kimia hijau adalah mengurangi berbagai risiko pada siklus produksi dan pemanfaatan zat kimia (Gambar 1). Pendekatan pembaharuan berkelanjutan dalam hal penemuan atau inovasi akan membawa kepada proses dan produk yang aman di dalam ekosistem alami, dan mudah terurai, sehingga menjadi zat gizi untuk alam atau dapat didaur ulang.

CAT RAMAH LINGKUNGAN

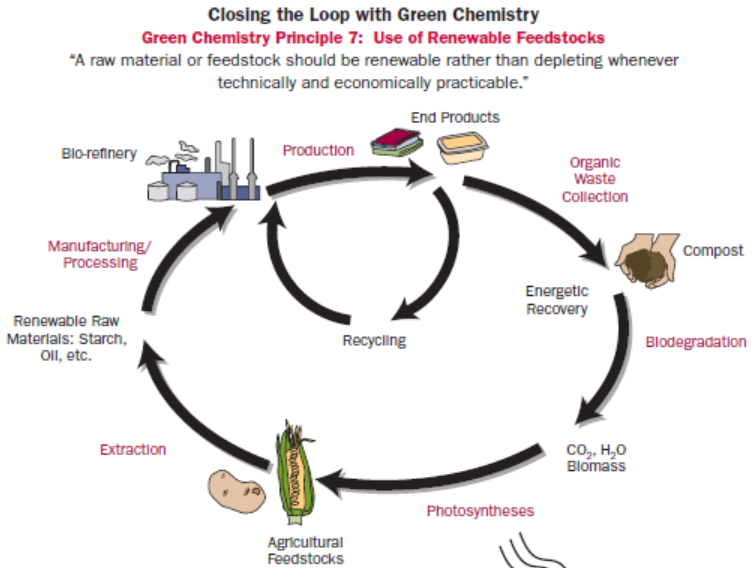
Senyawa organik yang mudah menguap *atau volatile organic compounds (VOC)* biasa diidentifikasi sebagai bau sesuatu yang baru dicat, bersifat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Sejak dulu ada cat yang larut dalam air berbentuk bubuk, tetapi tidak mudah didapat. Perusahaan cat di Inggris berhasil membuat cat yang sedikit sekali atau tidak mengandung VOC tetapi tetap menarik, misalnya cat yang berbasis pelarut dari tanaman yang tidak berbau, mudah dibersihkan, dan berdaya tutup yang baik. Cat-cat yang diiklankan di Indonesia juga sudah mulai memperhatikan keamanan terhadap kesehatan dan lingkungan.

PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN

Sudah ada produk-produk plastik yang berbahan dasar gula dari tanaman hasil pertanian yang terbarukan, seperti jagung, kentang, dan gula dari buah bit, untuk mulai menggantikan plastik yang berasal dari

petroleum. Beberapa perusahaan di negara maju telah menghasilkan produk-produk plastik yang ramah lingkungan. Sebagai contoh, perusahaan di Amerika yang memasarkan polimer PLA dari tumbuhan yang berasal dari jagung, digunakan dalam kemasan makanan dan minuman. Perusahaan ini juga berhasil membuat serat yang berasal dari jagung dinamakan Ingeo dan digunakan untuk membuat selimut serta hasil tekstil lain. Pabrik yang memakai polimer PLA sebagai bahan dasarnya juga mengintegrasikan prinsip-prinsip kimia hijau termasuk dalam memilih zat warna untuk produk-produk mereka. Di Amerika Serikat, terdapat perusahaan yang mengganti bahan penguat karpet yang biasanya terdiri atas aspal, polivinil klorida (PVC), dan poliuretan, dengan resin poliolefin, yang berasal dari tanaman dan lebih rendah toksisitasnya. Karpet jenis ini memiliki daya rekat yang tinggi dan tidak mudah menyusut. Saat ini karpet yang ramah lingkungan ini telah digunakan untuk bangunan rumah, sekolah, rumah sakit, dan kantor.

Saat ini sudah ada Pedoman Pemanfaatan Biomaterial Berkelanjutan (*Sustainable Biomaterials Guidelines*) yang memberi arahan untuk pendekatan komprehensif terhadap siklus produksi, pemanfaatan dan pengolahan limbah untuk praktik pertanian sampai dengan daur ulang dan pembuatan pupuk. Pedoman tersebut memberi saran bagaimana mengolah limbah tumbuhan seperti kayu, rumput kering, tanaman, dan berbagai bahan mentah pertanian untuk dimanfaatkan kembali. Pedoman tersebut sesuai dengan prinsip kimia hijau yang ke tujuh yaitu memanfaatkan bahan baku pertanian yang dapat didaur ulang, seperti yang digambarkan pada Gambar 2. Prinsip ini mendasari usaha para ahli kimia untuk memanfaatkan material yang dapat diperbaharui, seperti bahan bakar biogas dan pakan ternak, menghemat penggunaan energi, dan memproduksi zat-zat kimia yang ramah lingkungan pada pengolahan bahan makanan.



Gambar 2: Siklus Tertutup pada Pendekatan Kimia Hijau pada Usaha Bahan Pangan

ADOPSI PENDEKATAN KIMIA HIJAU PADA TINGKAT INDUSTRI

Banyak usaha yang mulai memperhatikan pendekatan kimia hijau. Perusahaan bangunan memanfaatkan bahan bangunan yang ramah lingkungan dan menghindari bahan yang terbukti berbahaya bagi kesehatan seperti asbestos. Usaha pencucian baju atau laundry juga sudah mengganti pelarut bahan kimia untuk *dry cleaning*, dari Perchloroethylene (PERC) – $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$ –, dengan CO_2 cair dan surfaktan (Dhage, 2013). PERC terbukti berbahaya bagi air tanah dan diduga bersifat karsinogenik, seperti hampir semua pelarut yang mengandung halogen.

Penggantian zat pemutih kertas, yaitu gas klorin (Cl_2), untuk menghilangkan zat lignin, dengan peroksida (H_2O_2) bersama katalisator TAML (Dhage, 2013). Gas klorin ternyata bereaksi dengan lignin membentuk dioksin, seperti 2,3,4-tetrachlorodioksin dan furan terklorinasi. Zat tersebut merupakan zat berbahaya bagi kesehatan karena menjadi polutan pada rantai makanan untuk pakan ternak yang menghasilkan daging atau ikan terkontaminasi dioksin. Dengan katalis TAML memungkinkan H_2O_2 untuk mengurai lebih banyak lignin dalam waktu yang lebih singkat. Sistem

pemutihan ini juga digunakan di usaha laundry karena ternyata dapat mengurangi jumlah pemanfaatan air.

Bubuk dari biji asam jawa (*tamarind seed kernel powder*) yang merupakan limbah produk pertanian, dapat dijadikan zat yang efektif untuk menjernihkan air buangan rumah tangga dan industri (Dhage, 2013). Bubuk biji asam jawa bersifat non-toksik, mudah terurai secara alami, hemat biaya, dapat menggantikan garam Al (aluminium) atau alum yang biasa digunakan untuk mengolah air limbah. Zat alum ini terbukti meningkatkan jumlah ion berbahaya dalam air olahan itu dan dapat menyebabkan penyakit seperti alzheimer (pikun/dementia). Hasil penelitian membuktikan bahwa bubuk biji asam jawa cukup ekonomis sebagai flokulan yang kinerjanya setara dengan $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (potash alum) yang biasa dipakai pada penjernihan air.

KUALITAS KIMIA AIR SUNGAI CILIWUNG DI PROVINSI DKI JAKARTA

Sungai Ciliwung memiliki 2 (dua) peruntukan air sungai yaitu peruntukan air baku air minum (golongan B) dan peruntukan pertanian dan usaha perkotaan (golongan D). Sungai Ciliwung merupakan sungai utama dari sistem aliran sungai yang melalui DKI Jakarta. Pada bagian tengah Ciliwung terdapat kota Depok, di bagian hulunya terdapat Kabupaten Bogor dan Kota Bogor (Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah/BPLHD Provinsi DKI Jakarta, 2014). Sungai Ciliwung tergolong sungai sedang, memiliki lebar sungai rata-rata 18-33 Meter. Parameter yang akan dibahas di sini adalah parameter kunci yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai yang meliputi parameter fosfat, Senyawa Aktif Biru Metilen (detergen), Zat Organik, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Dissolved Oxygen* (DO).

Salah satu parameter kunci dalam analisa kualitas kimia air sungai ini adalah kandungan Fosfat. Kandungan fosfat dalam air disebabkan oleh buangan limbah industri dan kandungan detergen. Konsentrasi fosfat yang tinggi menyebabkan terjadinya eutrofikasi yang bermula dari pertumbuhan luar biasa tumbuhan alga dan enceng gondok. Eutrofikasi secara fisik terlihat dari kondisi air yang berwarna hijau akibat tumbuhan alga didalamnya. Konsentrasi fosfat di sungai Ciliwung berada pada kisaran 0 – 3,76 Mg/L. Jika dibandingkan dengan baku mutu fosfat yang diijinkan yaitu 0,5 Mg/L, maka sebagian besar titik pantau kelas D berada pada kondisi di atas baku mutu.

Senyawa Aktif Biru Metilen merupakan senyawa pencemar perairan yang paling banyak dihasilkan dari limbah tekstil. Keberadaan senyawa ini dalam perairan dapat meningkatkan COD dan menyebabkan perairan menjadi tidak jernih. Baku mutu senyawa aktif metilen biru yang ditetapkan untuk air sungai kelas B adalah sebesar 1 Mg/L dan kelas D adalah 0,5 Mg/L. Seluruh titik pantau yang berada di areal sungai Ciliwung mengandung senyawa aktif metilen biru di bawah baku mutu. Konsentrasi senyawa aktif metilen biru cenderung lebih tinggi pada titik pantau sungai kelas D, yaitu 2,71 Mg/L. Konsentrasi detergen yang tinggi pada badan sungai Ciliwung diakibatkan dari aktivitas rumah tangga maupun industri.

Kandungan senyawa organik dapat berasal aktivitas organisme baik hewan, tumbuhan, ataupun manusia. Pada umumnya senyawa organik ini berisikan kombinasi Karbon, Hidrogen, dan Oksigen bersama-sama dengan Nitrogen. Semakin tinggi kandungan senyawa organik maka ada beberapa zat yang sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme. Sumber pencemar dominan dari parameter ini adalah limbah domestik yang berasal dari aktivitas warga. Konsentrasi zat organik di seluruh titik pemantauan sungai Ciliwung berada di atas baku mutu yang seharusnya di bawah 15 Mg/L, bahkan ada yang mencapai 91,50 Mg/L.

Konsentrasi BOD menunjukkan kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme untuk mengurai senyawa organik yang terkandung dalam perairan. Konsentrasi BOD dipengaruhi oleh proses penguraian mikroorganisme dalam sungai. Proses penguraian bahan organik di perairan dapat membantu pengolahan air tetapi di sisi lain dapat meningkatkan timbulnya lumpur yang mengakibatkan pendangkalan. Baku mutu BOD yang digunakan pada analisa sungai kualitas B adalah 10 Mg/L dan baku mutu pada kualitas D adalah 20 Mg/L, mengacu pada Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 582 Tahun 1995. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, seluruh perairan di sungai Ciliwung memiliki konsentrasi BOD yang tinggi di atas baku mutu, yang paling tinggi adalah 68,13 Mg/L untuk sungai kelas B.

DO atau oksigen terlarut dalam perairan sangat berpengaruh terhadap kehidupan akuatik. Air dengan kualitas yang baik memiliki DO yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan yang tercemar. Kandungan DO dalam perairan berbanding terbalik dengan konsentrasi COD dan BOD. Semakin tinggi angka COD dan BOD, maka oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa organik dan mengoksidasi senyawa anorganik

semakin tinggi pula. Hal ini menyebabkan konsentrasi DO dalam perairan menurun dan menimbulkan dampak buruk bagi makhluk hidup akuatik di dalamnya. Baku mutu DO yang ditentukan untuk air kualitas B adalah 3 Mg/L dan untuk air kualitas D adalah 3 Mg/L. Ada beberapa titik dengan DO yang lebih rendah dari baku mutu yang ditetapkan. Rendahnya konsentrasi DO dapat mengindikasikan terjadi pencemaran organik yang cukup tinggi. Untuk menguraikan senyawa organik secara mikrobiologi dibutuhkan oksigen terlarut.

Secara umum laporan terkait pencemaran air oleh zat kimia, menunjukkan bahwa di bagian hulu sungai Ciliwung umumnya keadaan masih di bawah batas baku mutu yang ditetapkan, namun di hilir yang mendekati muara sungai Ciliwung di teluk Jakarta, memiliki indeks pencemaran zat kimia di atas baku mutu yang ditetapkan untuk sungai sebagai sumber air minum dan sumber air industri.

SOSIALISASI KIMIA HIJAU

Pendekatan kimia hijau untuk pengolahan limbah padat, baik organik maupun anorganik, dapat disosialisasikan ke masyarakat (Anggraeni, et al., 2012). Masyarakat di desa Padakembang dan Cilampung Hilir, Kecamatan Cisayong, kabupaten Tasikmalaya, difasilitasi untuk mendaur ulang limbah anorganik menjadi barang yang bernilai ekonomis, seperti limbah kertas jadi produk seni; dan mengolah limbah organik menjadi kompos. Pendekatan yang digunakan adalah 5 R, yaitu *Reduce, Reuse, Recycle, Replace, and Refill*.

PENGAWASAN PENERAPAN KIMIA HIJAU DI INDONESIA

Pemerintah telah membuat suatu kebijakan berkaitan dengan kepedulian menjaga kelestarian lingkungan dan penerapan konsep kimia hijau oleh industri dan bisnis. Kebijakan ini disebut Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan atau dikenal dengan sebutan PROPER. PROPER ini menjadi instrumen kebijakan alternatif atas pencapaian kinerja dan ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan di bidang pengendalian pencemaran dan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. PROPER ini mendorong ketaatan dan kepedulian perusahaan dalam pengelolaan lingkungan hidup melalui penyebaran informasi tingkat kinerja ketaatan perusahaan kepada publik dan *stakeholder (public information disclosure)* (Menteri lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2011).

PROPER memberi peringkat reputasi industri ke dalam lima peringkat yaitu emas, hijau, biru, merah dan hitam, dengan penjelasan sebagai berikut (Menteri lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2011):

1. Emas, telah secara konsisten menunjukkan keunggulan lingkungan (*environmental excellency*) dalam proses produksi dan/atau jasa, melaksanakan bisnis yang beretika dan bertanggung jawab terhadap masyarakat.
2. Hijau, telah melakukan pengelolaan lingkungan lebih dari yang dipersyaratkan dalam peraturan (*beyond compliance*) melalui pelaksanaan sistem pengelolaan lingkungan, pemanfaatan sumberdaya secara efisien melalui upaya 4R (*Reduce, Reuse, Recycle dan Recovery*), dan melakukan upaya tanggung jawab sosial (*corporate social responsibility/CSR/comunity development*) dengan baik.
3. Biru, telah melakukan upaya pengelolaan lingkungan yang dipersyaratkan sesuai dengan ketentuan dan/atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.
4. Merah, upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan belum sesuai dengan persyaratan sebagaimana diatur dalam peraturan perundang-undangan dan dalam tahapan melaksanakan sanksi administrasi.
5. Hitam, secara sengaja melakukan perbuatan atau melakukan kelalaian yang mengakibatkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan serta pelanggaran terhadap peraturan perundang-undangan yang berlaku atau tidak melaksanakan sanksi administrasi.

Dalam kebijakan PROPER tersebut, suatu industri harus mengatur proses produksi menggunakan prinsip 'kimia hijau' dengan kriteria yang telah ditetapkan. Kriteria itu antara lain adalah sebagai berikut. Ada bukti pelaksanaan AMDAL; pengendalian pencemaran air (dengan aspek titik penaaatan, parameter, pelaporan, baku mutu, izin, ketentuan teknis); pengendalian pencemaran udara (dengan aspek sumber emisi, parameter, pelaporan, baku mutu, ketentuan teknis); pengelolaan limbah B3 (dengan aspek pendataan jenis dan volume limbah yang dihasilkan, perizinan, pelaksanaan ketentuan izin, *open dumping* dan pengelolaan tumpahan dan tanah terkontaminasi limbah B3, jumlah limbah B3 yang dikelola sesuai dengan peraturan, pengelolaan limbah B3 oleh pihak ke 3 dan pengangkutannya, *dumping, open burning*, dan pengelolaan limbah B3 dengan cara tertentu); pengendalian kerusakan lingkungan dengan kriteria

yang menunjukkan status aktivitas pembersihan lahan/pengupasan tanah pucuk/penggalian tanah penutup/penambangan/penimbunan/ reklamasi.

Proses penyediaan bahan baku hingga pendistribusian sisa produksi harus memiliki prosedur kerja yang jelas dan tidak mencemari lingkungan. Dalam beberapa proses kimia industri, limbah tidak hanya berupa produk tetapi juga reagen yang digunakan untuk produksi. Limbah ini dapat menyebabkan ancaman terhadap lingkungan. Risiko paparan untuk senyawa kimia berbahaya yang memiliki ambang batas dapat diminimalkan dengan menggunakan alat pelindung seperti kacamata, masker, dan baju pelindung. Menurut prinsip-prinsip kimia hijau, ancaman tersebut bisa dihilangkan dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan bahan baku yang aman untuk proses produksi kimia.

INTEGRASI KIMIA HIJAU DAN PENDIDIKAN

Maria, Praptining, dan Lussana (2013) dari program studi (prodi) Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Semarang menguraikan usaha untuk mengintegrasikan konsep pengetahuan mengenai kimia hijau pada prodi Pendidikan Biologi. Pada artikel yang dipresentasikan pada Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS, para penulis itu menguraikan kemungkinan menerapkan konsep dan aspek-aspek kimia hijau dalam mata kuliah pengetahuan lingkungan pada mahasiswa pendidikan biologi, terutama bila ilmu kimia bukan merupakan mata kuliah pokok. Tahapan pelaksanaan penerapan konsep kimia hijau seperti tahap pada difusi inovasi, yaitu tahap pertama, menanamkan kepekaan mahasiswa tentang masalah lingkungan dan pencemaran yang diakibatkan oleh bahan kimia beracun dan berbahaya. Tahap kedua, mengenalkan kepada mahasiswa 12 prinsip kimia hijau. Tahap ketiga, mahasiswa belajar menganalisis penerapan prinsip kimia hijau dalam mata kuliah pengetahuan lingkungan.

KESIMPULAN

Pendekatan kimia hijau adalah usaha penerapan prinsip penghilangan dan pengurangan senyawa berbahaya melalui usaha perancangan, produksi, dan penerapan produk kimia. Pendekatan kimia hijau berusaha meminimalisir zat berbahaya, pemanfaatan katalis yang aman untuk reaksi dan proses kimia, penggunaan reagen yang tidak beracun, penggunaan

sumber daya yang dapat diperbaharui, peningkatan efisiensi pada tingkat atom, dan penggunaan pelarut yang ramah lingkungan. Usaha untuk menerapkan kimia hijau untuk menghasilkan produk industri untuk bangunan dan penggantian zat kimia berbahaya yang digunakan pada berbagai industri dan kesehatan telah dilakukan. Berbagai peraturan mengenai penerapan kimia hijau pada tingkat dunia dan Indonesia telah dibuat. Perlu pengawasan ketat untuk penerapan pendekatan kimia hijau ini untuk mencegah bahaya terhadap kesehatan dan lingkungan. Masih banyak usaha yang perlu dilakukan untuk meningkatkan penelitian, pendidikan, kebijakan, dan penerapan kimia hijau terutama tentang penerapan nanopartikel untuk kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrecht, M, A., Evans, C, W., & Raston, C, L. (2006). "Green Chemistry and The Health Implications of Nanoparticles". *Green Chemistry*, 8, 417-432
[http://www.temas.ch/IMPART/IMPARTProj.nsf/f41e562f4f53bf50c12569f30037663e/46e7a24d8071fec4c125746a0039b267/\\$FILE/8.pdf](http://www.temas.ch/IMPART/IMPARTProj.nsf/f41e562f4f53bf50c12569f30037663e/46e7a24d8071fec4c125746a0039b267/$FILE/8.pdf)
Diunduh pada 16/06/2016.
- Anastas, P. T., and J. C. Warner (1998) *Green Chemistry: Theory and Practice* Eds. Oxford University Press: Oxford, UK.
- Anggraeni, N.I; Kamara, D.S; dan Dahlan, A. (2012). Sosialisasi Kimia Hijau: Daur Ulang Limbah Organik dan Anorganik Di Desa Padakembangan dan Cilampung Hilir, Kecamatan Cisayong, Kabupaten Tasikmalaya. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 1 (1), 49-56. ISSN1410 – 5675.
- Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah BPLHD Provinsi DKI Jakarta. (2014). Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta 2014. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, Jakarta.
- Clark, J. H. (2005). Green Chemistry and Environmentally Friendly Technology. In C. A. M. Afonso and J. G. Crespo (eds). *Green Separation Processes*. pp 3 – 4. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim ISBN 3-527-30985-3. https://www.wiley-ch.de/books/sample/3527309853_c01.pdf. Diunduh pada 20/06/2016.
- Dhage, S, D. (2013). Applications of Green Chemistry Principles in Every Day Life. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*, 3 (3). <http://www.ijrpc.com/files/01-346.pdf> Diunduh pada 16/03/2016.
- Institute for Agriculture and Trade Policy (IATP) (2007, 18 Juli). Why We Need Green Chemistry. Retrieved from <http://www.iatp.org/documents/why-we-need-green-chemistry-1>. Diunduh pada 16/06/2016.

Maria U., Praptining R., & Lussana R. D. (2013). 'Konsep Pengetahuan Lingkungan Green Chemistry Pada Program Studi Pendidikan Biologi.'" *Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi, Vol II: Biologi, Sains, Lingkungan, Dan Pembelajarannya* – PS Biologi, Jur Pendidikan MIPA, FKIP – Universitas Sebelas Maret – Surakarta – 6 Juli 2013.

Menteri Lingkungan Hidup. (2011). *Peraturan Menteri negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 2011 Tentang Program Penilaian Peringkat kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup.* <http://apki.net/wp-content/uploads/2012/05/Peraturan-Menteri-Negara-Lingkungan-Hidup-Nomor-5-Tahun-2011-Program-Penilaian-Perangkat-Kinerja-Perusahaan-dalam-Pengelolaan-Lingkungan-Hidup1.pdf> Diunduh pada 22/08/2016.

Pengendalian Sistem Ekologi, Sosial, dan Ekonomi untuk Meningkatkan Kualitas Gaya Hidup (Lifestyle) Masyarakat di Perkotaan

Tina Ratnawati

PENDAHULUAN

Wilayah perkotaan memiliki permasalahan lingkungan yang terus bertambah seiring dengan dinamika pertumbuhan penduduknya. Masyarakat selalu berinteraksi dengan lingkungan hidup di perkotaan, karena wilayah di perkotaan merupakan pusat pertumbuhan ekonomi, pemerintahan, industri, dan perdagangan. Namun, masyarakat sering melanggar hukum-hukum ekologi dan lingkungan demi kebutuhan pembangunan dan keuntungan ekonomi ini. Perilaku ekonomi pada masyarakat berkisar pada upaya pemenuhan kebutuhan hidup. Kebutuhan manusia pada dasarnya terdiri atas 2 (dua) hal, berikut 1) kebutuhan *fisiologis* yaitu makan, minum, pakaian, dan tempat tinggal, 2) kebutuhan *psikologis* yang muncul berupa rasa aman, loyalitas, dan penghargaan. Perencanaan dan pembentukan perkotaan dimaksudkan untuk memberikan kesejahteraan kepada masyarakat. Permasalahan lingkungan yang terjadi lebih dipengaruhi akibat perbuatan manusianya sendiri. Untuk itu dibutuhkan adanya suatu kota yang layak huni, yaitu kota yang dapat menampung dan mengakomodasi semua kegiatan masyarakat kota dan juga aman bagi seluruh masyarakatnya (Timmer dan Seymorar, 2005).

Akhir-akhir ini peranan kota di dalam kegiatan pembangunan seringkali dipermasalahkan, kota dikatakan sudah terlalu besar, kota dikatakan sudah tidak manusiawi, banyak bagian kota yang dikategorikan miskin, kota mengalami pencemaran, pengelolaan sampah di perkotaan tidak baik, pertumbuhan yang tidak berimbang antara gedung-gedung pencakar langit dan permukiman, serta perimbangan yang kurang baik antara manusia dan teknologi (Hauser, 1985). Masyarakat perkotaan membutuhkan kota yang layak huni bagi mereka. Dengan memiliki kota yang layak huni, masyarakat akan dapat menyelesaikan berbagai permasalahan kota yang mengganggu kenyamanan mereka. Salah satu solusi yang digunakan untuk menciptakan suatu kota yang layak huni dan sehat adalah konsep kota hijau (*green city*).

Pembentukan kota hijau diharapkan dapat menyediakan ruang hijau sebagai paru-paru kota. Paru-paru kota diharapkan dapat menyediakan lingkungan yang sehat dan nyaman untuk mengurangi lingkungan hidup perkotaan yang semakin rusak dan tercemar karena alasan pembangunan dan keuntungan ekonomi. Selain itu, peningkatan kualitas hidup masyarakat perkotaan ditandai dengan kemampuan mereka dalam mengakses infrastruktur (transportasi, komunikasi, air, dan sanitasi), makanan, udara bersih, perumahan, lapangan kerja, serta ruang hijau. Kondisi ini diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat perkotaan. Kemampuan untuk mempertahankan kualitas hidup merupakan tujuan yang ingin dimiliki oleh masyarakat kota terkait dengan pengembangan kota layak huni ini, karena konsep kota layak huni merupakan salah satu bentuk keterwakilan dari konsep kota yang berkelanjutan (Evans, 2002).

Kota hijau terbentuk karena adanya pengendalian terhadap sistem ekologi (antara lain mencakup suhu, erosi, dan banjir), sistem sosial (kerukunan warga, tempat tinggal, sekolah, rumah sakit), dan sistem ekonomi (pekerjaan). Dari aspek ekologi kota dapat diartikan sebagai kumpulan penduduk yang dipisahkan karena latar belakang kemakmuran dan kebudayaan. Dari aspek sosial, kota dapat diteropong dari hubungan-hubungan sosial antar warganya. Hubungan sosial yang terjadi seringkali bersifat individual, sering terjadi hubungan yang timbul, karena kepentingan saja. Dari aspek ekonomi, kota merupakan pusat kegiatan ekonomi, perdagangan, industri, dan kegiatan pemerintahan, serta jasa-jasa pelayanan lainnya. Pengendalian terhadap ke tiga sistem ini banyak menghadapi tantangan dan kendala khususnya dari permasalahan sosial yang disebabkan oleh tingginya angka pertumbuhan penduduk, sehingga mengakibatkan ketidakseimbangan tidak hanya pada unsur sistem sosial, namun juga pada unsur-unsur sistem lainnya.

Tulisan ini akan membahas upaya pengendalian sistem ekologi, ekonomi, dan sosial di perkotaan agar tercipta lingkungan hidup perkotaan yang layak huni bagi warganya.

PENGENDALIAN SISTEM EKOLOGI

Kota sebagai lingkungan hidup tidak hanya diperuntukkan bagi manusia saja, melainkan juga bagi segala makhluk hidup lain seperti beragam jenis hewan dan tumbuhan, dan tentunya benda-benda fisik lainnya. Keterkaitan

dan timbal balik dari unsur- unsur ini merupakan satu kesatuan ekologi yang biasanya disebut sebagai ekosistem (Asy'ari, 1993). Manusia pada dasarnya berinteraksi sepanjang hidupnya dengan lingkungan, namun dengan perilakunya yang kurang pantas, manusia juga kurang menjaga lingkungan. Hubungan antara manusia dengan alam berlangsung sejalan dengan perkembangan peradaban manusia di muka bumi ini. Manusia sebagai makhluk yang dinamis, berinteraksi dengan alam dan selalu berusaha untuk mempertahankan hidup dan memperbaiki nasibnya dengan berpikir dan bekerja. Interaksi yang berlangsung secara terus menerus ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan. Timbulnya perubahan interaksi antara manusia dengan lingkungan umumnya disebabkan oleh pengaruh pertambahan penduduk (unsur sistem sosial) serta pengaruh unsur sistem ekonomi seperti ekonomi pasar, situasi politik, dan kebijakan pemerintah. Dari sisi ekologi, faktor penduduk dikategorikan sebagai faktor internal, sementara ekonomi pasar, situasi politik, dan kebijakan pemerintah adalah faktor eksternal. Perubahan ini juga terjadi karena secara fisik manusia dapat dikatakan sebagai makhluk yang lemah sehingga membutuhkan bantuan dan sangat tergantung kepada komponen ekosistem lainnya untuk menjalankan perikehidupan dan meningkatkan kesejahteraannya (Zulkifli, 2014).

Penurunan kualitas lingkungan di perkotaan antara lain disebabkan oleh faktor penyebab langsung dan tidak langsung. Faktor penyebab tidak langsung dapat menyebabkan kerusakan yang terjadi pada ekosistem atau lingkungan secara dominan. Kerusakan bukanlah diakibatkan oleh ulah manusia, artinya manusia tidaklah memiliki peranan penting. Kerusakan yang timbul adalah kerusakan yang diakibatkan oleh alam itu sendiri seperti tsunami, gunung meletus, gempa bumi, dan lainnya. Faktor penyebab langsung adalah terkait dengan ulah manusia yang dengan terpaksa harus mengeksploitasi ekosistem atau lingkungan secara berlebihan untuk memenuhi kebutuhannya dengan tujuan mencapai kesejahteraannya. Manusia dengan keserakahannya tidak dapat menjaga kelestarian lingkungan dengan baik atau perilaku kekurangsadarnya dalam menjaga lingkungan yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan seperti membuang sampah sembarangan, menebang hutan secara ilegal, membakar hutan untuk keperluan perkebunan (Departemen Agama RI, 2009).

Permasalahan dunia tentang kerusakan lingkungan berikut ekosistemnya dengan segala aspek yang berkaitan dengan kerusakan lingkungan, diantaranya meliputi perubahan cuaca, pemanasan global, ketidak seimbangan antara musim hujan dan kemarau, terjadi angin topan dimana-mana, permasalahan banjir yang dihadapi oleh kota-kota besar didunia, permasalahan sampah, penyakit yang dengan mudah tersebar luas, terutama di daerah tropis. Ditambah dengan perilaku antroposentrik, kerakusan, dan hedonis terhadap dunia yang dapat menjadikan alam secara keseluruhan mendekati kehancuran. Peranan manusia, yang sering disebut khalifah, sejatinya adalah sebagai pemakmur bumi bukan hanya sebagai penguasa bumi. Dari sini urgensi pengembangan pelestarian lingkungan, akan sangat terkait dengan ketergantungan manusia pada alam, segala sesuatu diciptakan secara seimbang, segala yang berada di alam adalah untuk kepentingan manusia, alam adalah sebagai sumber rizki (Departemen Agama RI, 2009).

Untuk itu, diperlukan strategi bagi kehidupan berkelanjutan yang lebih baik. Salah satu strategi dikenal sebagai *caring for the earth* (Alikodra, 2012). Strategi ini bertujuan untuk membantu perbaikan kondisi masyarakat dunia termasuk masyarakat perkotaan yang meliputi dua kebutuhan. *Pertama*, memastikan komitmen dilaksanakannya etika baru untuk kehidupan berkelanjutan dan menerjemahkan prinsip-prinsipnya menjadi kenyataan. *Kedua*, mengintegrasikan konservasi dan pembangunan, di mana konservasi (upaya penegelolaan sumberdaya alam) adalah kegiatan untuk mempertahankan kapasitas bumi, dan pembangunan ditunjukkan agar manusia di mana saja mendapatkan kebahagiaan secara berkelanjutan, kesehatan dan terpenuhinya kecukupan hidup. Perbanyak ruang hijau, wawasan kesadaran akan gaya hidup yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta menjalankan prinsip 3R (*Reduce, Recycle, Reuse*) adalah kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Implementasi dari strategi *caring for the earth* adalah pengembangan konsep kota ekologi yang saat ini sedang dibahas di berbagai daerah perkotaan. Kota ekologi dipersepsikan sebagai bentuk kota hijau yang mampu memiliki ruang hijau yang mampu memberikan udara yang baik bagi sebuah kota. Konsep ini mengandalkan paru-paru kota yang diharapkan mampu menjadi penetralisir bagi dampak buruk pencemaran perkotaan yang erat terkait dengan gaya hidup konsumtif dan boros penggunaan energi. Konsep kota ekologi memang dapat menjadi solusi tepat bagi

terciptanya sebuah kota yang sehat, karena secara potensial dapat mengendalikan sistem ekologi (suhu, erosi, dan banjir). Namun seiring waktu, konsep ini menghadapi tantangan dari berbagai permasalahan sosial yang sering kali disebabkan oleh tingginya angka pertumbuhan penduduk yang mengakibatkan semakin sempitnya lahan di daerah urban. Kekhawatiran utama dari laju pertumbuhan penduduk, selain menurunnya kualitas tempat hidup, juga akan terjadi ketidakseimbangan antara ketersediaan sumber daya alam (SDA) dengan pola konsumsi manusia. Kota yang secara ekologis dikatakan kota yang sehat, artinya adanya keseimbangan antara pembangunan dan perkembangan kota dengan kelestarian lingkungan. Pengertian yang lebih luas ialah adanya hubungan timbal balik antara kehidupan kota dengan lingkungannya. Secara mendasar kota bisa dipandang fungsinya seperti suatu ekosistem. Ekosistem kota memiliki keterkaitan sistem yang erat dengan ekosistem alami.

Kota ekologis di beberapa kota diwujudkan dalam bentuk program-program yang bertujuan untuk mencapai 'kota hijau'. Program kota hijau merupakan program yang menyatakan perlunya kualitas hidup yang lebih baik serta kehidupan yang harmonis dengan lingkungannya bagi masyarakat kota. Program-program kota hijau diantaranya tidak hanya terbatas untuk mengupayakan penghijauan saja akan tetapi lebih luas untuk mengupayakan konversi energi yang dapat diperbaharui, membangun transportasi yang berkelanjutan, memperluas proses daur ulang, memberdayakan masyarakat, mendukung usaha kecil dan kerjasama sebagai tanggung jawab sosial, memugar tempat tinggal liar, memperluas partisipasi dalam perencanaan untuk keberlanjutan, menciptakan seni dan perayaan yang bersifat komunal.

Sejalan dengan konsep 'kota hijau' dalam upaya meningkatkan kualitas hidup masyarakat di perkotaan ini dari sisi pengendalian ekologi, Kamal-Chaoui dan Robert (2009) mengemukakan bahwa ada 6 (enam) hal yang harus diperhatikan dan dikelola pemerintah kota dalam mewujudkan 'kota hijau', yaitu 1) metabolisme lingkungan perkotaan, 2) pengelolaan limbah, 3) pengelolaan air, 4) kualitas udara, 5) pencemaran, dan 6) energi, perubahan iklim, serta keamanan lingkungan perkotaan. Menurut Sumner (2011) terdapat 8 (delapan) indikator kota berkelanjutan yang ditetapkan oleh Asian Green City Index, yaitu 1) energi dan CO₂, 2) penggunaan lahan dan bangunan, 3) transportasi, 4) sampah, 5) air, 6) sanitasi, 7) kualitas udara, dan 8) *environmental governance*.

Dari paparan tersebut diatas, dapat dikatakan bahwa upaya pengendalian sistem ekologi untuk meningkatkan kualitas gaya hidup masyarakat perkotaan dapat dilakukan melalui beberapa kegiatan, diantaranya adalah metabolisme lingkungan perkotaan, pengelolaan limbah, dan air bersih sehat, kualitas udara, serta keamanan lingkungan perkotaan.

PENGENDALIAN SISTEM SOSIAL

Karena kota merupakan lambang dari peradaban manusia, salah satu indikasi berkembangnya gaya hidup perkotaan adalah berkembangnya komponen sistem sosial, seperti kerukunan warga, tempat tinggal, sekolah, rumah sakit. Perkembangan ini menunjukkan terjadinya peningkatan pada kebutuhan sarana dan prasarana perkotaan. Disisi lain, masyarakat perkotaan sekarang cenderung kurang bersosialisasi karena mereka sudah sibuk dengan urusannya sendiri-sendiri. Pola kerukunan warga sebagai salah satu bentuk interaksi antar anggota masyarakat sudah mulai bergeser.

Pola interaksi masyarakat pedesaan dengan prinsip kerukunan sudah bergeser pada masyarakat perkotaan. Pola interaksi masyarakat perkotaan lebih ke motif ekonomi, politik, pendidikan, dan kadang hierarki. Pola solidaritas sosial masyarakat pedesaan timbul karena adanya kesamaan-kesamaan kemasyarakatan, sedangkan masyarakat kota terbentuk karena adanya perbedaan-perbedaan yang ada dalam masyarakat. Permasalahan sanitasi lingkungan seperti air bersih kurang diperhatikan oleh masyarakat perkotaan. Menurut penelitian WHO, sistem air perkotaan di negara-negara berkembang tidaklah diawasi sebagaimana mestinya guna mencegah kontaminasi biologis. Tak bisa dipungkiri bahwa risiko terjangkit penyakit emfisema dan bronchitis kronis akibat rokok dan polusi udara kerap dialami masyarakat di perkotaan, terutama karena udara di perkotaan sudah kurang sehat dan kurang baik untuk di hirup.

Bentuk pengendalian sistem sosial untuk meningkatkan kualitas gaya hidup perkotaan ini antara lain dapat dilakukan melalui perubahan perilaku masyarakat perkotaan dalam menjaga kebersihan lingkungan, serta memanfaatkan lahan-lahan yang diperuntukkan bagi fungsi sosial dengan baik. Yang dimaksud dengan perubahan perilaku masyarakat disini adalah masyarakat yang memiliki pengetahuan, sikap mental, dan kemampuan dalam mengendalikan lingkungan sosialnya.

PENGENDALIAN SISTEM EKONOMI

Kota besar menjadi pusat pertumbuhan ekonomi, pusat pemerintahan, sekaligus menjadi pusat industri dan perdagangan (Djunaedi, 2012). Dalam menetapkan kebutuhan pokok manusia terkait dengan adanya perilaku ekonomi, berkisar pada upaya pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Perbedaan pendapat para pakar ekonomi menghasilkan suatu kesimpulan bahwa kebutuhan mendasar manusia terdiri atas dua hal yaitu: a) kebutuhan *fisiologis* berupa makan, minum, pakaian, dan tempat tinggal, serta b) kebutuhan *psikologis* berupa rasa aman, loyalitas, dan penghargaan.

Ciri kehidupan kota yang menggambarkan saat ini adalah sebagai berikut.

1. Adanya pelapisan sosial ekonomi misalnya perbedaan tingkat penghasilan, tingkat pendidikan dan jenis pekerjaan.
2. Adanya jarak sosial dan kurangnya toleransi sosial diantara warganya.
3. Adanya penilaian yang berbeda-beda terhadap suatu masalah dengan pertimbangan perbedaan kepentingan, situasi, dan kondisi kehidupan.
4. Warga kota umumnya sangat menghargai waktu.
5. Cara berpikir dan bertindak warga kota tampak lebih rasional dan berprinsip ekonomis.
6. Masyarakat kota lebih mudah menyesuaikan diri terhadap perubahan sosial disebabkan adanya keterbukaan terhadap pengaruh luar.
7. Pada umumnya masyarakat kota lebih bersifat individu, sedangkan sifat solidaritas, dan gotong royong sudah mulai tidak terasa lagi.

Kota yang telah berkembang maju dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakatnya mempunyai peranan yang lebih luas lagi antara lain sebagai berikut.

1. Sebagai pusat pemukiman penduduk.
2. Sebagai pusat kegiatan ekonomi.
3. Sebagai pusat kegiatan sosial budaya.
4. Sebagai pusat kegiatan politik dan administrasi pemerintah, serta tempat kedudukan pemimpin pemerintahan.

Ciri fisik dan kehidupan kota yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakatnya meliputi hal sebagai berikut.

1. Tersedianya tempat-tempat untuk pasar dan pertokoan.

2. Tersedianya tempat-tempat untuk parkir.
3. Terdapatnya sarana rekreasi dan sarana olahraga.

Terkait dengan pengendalian sistem ekonomi, hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas gaya hidup masyarakat perkotaan, antara lain adalah upaya memenuhi kebutuhan hidup manusia, melalui penyediaan pasar, pertokoan, sarana rekreasi, dan olah raga.

KUALITAS GAYA HIDUP (*LIFESTYLE*) MASYARAKAT PERKOTAAN

Hidupnya suatu kota terjadi karena kota dapat memberikan pelayanan yang penting, artinya kota dapat memenuhi kebutuhan masyarakatnya (Evers, 1986). Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut, maka kota harus ditunjang oleh adanya sarana dan prasarana yang memadai, seperti kawasan permukiman, perdagangan, pemerintahan, industri, sarana kebudayaan, kesehatan, rekreasi, ruang hijau, dan yang lainnya. Hal ini harus disiapkan secara komprehensif.

Ciri-ciri kehidupan sosial masyarakat kota yaitu:

1. Kehidupan keagamaan yang terjadi pada masyarakat kota cenderung berkurang, hal ini dikarenakan masyarakat kota lebih mengutamakan kehidupan duniawi.
2. Masyarakat kota pada umumnya mengurus dirinya sendiri tanpa harus bergantung pada orang lain, dengan kata lain masyarakat kota lebih memilih kehidupan yang individualistis.
3. Masyarakat kota membagi pekerjaan dengan lebih tegas, pekerjaan, dan aktivitas warga kota mempengaruhi ruang lingkup pergaulan mereka. Contoh, pegawai negeri lebih banyak bergaul dengan rekannya sesama pegawai negeri dibandingkan bergaul dengan pedagang kaki lima atau pelajar.
4. Di perkotaan kemungkinan untuk mendapatkan pekerjaan lebih besar dibanding di desa.
5. Pembagian kerja pada masyarakat kota sudah lebih meluas, karena sudah ada bermacam kegiatan industri.
6. Jalan pikiran masyarakat kota umumnya bersifat rasional, sehingga interaksi yang terjadi lebih didasarkan pada faktor kepentingan daripada faktor pribadi.

7. Jalan kehidupan yang cepat di kota-kota, mengakibatkan pentingnya faktor waktu bagi masyarakat kota.
8. Perubahan sosial terlihat jelas di kota, hal ini dikarenakan kota terbuka menerima pengaruh dari luar.
9. Banyak ditemukan kebudayaan yang beraneka ragam.

Keadaan atau kondisi masyarakat perkotaan yang harus ditingkatkan dengan mengendalikan faktor ekologi, sosial, dan ekonomi adalah:

1. Ketersediaan berbagai kebutuhan dasar masyarakat perkotaan, seperti hunian yang layak, penerangan/listrik, air bersih.
2. Ketersediaan berbagai fasilitas umum dan fasilitas sosial, seperti transportasi publik, taman kota, fasilitas ibadah, fasilitas kesehatan.
3. Ketersediaan ruang dan tempat publik untuk bersosialisasi dan berinteraksi.
4. Keamanan, bebas dari rasa takut.
5. Dukungan terhadap fungsi ekonomi, sosial, dan budaya.
6. Sanitasi lingkungan yang baik.
7. Keindahan lingkungan fisik.

Selain itu, dengan memperhatikan kesejahteraan masyarakat, peningkatan lapangan pekerjaan, dan pertumbuhan ekonomi yang sehat, diharapkan dapat meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat perkotaan (Djonoputro, 2009).

Proses pembangunan kota yang berkelanjutan dapat diketahui dengan melakukan evaluasi terhadap kondisi kawasan-kawasan di kota tersebut, proses-proses yang terjadi di dalam masyarakat dan interaksi antara masyarakat dan lingkungannya. Evaluasi itu dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satu cara adalah evaluasi berdasarkan kriteria pembangunan berkelanjutan. Gondokusumo (2011) menyebutkan kriteria pembangunan kota yang berkelanjutan sebagai 3 (tiga) PRO, yaitu pertama Pro keadilan sosial, artinya keadilan dan kesetaraan akses terhadap sumber daya alam dan pelayanan publik, menghargai diversitas budaya dan kesetaraan jender. Kedua Pro ekonomi kesejahteraan, artinya pertumbuhan ekonomi ditujukan untuk kesejahteraan semua anggota masyarakat, dapat dicapai melalui teknologi inovatif yang berdampak minimum terhadap lingkungan. Ketiga Pro lingkungan berkelanjutan, artinya etika lingkungan *non antroposentris* menjadi pedoman hidup *stakeholder* di kota, sehingga

para *stakeholder* ini selalu mengupayakan kelestarian dan keseimbangan lingkungan, konservasi sumber daya alam vital dan mengutamakan peningkatan kualitas hidup non material.

Pembangunan kota yang berkelanjutan mensyaratkan tidak hanya keberlanjutan sosial – ekonomi – budaya, namun juga keberlanjutan lingkungan. Keberlanjutan lingkungan terkait dengan dampak polusi dan konsumen di perkotaan tergantung pada daya dukung lingkungan dan sumber daya alam seperti tanah, air dan energi. Sebagai penutup, perlu ada pemahaman bahwa kemiskinan dan kerusakan lingkungan adalah ancaman utama bagi pembangunan kota yang berkelanjutan (Bagio & Dahiya, 2004).

Untuk meningkatkan kualitas *lifestyle* masyarakat perkotaan pada dasarnya mengharuskan adanya integrasi peran dari tiga komponen pembangunan kota yang seringkali disebut sebagai pilar pembangunan kota, yaitu pertama pilar ekologi, dimana pilar ekologi ini adalah yang menjamin ekosistem kota dapat melakukan proses-proses ekologis esensialnya (seperti optimasi aliran energi dan siklus materi, mengameliiorasi iklim, mengendalikan pencemaran lingkungan, menyajikan habitat yang kondusif untuk berbagai jenis flora dan fauna yang sesuai dengan lingkungan kota, plasma nutfah, bebas banjir, indah, dan lainnya). Kedua pilar ekonomi yang memfasilitasi masyarakat perkotaan atau penghuninya untuk menjalani kehidupan yang produktif, efektif, dan efisien dalam memenuhi kebutuhan dan meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Ketiga pilar sosial-budaya yang memfasilitasi kepuasan dan kebebasan berekspresi secara berkeadilan dan bertanggung-jawab dari berbagai lapisan masyarakat yang bermartabat, membentuk masyarakat yang cinta lingkungan/cinta kota serta memediasi kenyamanan/keamanan hidup bersosial, dengan sistem tata kelola pengurusan yang baik. Pengelolaan yang optimal dari ketiga pilar pembangunan kota tersebut itulah yang akan mewujudkan 'kota hijau' yang diidam-idamkan yang dapat menjalankan fungsi dan perannya secara optimal berkelanjutan untuk mensejahterakan kehidupan masyarakat perkotaan. Faktor kelembagaan dan inovasi teknologi sangat penting untuk menggulirkan keberlanjutan dari fungsi dan manfaat ekosistem kota hijau tersebut. Dalam hal ini, wujud pembangunan 'kota hijau' sebagai bentuk kota berkelanjutan bertujuan untuk *Security/safety*: masyarakat dapat menjalankan kegiatannya tanpa takut terhadap gangguan, baik gangguan buatan manusia maupun alami. *Comfortability*: menyediakan kesempatan bagi setiap elemen masyarakat untuk mengartikulasikan nilai-nilai sosial budaya dalam

keadaan damai. *Productivity*: menyediakan infrastruktur yang efektif dan efisien untuk proses produksi dan distribusi dalam rangka meningkatkan nilai tambah. *Sustainability*: menyediakan kualitas lingkungan yang lebih baik tidak hanya bagi generasi saat ini tetapi juga untuk generasi yang akan datang.

Secara lebih rinci, kota berkelanjutan memiliki beberapa indikator dan dirangkum dalam 10 isu utama, yaitu Akses penduduk pada ruang terbuka hijau atau *green open space*. Lingkungan sehat yang diukur dari kualitas udaranya. Penggunaan sumberdaya energi, air, limbah, dan sampah yang efisien atau *green energi, green waste, dan green water*. Kualitas lingkungan binaan atau *green building*. Aksesibilitas yang baik terhadap transportasi umum, jalur sepeda, pejalan kaki atau *green transportation*. Ekonomi hijau atau *green economy*. Model partisipasi masyarakat dalam pembangunan kota berkelanjutan atau *green community*. Keadilan sosial berkaitan dengan angka kemiskinan atau *social justice*. Kesejahteraan sosial yang berkaitan dengan kenyamanan hidup. Serta berbagai aktivitas masyarakat di bidang sosial dan budaya.

PENUTUP

Peningkatan kualitas gaya hidup (*lifestyle*) masyarakat di perkotaan dapat dilakukan dengan mengendalikan sistem ekologi, sosial, dan ekonomi. Masyarakat perkotaan mendambakan untuk mendapatkan kehidupan yang nyaman karena kota merupakan tempat untuk mereka tinggal, menetap, dan melakukan aktivitas sehari-hari. Kualitas kota yang baik adalah kota yang dapat membuat warga kota menjadi senang untuk melakukan kehidupannya di alam kota, tidak ada permasalahan sosial, budaya, lingkungan, serta memiliki pertumbuhan ekonomi yang baik dan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dalam mewujudkan peningkatan kualitas kehidupan masyarakat perkotaan harus dibutuhkan peran dari pemerintah kota sebagai pihak yang diberi mandat oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. S. (2012). *Konservasi Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Pendekatan Ecosophy Bagi Penyelamatan Bumi)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Prees.
- Asy'ari, S. I. (1993). *Sosiologi Kota Dan Desa*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Bagio, A. G., & Bharat. D. (2004). *Urban Environment and Infrastructure: Toward Livable Cities*. Waisngton : World Bank.
- Departemen Agama RI. (2009). *Pelestarian Lingkungan Hidup (Tafsir Al-Qur'an Tematik)*, Cet I, Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, 2009. hal. 309, , hal. 7.
- Departemen Agama RI. (2009). *Etika Berkeluarga, Bermasyarakat, Dan Berpolitik (Tafsir Al-Qur'an Tematik)*. Cet I. hal. 358. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Djonoputro, B. (2009). *Indonesia Most Livable City Index*. [www.slideshare.net//OswanMungka/iap-livable-city](http://www.slideshare.net/OswanMungka/iap-livable-city).
- Djunaedi, A. (2012). *Proses Perencanaan Wilayah Dan Kota*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Prees.
- Evans, P. (2002). *Livable Cities The Politics of Urban Livelihood and Sustainability*. Berkeley: University of California Press.
- Evers, H. D. (1979). *Sosiologi Perkotaan*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Hauser, P. M. (1985). *Population And The Urban Future (Penduduk Dan Masa Depan Perkotaan)*, Terj. Masri Maris. Sri Pamoedjo Rahardjo. Jakarta: Midas Surya Grafindo.
- Kamal-Chaoui L. & Robert A. (eds). (2009). *Competitive Cities and Climate Change*. Paris: OECD Publications.
- Sumner, J. (ed). (2011). *Asian Green City Index; Assessing the Environmental Performance of Asia's Major Cities*. Germany : Siemens AG, München.
- Zulkifli, A. (2014). *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*. Jakarta: Salemba Teknika.

Peran Penyuluh dalam Pemberdayaan Masyarakat Pertanian Perkotaan

Nurul Huda dan Sri Harijati

PENDAHULUAN

Kualitas hidup masyarakat perkotaan bukan hanya ditentukan oleh kualitas lingkungannya, tetapi juga asupan makanan yang berkualitas, antara lain kualitas sayuran yang dikonsumsi. Kualitas petani akan menentukan cara bercocok tanam sayuran yang baik, yang berujung pada kualitas sayuran yang dihasilkan. Kualitas petani dapat diperoleh melalui interaksinya dengan petani lain atau berinteraksi dengan penyuluh pertanian. Dengan demikian, aktivitas dan kualitas petani yang bercocok tanam di wilayah perkotaan, di samping memasok sayuran perkotaan, juga dapat berkontribusi terhadap kualitas hidup masyarakat perkotaan.

Tulisan ini akan mengupas peran penyuluh dalam meningkatkan kemampuan petani, sehingga dapat menghasilkan sayuran yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat perkotaan dalam menjalankan hidup berkualitas.

PERTANIAN PERKOTAAN

Indonesia sebagai negara agraris, memiliki lahan pertanian yang tidak hanya berada di wilayah pedesaan, tetapi juga ada di wilayah perkotaan. Namun demikian, di wilayah perkotaan, lahan pertanian yang tersedia menjadi terbatas karena lahan yang ada diperuntukkan terutama untuk gedung dan bangunan. Kondisi keterbatasan lahan pertanian ini mendorong tumbuhnya kegiatan pertanian perkotaan (*urban farming*) yang merupakan salah satu alternatif solusi untuk usaha pertanian di wilayah perkotaan.



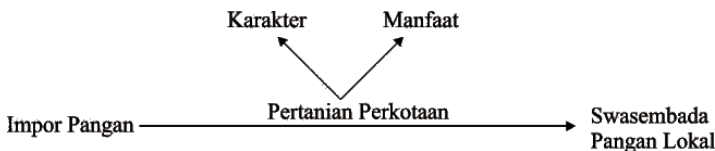
Sumber : Beritasatu.com (2015)

Gambar 1. Pertanian Perkotaan

Kawasan perkotaan umumnya cenderung dikembangkan bagi pemanfaatan lahan non pertanian. Walaupun demikian, pertanian perkotaan tetap menjadi salah satu pola pemanfaatan lahan yang akan mempengaruhi bentuk sekaligus keberlanjutan dari suatu kawasan perkotaan (Abrilianty dan Iwan, 2013).

Dari segi pengertiannya, pertanian perkotaan merupakan suatu kegiatan pertanian yang dilakukan di kawasan perkotaan yang dilakukan dengan memanfaatkan lahan sempit perkotaan untuk kegiatan pertanian. Adanya pertanian perkotaan memungkinkan terjadinya penanaman, pemanenan dan pendistribusian makanan dari daerah perkotaan. Dengan demikian, pertanian perkotaan dapat memenuhi kebutuhan pangan di wilayah perkotaan, serta dapat meningkatkan pendapatan petani perkotaan. Hal ini sesuai dengan salah satu tujuan dari pertanian perkotaan yaitu memenuhi kebutuhan pangan dengan produksi pangan lokal.

Ardina dkk. (2014), dalam tulisannya menyebutkan bahwa salah satu manfaat pertanian perkotaan adalah dapat berperan dalam mengurangi impor pangan melalui produksi dan swasembada pangan lokal, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.



Sumber : Ardina dkk. (2014)

Gambar 2. Peran Pertanian Perkotaan

Pertanian perkotaan dapat menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah bagi ketahanan pangan di Indonesia. Terlebih lagi dengan adanya perkembangan daerah terutama di perkotaan yang saat ini mengalami urbanisasi. Wilayah perkotaan kini sudah bergeser pada alih guna lahan menjadi lahan terbangun. Hal ini menyebabkan keberadaan lahan pertanian produktif menjadi berkurang dan sempit. Kondisi lahan yang sempit bagi pertanian ini dapat disiasati dengan pertanian perkotaan.

Usaha pertanian perkotaan pada dasarnya memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Petani merupakan pihak yang umumnya baru bergelut di bidang usaha pertanian.
2. Menjalankan model pertanian perkotaan yang berlahan sempit.
3. Memiliki peluang bekerjasama dengan berbagai organisasi.
4. Usaha pertanian yang dilaksanakan bersifat alami.
5. Pemusatan sumber daya dan pasar di lingkungan perkotaan.

Keberhasilan implementasi pertanian perkotaan harus memperhatikan ke lima karakteristik tersebut agar dapat dicarikan alternatif solusi pemecahan masalah dalam usaha taninya.



Sumber : Housing-estate.com (2015)

Gambar 3.
Usaha Pertanian Perkotaan yang Bersifat Alami

Pertanian perkotaan relatif berskala kecil karena lahan yang digunakan terbatas. Untuk itu, beberapa model yang dapat diterapkan khusus untuk pertanian perkotaan dengan memanfaatkan lahan atau ruang terbuka

adalah dengan membuat kebun-kebun komunitas, membuat kebun atap, dan membuat kebun vertikal.

Selain memanfaatkan lahan atau ruang terbuka, terdapat berbagai sistem pertanian perkotaan lain yang bisa dijadikan pilihan untuk berbagai usaha dalam bidang pertanian seperti usaha produksi benih/bibit, budidaya pertanian tanaman hias, sayuran, buah, ternak, dan ikan. Selain itu, pilihan juga dapat dalam bentuk usaha pengolahan produk-produk pertanian, pemasaran produk-produk pertanian, serta agrowidyawisata atau penyediaan jasa lainnya (BBP2TP, 2014).

Pertanian perkotaan dapat menjadi salah satu bentuk solusi bagi pemenuhan kebutuhan pangan di kawasan perkotaan. Pangan yang tidak mencukupi dapat berdampak pada meningkatnya ketergantungan kawasan perkotaan dengan wilayah lain. Kondisi ini mendorong pemerintah maupun masyarakat di kawasan perkotaan harus mulai mencoba memenuhi kebutuhan pangannya secara mandiri. Di sisi lain, sebagian kawasan perkotaan masih memiliki potensi pertanian yang apabila dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pangan warganya. Pemenuhan kebutuhan pangan merupakan aspek positif bagi keberlanjutan suatu kawasan perkotaan.

Potensi pertanian perkotaan antara lain memiliki potensi keberlanjutan yang cukup baik. Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Multazam dan Hastu (2015). Penelitian tersebut mengkaji tentang kondisi keberlanjutan kegiatan pertanian di Kawasan Metropolitan Jakarta (KMJ) dengan menggunakan 37 indikator penilaian yang termasuk dalam enam aspek, yaitu aspek pelaku dan perilaku, lahan dan modal alam, infrastruktur, ekonomi, kelembagaan, dan dukungan masyarakat. Berdasarkan pemenuhan indikator keberlanjutan, dapat disimpulkan bahwa pertanian di KMJ cukup berlanjut karena memenuhi lebih dari separuh kondisi yang diharapkan.

Selanjutnya, studi tersebut merekomendasikan bahwa keberlanjutan kegiatan pertanian di KMJ dapat diperoleh dengan memperbaiki aspek-aspek keberlanjutan yang kurang, diantaranya aspek pelaku dan perilaku, lahan dan alam, ekonomi, dan kelembagaan. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk meningkatkan kualitas pertanian perkotaan dari aspek pelaku dan perilaku petani dalam menciptakan keberlanjutan pertanian perkotaan. Adanya kelompok tani di kawasan perkotaan juga menjadi hal penting, karena bantuan dan program yang diberikan saat ini targetnya adalah

kelompok tani. Dengan begitu, petani dapat memperoleh pengetahuan, pelatihan, serta bantuan dari pemerintah dan dapat berdiskusi untuk menanggulangi permasalahan yang sering muncul.

PERMASALAHAN

Dari paparan diatas, dapat dikatakan bahwa pertanian perkotaan memiliki potensi dan keberlanjutan yang baik untuk dikembangkan. Namun, pertanian perkotaan juga memiliki beberapa permasalahan yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaannya. Permasalahan tersebut diantaranya adalah sumber daya manusia petani sebagai pelaku dalam usaha pertanian perkotaan.

Dalam pertanian perkotaan, umumnya petani melakukannya untuk kepentingan kehidupannya sendiri. Mereka juga umumnya bertani secara sendiri-sendiri sehingga kurang terjadi kerjasama antar petani. Mereka bertani di *on-farm* saja dan kurang kerjasama dengan subsitem lain. Selain itu, petani umumnya tidak berorientasi kebutuhan pasar, serta melaksanakan penanganan pascapanen yang minim dan tidak memadai. Strategi pemasaran yang mereka lakukan juga masih seadanya. Artinya petani masih memiliki pola perilaku berusaha tani yang sederhana dan tidak berorientasi keuntungan atau pasar. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh keterbatasan informasi. Selain perilaku petani yang masih sederhana, juga dukungan faktor eksternal yang belum optimal. Akibatnya produksi dan produktivitas pertanian perkotaan sangat kecil dan kualitas hasil yang mereka peroleh juga belum memenuhi standar, sehingga tidak memberikan keuntungan besar bagi petani.

Usaha pertanian perkotaan dapat memberikan keuntungan apabila usaha pertanian dikelola dengan berorientasi pasar, serta ada kerjasama antar petani atau kelompok tani. Untuk itu, keberhasilan implementasi pertanian memerlukan kerjasama dari semua pihak yang terkait, baik petani, masyarakat sekitar, pengusaha, institusi pendidikan, maupun pemerintah. Salah satu unsur pemerintah yang dapat mendukung usaha pertanian perkotaan adalah penyuluh. Sesuai tugas pokok dan fungsinya, Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) merupakan petugas dari Dinas Pertanian kota/kabupaten yang diperbantukan untuk memberikan pengarahan, pembinaan, dan penyuluhan di bidang pertanian.

TUJUAN

Berdasarkan permasalahan dalam pertanian perkotaan sebelumnya, maka tulisan ini akan membahasnya ditinjau dari segi ilmu penyuluhan, dalam hal ini pada masalah perilaku petani. Untuk itu, tulisan ini bertujuan untuk memaparkan tentang sejauh mana peran penyuluh pertanian dalam memberdayakan petani pada usaha pertanian perkotaan. Dengan demikian, petani perkotaan dapat menghasilkan produk pertanian yang berkualitas sejalan dengan peningkatan kemampuan petani.

PEMBAHASAN

Peran Penyuluh

Penyuluh pertanian mempunyai peran penting dalam pembangunan pertanian karena sebagai agen perubahan, penyuluh merupakan ujung tombak yang langsung berhubungan dengan petani. Dalam hal ini, penyuluh merupakan pihak yang memberdayakan petani agar menjadi “mandiri” dalam melaksanakan usaha pertaniannya; yaitu mandiri dalam berpikir, bertindak, maupun mengendalikannya. Sebagai petugas pemerintah, penyuluh merupakan jabatan fungsional yang mempunyai tugas dan peran yang sesuai dengan *job description* yang telah ditetapkan.

Pada masa yang lalu, penyuluhan dipandang sebagai alih teknologi dari peneliti ke petani. Kini peranan penyuluhan lebih dipandang sebagai proses membantu petani untuk mengambil keputusan sendiri dengan cara menambah pilihan bagi mereka dan menolong mereka mengembangkan wawasan mengenai konsekuensi dari masing-masing pilihan tersebut. Penyuluh berperan dalam menyampaikan informasi mengenai inovasi pertanian agar petani menjadi tahu, mau, dan mampu menjalankan usaha pertaniannya dengan baik dan benar. Dengan demikian, tujuan terpenting program penyuluhan adalah untuk mengubah perilaku petani (van den Ban dan Hawkins, 1999).



Sumber : Penyuluh pertanian lapangan (2016)

Gambar 4.
Penyuluh Sedang Melakukan Penyuluhan Kepada Petani

Peran penyuluh dalam penyelenggaraan penyuluhan lebih mengarah pada perubahan berencana. Perubahan yang direncanakan mengimplikasikan pentingnya peran pendidik atau penyuluh dalam pengembangan program penyuluhan. Levin (Asngari, 2004) mengemukakan ada tiga peran utama penyuluh yaitu : (1) peleburan diri dengan masyarakat sasaran, (2) menggerakkan masyarakat untuk melakukan perubahan berencana, dan (3) memantapkan hubungan sosial dengan masyarakat sasaran.

Dalam menjalankan perannya, penyuluh perlu melakukan pendekatan dengan lebih dahulu memahami kemampuan kelompok maupun perorangan agar materi yang disampaikan kepada petani dapat dicerna dengan baik oleh petani. Selanjutnya diadopsi dengan baik agar petani senantiasa meningkatkan efisiensi usaha pertaniannya, karena petani mendapatkan informasi yang cukup untuk mengambil keputusan. Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) dibekali kemampuan meliputi pengetahuan, keterampilan, dan sikap sebagai pengajar (Murdiyani, 2001). Hal ini terkait dengan peran penyuluh dalam mengubah perilaku petani agar tahu, mau, dan mampu menjalankan usaha tani dengan baik.

Berkaitan dengan perannya, Mosher dalam Mardikanto (1993) mengemukakan bahwa seorang penyuluh harus mampu melakukan multi peran yaitu : (1) sebagai guru, artinya seorang penyuluh harus terampil menyampaikan inovasi untuk mengubah perilaku sasarannya; (2) sebagai analisator, artinya seorang penyuluh harus memiliki keahlian untuk melakukan pengamatan terhadap keadaan, masalah, dan kebutuhan

masyarakat sasaran serta mampu memecahkan masalah petani; (3) sebagai konsultan, artinya seorang penyuluh harus memiliki keterampilan dan keahlian untuk memilih alternatif perubahan yang paling tepat, yang secara teknis dapat dilaksanakan, secara ekonomi menguntungkan dan dapat diterima oleh nilai-nilai budaya sosial setempat, dan (4) sebagai organisator, artinya seorang penyuluh harus memiliki keterampilan dan keahlian untuk menjalin hubungan baik dengan segenap lapisan masyarakat, mampu menumbuhkan kesadaran dan menggerakkan partisipasi masyarakat, mampu berinisiatif bagi terciptanya perubahan-perubahan, dapat memobilisasi sumberdaya, mengarahkan dan membina kegiatan maupun mengembangkan kelembagaan yang efektif untuk melaksanakan perubahan yang direncanakan.

Dengan perannya tersebut, para penyuluh diharapkan mampu memberdayakan petani agar mereka mampu, mau serta berdaya memperbaiki tingkat kesejahteraan sendiri maupun masyarakat lainnya. Selain itu juga diharapkan para penyuluh mampu mengantisipasi kebutuhan pembangunan pertanian dan melaksanakannya dengan penuh disiplin dan tanggung jawab (Sumintareja, 2000).

Penyuluh merupakan mitra sejajar bagi petani yang mempunyai peran strategis dalam pembangunan pertanian. Dalam menjalankan peran tersebut, penyuluh mempunyai tugas pokok dan fungsi (Tupoksi) yang menjadi acuan dalam melaksanakan kegiatan penyuluhan. Jabaran Tupoksi tersebut direvisi dan dituangkan dalam SK Menkowsabang PAN no 19 tahun 1999. Dalam SK tersebut dinyatakan bahwa penyuluh pertanian adalah pegawai negeri sipil yang diberi tugas, tanggung jawab, wewenang, dan hak secara penuh oleh pejabat yang berwenang pada satuan organisasi lingkup pertanian untuk melakukan kegiatan penyuluhan pertanian.

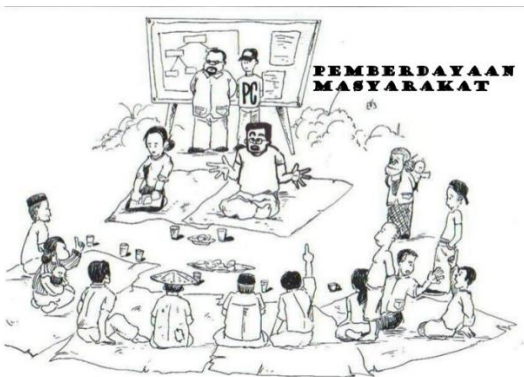
Menurut Padmanegara (Sumardjo, 1999), tugas ideal seorang penyuluh adalah: (1) menyebarkan informasi yang bermanfaat; (2) mengajarkan pengetahuan, keterampilan dan kecakapan sesuai bidang penyuluhannya; (3) memberikan rekomendasi yang lebih menguntungkan untuk perbaikan kehidupan sasaran penyuluhan; (4) mengusahakan berbagai fasilitas usaha yang lebih menggairahkan sasaran penyuluhan, dan (5) menimbulkan keswadayaan dan keswakartaan.

Dari paparan diatas, dapat dikatakan bahwa dalam pertanian perkotaan, penyuluh dapat berperan dalam membantu petani untuk meningkatkan pengetahuan, sikap mental, dan keterampilannya dalam usaha pertanian perkotaan sehingga petani memiliki kompetensi yang lebih baik.

Pemberdayaan Masyarakat

Pembahasan mengenai penyuluhan, maka tidak akan terlepas dari kata pemberdayaan, karena pemberdayaan merupakan tujuan dari penyuluhan itu sendiri. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Slamet (2003), bahwa “pemberdayaan yaitu membuat masyarakat (dalam konteks ini petani) mampu membangun dirinya sendiri atau memperbaiki kehidupannya sendiri” adalah merupakan tujuan penyuluhan. Dalam hal ini yang dimaksud “mampu” adalah sama dengan berdaya. Pemberdayaan akan menghasilkan masyarakat yang dinamis dan progresif secara berkelanjutan, karena didasari oleh adanya motivasi intrinsik dan ekstrinsik sekaligus.

Penyuluhan bertujuan untuk memberdayakan masyarakat, meningkatkan kesejahteraan secara mandiri, serta membangun masyarakat madani. Penyuluhan adalah untuk menghasilkan perubahan perilaku dan tindakan yang menguntungkan. Melalui proses pemberdayaan, kelompok masyarakat bawah diharapkan dapat terangkat menjadi kelompok masyarakat menengah dan atas. Hal tersebut dapat terjadi apabila mereka diberi kesempatan serta fasilitas dan bantuan oleh pihak yang terkait.



Sumber: Pemberdayaan masyarakat (2016)

Gambar 5.
Pemberdayaan Masyarakat

Tujuan dari pemberdayaan masyarakat adalah untuk membentuk individu dan masyarakat menjadi mandiri. Kemandirian tersebut meliputi kemandirian berpikir, bertindak dan mengendalikan apa yang mereka

lakukan tersebut. Sebagai contoh, dalam pertanian perkotaan penyuluh dapat membantu petani untuk membentuk kelompok tani agar dapat saling belajar dan berdiskusi tentang usaha pertanian mereka. Disamping itu, penyuluh juga dapat membantu petani untuk mengakses informasi pasar agar dapat memasarkan produk pertanian mereka. Pemberdayaan masyarakat hendaknya mengarah pada pembentukan kognitif masyarakat yang lebih baik. Kondisi kognitif pada hakikatnya merupakan kemampuan berpikir yang dilandasi oleh pengetahuan dan wawasan seorang atau masyarakat petani dalam rangka mencari solusi atas permasalahan yang dihadapi. Kondisi konatif merupakan sikap perilaku masyarakat yang terbentuk yang diarahkan pada perilaku yang sensitif terhadap nilai-nilai pembangunan dan pemberdayaan. Kondisi afektif adalah sikap mental yang dimiliki oleh masyarakat yang diharapkan dapat diintervensi untuk mencapai keberdayaan dalam sikap dan perilaku. Kemampuan psikomotorik merupakan kecakapan keterampilan yang dimiliki masyarakat sebagai upaya pendukung masyarakat dalam rangka melakukan aktivitas pembangunan. Terjadinya keberdayaan pada empat aspek tersebut (kognitif, konatif, afektif, dan psikomotorik) akan dapat memberikan kontribusi pada tercapainya kemandirian masyarakat yang dicita-citakan (Sulistiyani, 2004).

Pemberdayaan masyarakat bertujuan untuk membuat masyarakat menjadi mandiri, dalam arti memiliki potensi untuk mampu memecahkan masalah-masalah yang mereka hadapi, dan sanggup memenuhi kebutuhannya dengan tidak menggantungkan hidup mereka pada bantuan pihak luar, baik pemerintah maupun organisasi-organisasi non-pemerintah.

Upaya pemberdayaan masyarakat perlu memperhatikan sedikitnya empat unsur pokok, yaitu:

1. Aksesibilitas informasi, karena informasi merupakan kekuasaan baru kaitannya dengan peluang, layanan, penegakan hukum, efektivitas negosiasi, dan akuntabilitas.
2. Keterlibatan atau partisipasi, yang menyangkut siapa yang dilibatkan dan bagaimana mereka terlibat dalam keseluruhan proses pembangunan.
3. Akuntabilitas, kaitannya dengan pertanggungjawaban publik atas segala kegiatan yang dilakukan dengan mengatasnamakan rakyat.
4. Kapasitas organisasi lokal, kaitannya dengan kemampuan bekerja-sama, mengorganisir warga masyarakat, serta memobilisasi sumberdaya untuk memecahkan masalah-masalah yang mereka hadapi.

Dari paparan tersebut, dapat dikatakan bahwa pemberdayaan masyarakat merupakan tujuan dari kegiatan penyuluhan. Untuk itu, dalam kaitannya dengan usaha pertanian perkotaan, penyuluh berperan untuk memberdayakan masyarakat agar menjadi tahu, mau, dan mampu menjalankan usaha pertanian mereka dengan baik, sehingga menjadi petani yang mandiri dan memiliki kehidupan yang lebih baik dan sejahtera.

PEMBENTUKAN KELOMPOK TANI DALAM PERTANIAN PERKOTAAN

Salah satu pendekatan yang digunakan dalam kegiatan penyuluhan adalah dengan menggunakan kelompok tani. Dengan kelompok tani, proses penyuluhan akan berjalan lebih efisien dan efektif. Hal ini karena melalui kelompok, petani dapat saling berinteraksi dan berdiskusi untuk saling belajar satu sama lainnya.

Petani adalah warga negara Indonesia beserta keluarganya atau korporasi yang mengelola usaha di bidang pertanian yang meliputi usaha hulu, usaha tani, agroindustri, pemasaran dan jasa penunjang. Kelompok merupakan kumpulan dari dua orang atau lebih yang mengadakan interaksi, memiliki tujuan atau *goals*, memiliki struktur dan pola hubungan di antara anggota yang mencakup peran, norma, dan hubungan antar anggota, serta kelompok, dan merupakan satu kesatuan (Hariadi, 2011). Dengan demikian, kelompok tani merupakan kumpulan petani/peternak yang dibentuk atas dasar kesamaan kepentingan, kesamaan kondisi lingkungan (sosial, ekonomi, sumber daya) dan keakraban untuk meningkatkan dan mengembangkan usaha anggota.

Keberadaan kelompok tani berfungsi sebagai wadah organisasi dan bekerja sama antar anggota mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat tani, sebab segala kegiatan dan permasalahan dalam berusaha tani dilaksanakan oleh kelompok secara bersamaan. Melihat potensi tersebut, maka kelompok tani perlu dibina dan diberdayakan lebih lanjut agar dapat berkembang secara optimal dan mendukung pembangunan pertanian (BP4K Mesuji, 2015).

Kelompok tani dengan kontak taninya (sebelumnya dikenal dengan istilah ketua kelompok tani) merupakan kelembagaan sosial yang pokok dalam sistem penyuluhan pertanian. Artinya, kelompok tani merupakan wadah bagi para petani untuk saling berinteraksi tentang usaha pertanian yang mereka jalankan, dan juga merupakan tempat bernaung dalam

aktivitas penyuluhan pertanian. Kelompok tani sebagai suatu unit belajar merupakan wadah/tempat dilakukannya pelatihan atau penyuluhan (BP4K Mesuji, 2015).

Beberapa keuntungan dari pembentukan kelompok tani antara lain diungkapkan oleh Torres dalam Mardikanto (1993) sebagai berikut:

1. Semakin eratnya interaksi dalam kelompok dan semakin terbinaanya kepemimpinan kelompok.
2. Semakin terarahnya peningkatan secara cepat tentang jiwa kerjasama antar petani.
3. Semakin cepatnya proses perembesan (difusi) penerapan inovasi (teknologi) baru.
4. Semakin naiknya kemampuan rata-rata pengembalian pinjaman petani
5. Semakin meningkatnya orientasi pasar, baik yang berkaitan dengan masukan (input) maupun produk yang dihasilkannya.
6. Semakin dapat membantu efisiensi pembagian air irigasi serta pengawasannya oleh petani sendiri.

Keberadaan kelompok tani menjadi hal yang perlu diperhatikan mengingat banyaknya tantangan yang dihadapi pada era sekarang ini. Pelaksanaan otonomi daerah menjadi salah satu tantangan dalam upaya revitalisasi kelompok tani. Tidak sedikit daerah yang dalam pelaksanaan otonominya cenderung mengabaikan sektor pertanian karena dianggap kurang memberikan sumbangan pendapatan daerah yang besar secara cepat. Hal tersebut tentunya berdampak pada eksistensi lembaga pertanian khususnya kelompok tani.

Kelompok tani merupakan hal penting dalam proses penyampaian informasi dan teknologi baru kepada petani. Untuk itu perlu diketahui keefektifan kelompok tani sebagai media penyuluhan dalam penyampaian inovasi. Metode penyuluhan kelompok lebih menguntungkan daripada melalui media massa karena akan terjadi umpan balik yang dapat meminimalkan salah pengertian antara penyuluh dan petani dalam penyampaian informasi. Dalam metode ini interaksi yang timbul antara petani dan penyuluh akan lebih intensif. Petani diajak dan dibimbing secara berkelompok untuk melaksanakan kegiatan yang lebih produktif atas dasar kerjasama.



Sumber : Prayoga (2015)

Gambar 6. Kelompok Tani

Dalam skala yang lebih luas, kelompok tani dapat membentuk Gabungan kelompok tani atau Gapoktan. Gapoktan merupakan kumpulan beberapa kelompok tani yang bergabung dan bekerjasama untuk meningkatkan skala ekonomi dan efisiensi usaha. Sesuai Permentan No. 273 Tahun 2007 tentang Pedoman Pembinaan Kelembagaan Petani ada beberapa tujuan dari Gapoktan yaitu:

1. Meningkatkan kemampuan dan keterampilan SDM melalui pendidikan pelatihan dan studi banding sesuai kemampuan keuangan Gapoktan.
2. Meningkatkan kesejahteraan anggotanya secara keseluruhan tanpa kecuali yang terlibat dalam kepengurusan maupun hanya sebagai anggota, secara materil maupun non materil sesuai dengan kontribusi/andil/masukan yang diberikan kepada pengembangan Organisasi Gapoktan.
3. Menyelenggarakan dan mengembangkan usaha dibidang pertanian dan jasa yang berbasis pada bidang pertanian.
4. Dalam membangun kerjasama dengan berbagai pihak, harus diketahui dan disepakati oleh rapat anggota, dengan perencanaan dan analisa yang jelas dan harus berpedoman Anggaran Dasar dan Anggaran Rumah Tangga.

Dalam kaitannya dengan pertanian perkotaan, petani yang tergabung dalam kelompok tani dapat juga membentuk gabungan kelompok tani agar mereka memiliki wadah yang lebih luas.

Ditinjau dari manfaatnya, Gapoktan memiliki beberapa manfaat sebagai berikut (Ayuningtyas, 2011):

1. Memudahkan para penyuluh pertanian melakukan pembinaan dalam memfasilitasi para petani dalam mengembangkan usahanya.
2. Memudahkan para pengambil kebijakan melaksanakan program-program yang akan dikembangkan.
3. Memudahkan penyuluh pertanian melakukan pemberdayaan terhadap petani.

Organisasi petani ini umumnya dibentuk untuk mempermudah anggota-anggotanya mencapai sebagian apa yang dibutuhkan dan/atau diinginkan. Dengan kesadaran semacam itu setiap anggota menginginkan dan akan berusaha agar kelompoknya dapat benar-benar efektif dalam menjalankan fungsinya, dengan meningkatkan mutu interaksi/kerjasamanya dalam memanfaatkan segala potensi yang ada pada anggota dan lingkungannya untuk mencapai tujuan kelompok.

Dari paparan tentang kelompok tani tersebut dapat dikatakan bahwa pembentukan kelompok tani dalam pertanian perkotaan merupakan sarana atau wadah bagi para petani. Dengan adanya organisasi ini mereka dapat saling belajar, berdiskusi, dan bertukar informasi untuk meningkatkan dan mengembangkan usaha pertanian mereka. Lebih jauh, melalui wadah kelompok tani, petani perkotaan akan meningkat kemampuan dalam menghasilkan sayuran berkualitas untuk mendukung gaya hidup masyarakat kota yang lebih sehat.

KESIMPULAN

Pertanian perkotaan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan pangan lokal. Mengingat potensi pertanian perkotaan yang baik, maka implementasi dan pengembangannya perlu mendapat perhatian dari berbagai pihak terkait. Penyuluh dapat berperan aktif dalam memberdayakan petani pada usaha pertanian perkotaan.

Melalui upaya pemberdayaan yang dilakukan penyuluh, antara lain pembentukan kelompok tani, maka petani akan mendapatkan proses

pembelajaran melalui kelompoknya. Melalui kelompok tani, diharapkan petani perkotaan memiliki pengetahuan, sikap mental, dan keterampilan tentang usaha pertanian perkotaan, sehingga petani menjadi tahu, mau, dan mampu melaksanakan usaha pertanian perkotaan dengan baik. Melalui pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya, petani akan mandiri dalam melaksanakan usaha pertanian perkotaan, khususnya menghasilkan sayuran berkualitas.

Jika sudah mampu mandiri, selanjutnya petani akan memiliki kehidupan yang lebih baik dan sejahtera, yang akhirnya menjadi bagian dari masyarakat yang mandiri. Dalam kaitannya dengan pertanian perkotaan, yaitu dari aspek makanan yang sehat, maka produk pertanian perkotaan berkualitas yang mereka hasilkan akan mendukung gaya hidup masyarakat perkotaan menjadi lebih sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrilianty, O.N., & Iwan, K. (2013). *Jurnal perencanaan wilayah dan kota BSAPPK*, 2 (1), 89-99.
- Ardina P. R., Gumilang, R.V., & Imania, R.R. (2014). *Pertanian perkotaan sebagai salah satu alternative solusi ketahanan pangan*. Diunduh dari <https://ardinaputrirahutama.wordpress.com/2014/04/04/pertanian-perkotaan-sebagai-salah-satu-alternatif-solusi-ketahanan-pangan-ardina-putri-rahtama-viny-ratna-gumilang-rifa-rafika-imania/>.
- Asngari, P.S. (2004). *Peranan agen pembaharuan/penyuluh dalam usaha memberdayakan (empowerment) sumber daya manusia pengelola agribisnis*. Orasi Ilmiah. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, tanggal 15 September 2001. Bogor.
- Ayuningtyas, N.Y. (2012). *Pemberdayaan masyarakat petani dalam meningkatkan hasil panen melalui program Gapoktan (gabungan kelompok tani) di Kecamatan Moyudan*. Diunduh dari <http://nadrayunia.blogspot.co.id/2012/06/pemberdayaan-masyarakat-petani-dalam.html>.
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP). (2014, 14 Maret). *Model pertanian perkotaan*. Diunduh dari <http://litbang.pertanian.go.id/berita/1680/>.
- Berita satu.com (2015, 07 April). *Pertanian perkotaan segera diterapkan di Jakarta*. Diunduh dari <http://www.beritasatu.com/megapolitan/263421-pertanian-perkotaan-segera-diterapkan-di-jakarta.html> tanggal 07 April 2015.
- BP4K Mesuji (2015, 23 Oktober). *Peranan penting kelompok tani dalam pembangunan pertanian*. Diunduh dari <http://bp4kmesuji.net/peranan-penting-kelompok-tani-dalam-pembangunan-pertanian/>.
- Hariadi, S. S. (2011). *Dinamika kelompok*. Yogyakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.

- Housing-estate.com (2015, 13 Juli). *Jakarta kembangkan pertanian perkotaan*. Diunduh dari <http://www.housing-estate.com/read/2015/07/13/jakarta-kembangkan-pertanian-perkotaan/>.
- Mardikanto, T. (1993). *Penyuluhan Pembangunan Pertanian*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Multazam, A., & Hastu P. (2013). Keberlanjutan pertanian perkotaan di kawasan metropolitan Jakarta. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota ASAPPK*, 2 (2), 265-275.
- Murdiyani. (2001). *Studi kinerja penyuluh pertanian lapangan menurut petani padi sawah di Wilayah Kerja Balai Penyuluhan Pertanian (WKBPT) Suluh Manuntung Lempake Kota Samarinda*. Skripsi. Program Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.
- Pemberdayaan Masyarakat. (2016). Diunduh dari <http://www.slideshare.net/tamabakungan/pemberdayaan-masyarakat-8524017>.
- Penyuluh pertanian lapangan. (2016). Diunduh dari http://www.wikiwand.com/id/Penyuluh_Pertanian_Lapangan.
- Peraturan Menteri Pertanian (Permentan). (2007). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 273/Kpts/OT.160/4/2007 tentang pedoman pembinaan kelembagaan petani*. Diunduh dari <http://perundangan.pertanian.go.id/admin/file/SK-273-07.pdf>.
- Prayoga, G. (2015). *Pemberdayaan dan proses penyadaran*. Diunduh dari http://www.kompasiana.com/gie.lank18/pemberdayaan-dan-proses-penyadaran_550deaeaa33311bb2dba7d7e.
- Slamet, M. (2003). *Pemberdayaan masyarakat dalam membentuk pola perilaku manusia pembangunan*. Editor: Yustina, I dan A Sudrajat. Penerbit IPB Press.
- Sulistiyani, A.T. (2004). *Kemitraan dan model-model pemberdayaan*. Yogyakarta: Gava Media.

222 Peran MST dalam Mendukung *Urban Lifestyle* yang Berkualitas

Sumardjo (1999). *Transformasi model penyuluhan pertanian menuju pengembangan kemandirian petani. Disertasi Doktor*. Bogor: Program Pascasarjana IPB.

Sumintareja. (2000). *Penyuluhan pertanian*. Jakarta: Departemen Pertanian.

van den Ban, A.W. & Hawkins, H.S. (1999). *Penyuluhan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Kompetensi Penyuluh Pertanian dalam Menumbuhkan Potensi Agribisnis di Perkotaan

Adhi Susilo dan Wijanarko

PENDAHULUAN

Pertanian memainkan peran penting dalam pengurangan kemiskinan dan pertumbuhan ekonomi. Teknologi pertanian di negara berkembang harus terus menerus berubah untuk mengimbangi meningkatnya populasi dan kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang cepat berubah. Keberhasilan pembangunan pertanian tidak lepas dari peran penyuluh dalam melaksanakan tugasnya dalam kegiatan penyuluhan pertanian. Untuk dapat melakukan tugasnya dengan baik, penyuluh harus memiliki kompetensi tertentu. Perkembangan kompetensi tersebut perlu disesuaikan dengan kondisi dan tantangan hari ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), dan adanya globalisasi. UU No 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Peternakan, Perikanan dan Kehutanan mendukung pencapaian kompetensi tertentu bagi para penyuluh.

Kenyataan di lapangan masih banyak penyuluh pertanian yang belum memiliki kompetensi yang dipersyaratkan dalam melaksanakan tugasnya sebagai agen perubahan di bidang pembangunan pertanian. Kenyataan ini dipengaruhi oleh berbagai kebijakan di bidang pertanian yang menuntut seorang penyuluh bekerja bukan pada bidang yang ditekuninya. Tjitropranoto (2003) menyatakan bahwa banyak penyuluh pertanian yang tidak mampu bahkan tidak sempat mengembangkan kemampuan profesionalnya sebagai pejabat fungsional penyuluh, karena banyaknya kegiatan yang ditetapkan atasannya, yang kadang-kadang tidak sesuai dengan tugas sebagai penyuluh pertanian professional. Marliati, Sumardjo, Asngari, Tjitropranoto, dan Saefuddin (2008) menjelaskan bahwa rendahnya kompetensi penyuluh antara lain diduga berkaitan dengan proses pembelajaran yang kurang bermutu, karena penyuluh terjebak pada tuntutan formalitas untuk akreditasi bagi jabatan fungsional penyuluh.

Hasil penelitian Bank Dunia menyimpulkan bahwa, kompetensi Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) tidak memadai, hal ini antara lain

ditunjukkan oleh: (1) bekal pengetahuan dan keterampilan penyuluh sangat kurang, seringkali tidak cocok dengan kebutuhan petani, (2) PPL sangat kurang dipersiapkan dan kurang dilatih untuk melakukan kegiatan penyuluhan pertanian. Bila PPL dilatih, maka kebanyakan latihan-latihan itu tidak relevan dengan tugasnya sebagai PPL di wilayah kerjanya, dan (3) dalam banyak hal, PPL telah ketinggalan informasi dari petani dan nelayan yang dilayaninya (Hadi, 2010).

Hasil penelitian Muliady (2009), menyimpulkan bahwa kompetensi penyuluh pertanian dalam mengembangkan usahatani padi sawah di tiga kabupaten di Jawa Barat (Karawang, Subang dan Sukabumi) tergolong rendah (25%) dalam hal pengelolaan informasi penyuluhan dan kepemimpinan penyuluh. Menurut Bahua (2010) bahwa kompetensi penyuluh pertanian di Provinsi Gorontalo perlu ditingkatkan pada bidang merencanakan program penyuluhan dan kepemimpinan penyuluh pertanian.

Peran penyuluhan pertanian untuk menyebarkan informasi yang tepat kepada para petani di Indonesia sangat penting. Di negeri ini, layanan penyuluhan pertanian untuk menyebarkan informasi yang berguna untuk petani di satu sisi belum efektif karena hubungan lemah antara pemerintah dan penyuluh pertanian (Margono & Sugimoto, 2011).

PENYULUHAN PERTANIAN DI INDONESIA

Penyuluhan pertanian meliputi kegiatan memberi pengetahuan dan keterampilan kepada kelompok tani, sehingga kelompok tani inilah yang diberikan kewenangan secara langsung menyampaikan program kebijakan pemerintah kepada petani. Penyuluh pertanian harus ahli pertanian yang kompeten, yang mampu berkomunikasi secara efektif dengan petani. Mereka diharapkan dapat mendorong minat kerjasama para petani dan dalam bekerja harus berorientasi pada masalah yang dihadapi oleh petani dan pemahaman para petani. Soemardjo (2008) mengutip tinjauan teoritis Spencer dan Spencer (1993) bahwa "kompetensi penyuluh adalah karakteristik yang melekat pada diri penyuluh yang meningkatkan keefektifan kinerja penyuluh dalam mengemban misi penyuluhan". Dalam organisasi penyuluhan dibutuhkan penentuan tingkat kompetensi, agar dapat mengetahui tingkat kinerja yang diharapkan. Penentuan kebutuhan ambang kompetensi penyuluh dapat dijadikan dasar bagi proses-proses

seleksi, sukses perencanaan, evaluasi kinerja dan pengembangan kompetensi masing-masing level kualifikasi penyuluh.

Berdasarkan kriteria yang digunakan untuk memprediksi suatu pekerjaan, Spencer dan Spencer (1993) membedakan kompetensi menjadi dua kategori, yaitu (1) *threshold* dan (2) *differentiation*. *Threshold competencies* merupakan karakteristik utama yang harus dimiliki seseorang untuk dapat melaksanakan pekerjaannya. Karakteristik utama tersebut adalah pengetahuan atau keahlian dasar yang terkait dengan bidang kompetensinya. *Differentiation competencies* adalah faktor-faktor yang dapat digunakan untuk membedakan antara individu yang berkinerja tinggi dengan berkinerja rendah. Kriteria ini sejalan dengan hasil penelitian Muliady (2009) tentang faktor-faktor yang berpengaruh pada kinerja penyuluh pertanian dan dampaknya pada perilaku petani padi di tiga kabupaten Jawa Barat, menyimpulkan bahwa kompetensi penyuluh berpengaruh secara positif pada kinerja mereka. Di samping itu terdapat pengaruh langsung peubah karakteristik, motivasi dan kemandirian penyuluh pada kompetensi penyuluh pertanian (Bahua & Limonu, 2013).

Tjitropranoto (2003) menyarankan kompetensi penyuluh perlu ditingkatkan melalui pemahaman penyuluh terhadap sifat-sifat, potensi dan keadaan sumber daya alam, iklim serta lingkungan di wilayah petani binaan. Selain itu, penyuluh perlu memahami perilaku petani dan potensi pengembangannya, pemahaman terhadap kesempatan usaha pertanian yang menguntungkan petani, membantu petani dalam mengakses informasi harga dan pasar, memahami peraturan perundangan yang berlaku terkait dengan usaha pertanian. Hasil penelitian Muliady (2009) menunjukkan bahwa "kompetensi penyuluh berpengaruh nyata terhadap kinerja penyuluh (pengelolaan informasi dan kepemimpinan)". Dimensi kompetensi penyuluh mencakup kemampuan membangun relasi interpersonal, kemampuan menerapkan falsafah, prinsip, etika penyuluhan, dan kemampuan di bidang keahlian.

Sejalan dengan arus globalisasi berupa liberalisasi perdagangan, perubahan preferensi konsumen terhadap produk pertanian dan upaya terhadap kelestarian lingkungan, menuntut pendekatan penyuluhan pertanian yang dinamis mengikuti perubahan jaman. Permasalahannya adalah bahwa peran penyuluh pertanian dinilai hanya sekedar sebagai penyampai (diseminator) teknologi dan informasi, padahal penyuluh pertanian dituntut lebih ke arah sebagai motivator, dinamisator

(penggerak), fasilitator dan konsultan bagi petani (Tjitropranoto, 2003). Rogers (2003) bahkan menambahkan penyuluh pertanian harus dapat mendiagnosis permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh petani, membangun dan memelihara hubungan dengan petani, memantapkan adopsi, serta mencegah penghentian adopsi.

PARADIGMA PEMBANGUNAN PERTANIAN

Paradigma pembangunan pertanian ke depan adalah pertanian berkelanjutan yang berada dalam lingkup pembangunan manusia, yaitu pembangunan pertanian yang bertumpu pada peningkatan kualitas dan kompetensi sumberdaya manusia, pelaku aktif pembangunan pertanian (Harijati, 2007). Secara nyata pembangunan pertanian harus mengikutsertakan dan menggerakkan masyarakat tani secara aktif dalam setiap langkah pembangunan mulai dari perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan, serta pemanfaatan hasil pembangunan. Paradigma pembangunan pertanian tersebut diharapkan akan meningkatkan kemampuan dan kinerja masyarakat petani. Penerapan paradigma pembangunan pertanian tidak cukup hanya mengubah pola pikir, tetapi dilanjutkan dengan perubahan sikap dan tindakan serta komitmen tinggi oleh semua pihak terkait. Keberhasilan pencapaian tujuan pembangunan pertanian ditentukan oleh upaya pembangunan kualitas petani melalui peningkatan kompetensi petani.

Paradigma pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia sangat memiliki potensi untuk terealisasikan. Menurut Mugnisjah (2007) peluang yang dimiliki Indonesia untuk membangun pertanian dengan paradigma baru adalah sebagai berikut, (a) munculnya kawasan Asia Pasifik sebagai kekuatan ekonomi baru yang potensial bagi pemasaran produk pertanian Indonesia, (b) adanya penurunan peranan beberapa negara produsen pertanian pesaing Indonesia yang berarti meningkatkan kapasitas kompetitif Indonesia, (c) adanya kemungkinan penurunan proteksi baik yang dilakukan oleh negara-negara maju maupun oleh negara-negara berkembang sehingga akan memperluas pasar ekspor komoditi pertanian Indonesia, (d) masih adanya kesempatan untuk meningkatkan produksi melalui pemanfaatan IPTEK, perluasan areal tanam, dan peningkatan indeks pertanaman, (e) tersedianya plasma nutfah untuk sumber perbaikan varietas, baik untuk lahan subur maupun lahan marginal, (f) iklim Indonesia yang tropis memberikan kesempatan untuk mengusahakan berbagai tanaman

sepanjang tahun, (g) ekosistem yang beragam antar daerah dengan keunggulan komoditi setempatnya dapat menghasilkan berbagai produk untuk perdagangan antar daerah, (h) penekanan kehilangan hasil dan peningkatan mutunya melalui perbaikan teknologi pascapanen dan pendekatan pemuliaan tanaman, (i) adanya kemauan politik pemerintah untuk memperbaiki kinerja pertanian, (j) penggunaan produk pertanian yang semakin beragam, yakni untuk pangan manusia dan bahan baku industri dan pakan ternak. Sumber daya pertanian seperti lahan dan air menjadi suatu yang sangat penting dalam pertanian. Hal ini mengingat konversi lahan secara besar-besaran menyebabkan lahan produktif di Indonesia menjadi berkurang sedangkan air menjadi sangat sulit saat ini yaitu ketika industri-industri membutuhkan air dengan jumlah yang begitu besar. Untuk itu, perlu upaya dari pemerintah untuk membuat regulasi yang adil terhadap kedua sumberdaya tersebut.

TINGKAT KOMPETENSI PENYULUH PERTANIAN DI INDONESIA

Berdasarkan hasil penelitian Huda (2011) terhadap tingkat kompetensi penyuluh pertanian lulusan Universitas Terbuka (UT) menghasilkan kesimpulan bahwa tingkat kompetensi penyuluh adalah moderat, yang menunjukkan kemampuan penyuluh dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi kegiatan penyuluhan belum optimal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa harus ada upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kompetensi penyuluh pertanian alumni UT yang difokuskan pada peningkatan kemampuan penyuluh dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi kegiatan penyuluhan. Hal ini menunjukkan bahwa penyuluh lulusan UT kurang memahami tentang konsep-konsep yang berkaitan dengan tugas profesi mereka sebagai penyuluh, khususnya yang berkaitan dengan tugas-tugas mereka dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi kegiatan penyuluhan. Namun, penyuluh memiliki keyakinan dan tindakan yang berkaitan dengan tugas dan profesi sebagai penyuluh yang cukup. Demikian pula, tingkat afektif dan psikomotor mereka yang masih relatif moderat, perlu ditingkatkan dalam rangka meningkatkan kompetensi mereka.

KOMPETENSI DALAM PERENCANAAN PERLUASAN AKTIVITAS

Tingkat kompetensi penyuluh pertanian dalam perencanaan kegiatan penyuluhan secara keseluruhan adalah moderat (Huda, 2011). Hal ini tidak optimal, karena kemampuan mereka kurang dalam mengidentifikasi potensi daerah, agroekosistem, kebutuhan petani, dan rencana kerja. Harus ada lebih banyak upaya untuk meningkatkan kompetensi penyuluh dalam perencanaan kegiatan penyuluhan yang difokuskan pada peningkatan kemampuan penyuluh dalam mengidentifikasi potensi daerah, agroekosistem, kebutuhan petani, dan rencana kerja. Secara umum, tingkat kompetensi penyuluh dalam perencanaan kegiatan penyuluhan yang digolongkan sebagai moderat dapat dilihat dari aspek psikomotor mereka, tetapi pengetahuan mereka rendah, sedangkan aspek afektif mereka tinggi. Ini berarti bahwa meskipun penyuluh memiliki sikap positif, belum memiliki pemahaman yang cukup dalam kegiatan perencanaan penyuluhan. Untuk itu, upaya peningkatan kompetensi penyuluh dalam perencanaan kegiatan penyuluhan dapat difokuskan pada peningkatan aspek pengetahuan mereka.

KOMPETENSI DALAM MELAKSANAKAN KEGIATAN PENYULUHAN

Kompetensi penyuluh dalam melaksanakan kegiatan penyuluhan terkait dengan kemampuan mereka untuk mengembangkan kemandirian petani dalam kegiatan pertanian. Tingkat kompetensi penyuluh dalam mengembangkan kemandirian petani adalah moderat, karena kemampuan penyuluh untuk menumbuhkan kelompok tani masih belum optimal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa harus ada upaya untuk meningkatkan kompetensi penyuluh dalam mengembangkan kemandirian petani yang berfokus pada peningkatan kemampuan penyuluh untuk menumbuhkan kelompok tani. Kompetensi penyuluh dalam mengembangkan petani mandiri tergolong menengah, terlihat dari aspek afektif dan psikomotorik namun tingkat pengetahuan mereka kurang. Ini berarti bahwa penyuluh memiliki pemahaman yang baik dalam hal mengembangkan kemandirian petani. Sebagai contoh, melibatkan pihak-pihak terkait dalam mengembangkan kelompok tani. Dalam hal ini, upaya peningkatan kompetensi penyuluh dalam mengembangkan kemandirian dapat difokuskan pada peningkatan aspek pengetahuan mereka.

KOMPETENSI DALAM MENGEVALUASI KEGIATAN PENYULUHAN

Menurut Huda (2011) tingkat kompetensi penyuluh dalam mengevaluasi kegiatan penyuluhan tergolong moderat, terlihat dari kemampuan mereka dalam perencanaan penyuluhan, pengumpulan data, menganalisis hasil, dan merumuskan laporan kegiatan penyuluhan, masih belum optimal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa harus ada upaya untuk meningkatkan kompetensi penyuluh dalam mengevaluasi kegiatan penyuluhan difokuskan pada peningkatan kemampuan mereka dalam mempersiapkan rencana kegiatan evaluasi, mengumpulkan data dan menganalisis hasil, dan merumuskan laporan evaluasi.

Kompetensi penyuluh dalam mengevaluasi kegiatan penyuluhan yang tergolong sedang, dapat dilihat dari aspek afektif dan psikomotorik mereka. Namun, tingkat pengetahuan mereka rendah. Ini berarti bahwa mereka tidak memiliki pemahaman yang baik tentang evaluasi kegiatan penyuluhan, yaitu dalam hal perencanaan, mengumpulkan data dan menganalisis hasil, dan merumuskan laporan evaluasi kegiatan penyuluhan. Namun keyakinan dan tindakan mereka cukup baik dalam mengevaluasi kegiatan penyuluhan. Oleh karena itu, upaya peningkatan kompetensi penyuluh dalam mengevaluasi kegiatan penyuluhan dapat difokuskan pada peningkatan aspek pengetahuan mereka.

Wawancara dengan penyuluh menunjukkan bahwa meskipun mereka memiliki pengalaman yang cukup dalam kegiatan penyuluhan, tetapi mereka merasa bahwa pengetahuan mereka masih kurang dan harus ditingkatkan sesuai dengan kondisi saat ini. Meskipun mereka memiliki sikap positif terhadap tugas-tugasnya sebagai konselor, tetapi mereka masih menghadapi masalah atau kesulitan saat melaksanakan kegiatan penyuluhan. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa upaya untuk meningkatkan kompetensi profesional penyuluh dapat difokuskan pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam perencanaan, pelaksanaan, dan mengevaluasi berbagai kegiatan penyuluhan.

FAKTOR DOMINAN YANG MEMPENGARUHI KOMPETENSI PENYULUH

Temuan dalam penelitian Huda (2011) terhadap faktor dominan yang mempengaruhi tingkat kompetensi penyuluh pertanian lulusan UT adalah:

(1) karakteristik individu yang meliputi (a) usia, masa (b) bekerja, (c) jabatan fungsional, dan (d) motivasi belajar; (2) kegiatan belajar di UT, termasuk (a) interaksi dengan materi pembelajaran, (b) cakupan mata pelajaran, (c) interaksi dalam kelompok belajar, (d) kegiatan tutorial, dan (e) fasilitas belajar; (3) sumber belajar non-UT yang meliputi (a) pelatihan fungsional, (b) media cetak, dan (c) media non-cetak; dan (4) faktor lingkungan yang meliputi (a) kebutuhan petani, dan (b) dukungan kelembagaan. Faktor-faktor ini berkorelasi dengan pekerja kompetensi profesional.

Motivasi belajar, interaksi dengan materi pembelajaran, interaksi dalam kelompok belajar, pelatihan, dan interaksi dengan petani, berkorelasi positif pada kompetensi profesional penyuluh (Huda, 2011, 2015a, 2015b). Ini berarti bahwa motivasi meningkatkan pembelajaran, interaksi dengan materi pembelajaran, interaksi dalam kelompok belajar, pelatihan, dan interaksi dengan petani akan meningkatkan kompetensi profesional penyuluh pertanian. Interaksi dengan bahan ajar dapat meningkatkan kompetensi profesional penyuluh karena interaksi dapat lebih meningkatkan pemahaman tentang materi yang terkandung dalam bahan ajar yang dapat meningkatkan prestasi belajar. Melalui interaksi dalam kelompok belajar, penyuluh dapat berinteraksi langsung dan mendiskusikan materi belajar yang dianggap sulit, sehingga dapat meningkatkan pemahaman tentang pembelajaran. Melalui pelatihan, penyuluh mendapatkan pengetahuan dan keterampilan tentang materi yang berkaitan dengan tugas mereka sebagai penyuluh. Sementara tuntutan kebutuhan petani menciptakan tantangan bagi para penyuluh untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut sehingga mereka akan berusaha untuk meningkatkan kompetensi terkait dengan kebutuhan petani.

Usia dan masa kerja menunjukkan korelasi negatif tetapi signifikan dengan kemampuan penyuluh dalam perencanaan dan evaluasi kegiatan penyuluhan (Huda, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan usia dan masa kerja akan mengurangi kemampuan mereka dalam perencanaan dan evaluasi kegiatan penyuluhan. Faktor dominan yang positif mempengaruhi kompetensi profesional penyuluh adalah interaksi dalam kelompok belajar.

KOMPETENSI AGRIBISNIS

Kompetensi agribisnis meliputi aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan agribisnis yang dimiliki petani. Secara khusus kompetensi

agribisnis petani adalah mengenai aspek nilai tambah usahatani yang dimiliki oleh petani. Mengenai konsep nilai tambah dalam berusahatani, Indrawati, Harijati, dan Pertiwi (2011) mengungkapkan banyak anggota kelompok tani mengaku tahu bahwa harga jual sayuran akan meningkat jika sayuran dijual dalam kondisi masih segar dan harga jual akan meningkat jika sayuran telah disortir/dipilah sesuai ukuran dan kualitasnya. Walaupun begitu petani tidak mempraktekannya karena petani ingin langsung mendapatkan pendapatan segera setelah menjual hasil panennya. Konsep ini diduga terlalu jauh dengan pemikiran petani, yang mungkin hanya tahu sebatas penanganan produksi hasil pertanian, dan bukan pengetahuan pascapanen sayuran. Di samping itu petani ingin segera memperoleh uang dari usahatannya, sehingga penanganan pascapanen sayuran jarang dilakukan petani.

PERTANIAN PERKOTAAN

Pertanian perkotaan merupakan kegiatan pertanian yang dilakukan di kawasan perkotaan. Pertanian perkotaan dilakukan dengan memanfaatkan lahan sempit perkotaan untuk kegiatan pertanian. Pertanian perkotaan memungkinkan penanaman, pemanenan dan pendistribusian makanan dari daerah perkotaan. Selain untuk memenuhi kebutuhan pangan perkotaan tersebut, peningkatan pendapatan juga dapat dirasakan oleh petani perkotaan. Pertanian perkotaan dapat mengatasi salah satu permasalahan ketahanan pangan yang dirasakan Indonesia yaitu impor bahan pangan. Tujuan penerapan pertanian perkotaan salah satunya adalah memenuhi kebutuhan pangan dengan produksi pangan lokal (Rahtama, Gumilang, & Imania, 2014).

Jika dibandingkan dengan pertanian pedesaan (*rural agriculture*), pertanian perkotaan memiliki kelebihan dan risiko-risiko dalam implementasinya. Menurut Hendrickson dan Porth (2012) sebagaimana dikutip Game dan Primus (2015), keuntungan dan risiko pertanian perkotaan dapat dilihat dari aspek fisik, ekonomi dan sosial. Secara fisik pertanian perkotaan membutuhkan sedikit pengemasan, penyimpanan dan transportasi, penggunaan konsep daur ulang. Risiko secara fisik meningkatkan persaingan lahan, air, energi dan tenaga kerja, mengurangi penyerapan polusi dan peluang terkontaminasi polusi udara, tanah, dan air. Secara ekonomi kelebihan pertanian perkotaan adalah mudah masuknya tenaga kerja dan mudah akses ke non pasar. Risiko ekonomi antara lain

terbatasnya produksi dan kualitas produk tergantung musim. Kelebihan secara sosial antara lain adanya ikatan komunitas dan hubungan ke lingkungan. Risiko secara sosial adalah meningkatkan risiko kesehatan lingkungan akibat penggunaan pestisida.

Dalam pertanian perkotaan, sering sekali yang digunakan untuk media adalah lahan bekas atau lahan-lahan sisa seperti atap gedung. Selain itu, proses pertanian perkotaan biasanya menggunakan sistem pertanian organik dan sampah pertanian diolah dengan konsep 3R (*reuse, reduce, and recycle*). Kegiatan pertanian perkotaan yang seperti itu merujuk pada keberlanjutan pertanian perkotaan dan kualitas produk pertanian. Beberapa karakter pertanian perkotaan meliputi: petani baru, model pertanian perkotaan, peluang bekerjasama dengan berbagai organisasi, pertanian alami, dan pemusatan sumber daya dan pasar di lingkungan perkotaan.

Sebagai salah satu metode pertanian modern, pertanian perkotaan biasanya dilakukan oleh komunitas. Pertanian ini berskala kecil karena lahan yang digunakan terbatas. Penerapan pertanian perkotaan memberikan beberapa manfaat baik bagi petani, pemerintah, masyarakat umum, dan lingkungan. Beberapa manfaat yang didapat dari pertanian perkotaan menurut Lanarc (2003) antara lain:

1. Meningkatkan ketahanan pangan
2. Meningkatkan inovasi
3. Mereduksi sampah
4. Revitalisasi lingkungan
5. Pembelajaran dan pembangunan komunitas.

Selanjutnya, pertanian perkotaan dapat memberikan manfaat dengan adanya implementasi kegiatan tersebut. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang juga perlu menerapkan pertanian perkotaan di berbagai kotanya. Implementasi pertanian perkotaan dapat menjadi salah satu solusi ketahanan pangan di Indonesia. Perkembangan daerah terutama perkotaan di Indonesia saat ini mengalami urbanisasi dan mengarah pada perubahan tata guna lahan menjadi lahan terbangun. Hal tersebut menyebabkan keberadaan lahan pertanian produktif berkurang. Berkurangnya lahan pertanian produktif dan sempitnya lahan pertanian dapat disiasati dengan pertanian perkotaan. Selain itu, mayoritas makanan impor yang dikonsumsi masyarakat Indonesia membuat pemenuhan makanan lokal lebih mendesak.

Implementasi Pertanian Perkotaan

Pertanian perkotaan juga dapat diterapkan di Indonesia sebagai salah satu upaya pemenuhan kebutuhan pangan. Namun, beberapa hal perlu diperhatikan dalam implementasi pertanian perkotaan, salah satunya adalah sistem irigasi. Pertanian sangat membutuhkan pengairan dan jaringan irigasi yang biasanya tidak terdapat di perkotaan. Selain air, tanah yang digunakan biasanya bukan lahan produktif untuk pertanian. Hal lain yang perlu dipikirkan adalah kebisingan di tengah permukiman. Kebisingan bisa disebabkan oleh penggunaan alat pertanian.

Dilihat dari kondisi Indonesia saat ini, pertanian perkotaan penting untuk diimplementasikan. Implementasi pertanian memerlukan kerjasama dari semua pihak yang terlibat. Beberapa pihak yang terkait diantaranya adalah petani, pemerintah, masyarakat sekitar, pengusaha, institusi pendidikan, dan pihak lainnya. Beberapa langkah yang dapat diterapkan dalam implementasi pertanian perkotaan sebagai berikut:

1. Pembangunan *pilot project*
2. Pembentukan kelompok petani
3. Pelatihan pengetahuan pertanian perkotaan
4. Pemberian insentif pada petani perkotaan
5. Dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak.

Pertanian perkotaan jika diterapkan di Indonesia akan membawa banyak sisi positif bagi perkembangan bangsa. Namun, implementasi rencana pasti memiliki hambatan dan tantangan sendiri. Masyarakat dan pemerintah perlu berusaha bersama jika ingin mengimplementasikannya. Kerjasama berbagai pihak dapat membawa pertanian perkotaan menjadi metode pertanian baru di Indonesia. Pertanian perkotaan di Indonesia dapat diterapkan dengan bentuk vertikal. Hal tersebut dikarenakan luas lahan yang digunakan sangat sempit sehingga perkembangan lahan dilakukan ke atas (vertikal).

Kompetensi Penyuluh Pertanian untuk Meningkatkan Potensi Agribisnis di Perkotaan

Upaya implementasi pertanian perkotaan berhubungan dengan sejauh mana kompetensi penyuluh pertanian itu sendiri. Terdapat delapan kompetensi penyuluh pertanian perkotaan (Warbach, Geith, Sexton, & Kaneene, 2012):

1. Integrasi ekologi. Pengetahuan prinsip dasar ekologi dan kemampuan penerapan ilmu ekologi dengan isu pertanian terkini.
2. Keadilan sosial. Kemampuan berbagi manfaat tentang strategi pertanian berkelanjutan.
3. Manfaat secara ekonomi. Pengetahuan bagaimana menerapkan manfaat sistem ekonomi kepada masyarakat.
4. Estetika. Pengenalan tentang dasar keindahan pertanian perkotaan dan bagaimana menerapkannya kepada komunitas.
5. Tanggung jawab. Penggunaan pengetahuan tentang tanggung jawab dalam proses dialog, pengambilan keputusan dan pengembangan kapasitas lokal, regional dan global.
6. Pemikiran sistem yang saling interdependensi. Kemampuan mengenalkan beragam sistem dan umpan baliknya serta kerjasama beragam kelompok, perspektif dan institusi dalam pengambilan keputusan.
7. Pemikiran kritis. Kemampuan identifikasi, mengolah dan mengambil kesimpulan terhadap beragam isu.
8. Pengembangan diri. Pemahaman nilai-nilai personal orang lain dan hubungannya dengan isu.

Penerapan delapan kompetensi penyuluh pertanian di atas dapat meningkatkan potensi dan kompetensi petani perkotaan. Penyuluh pertanian dalam upayanya mengubah perilaku petani perkotaan menjadi petani yang berkualitas harus mempunyai kompetensi dari segi teknis budidaya maupun dari segi kompetensi manajerial, karena kompetensi merupakan kemampuan seseorang dalam melaksanakan tugas atau pekerjaan sesuai dengan tingkat pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya.

Penyuluhan pertanian yang merupakan bagian dari proses pendidikan non formal di bidang pertanian, menuntut adanya penyuluh yang kompeten. Penyuluh dikatakan kompeten jika ia memiliki kompetensi teknis dan kompetensi manajerial. Kompetensi-kompetensi tersebut dibutuhkan manakala penyuluh mengembangkan perencanaan program penyuluhan yang spesifik lokasi dan sesuai dengan keinginan petani sebagai pelaku utama pertanian. Disamping itu, penyuluh pertanian pun memerlukan kompetensi yang terkait dengan kemampuan intelektual (*cognitif*), kemampuan yang berkaitan dengan kejiwaan (*affectif*) dan kemampuan

gerak fisik (*psychomotoric*). Dengan adanya kompetensi seorang penyuluh diharapkan mampu menyelesaikan tugas-tugasnya dengan baik dalam menyelenggarakan penyuluhan pertanian. Penyuluh yang kompeten diharapkan dapat melatih para petani menjadi kompeten juga, baik dalam melaksanakan budidaya maupun melakukan manajemen usahatani sebagai upaya meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Kompetensi teknis dan kompetensi manajerial dari seorang penyuluh antara lain meliputi: (1) kompetensi dalam mengidentifikasi potensi teknologi budidaya pertanian yang dibutuhkan oleh petani sesuai dengan kondisi agroklimat; (2) kompetensi menyusun program penyuluhan pertanian bersama-sama dengan petani; (3) kompetensi menyusun rencana kerja penyuluhan pertanian yang disepakati bersama dengan petani; (4) kompetensi menyusun materi penyuluhan pertanian yang sesuai dengan kebutuhan dan masalah yang dihadapi petani; (5) kompetensi menerapkan kombinasi berbagai metoda penyuluhan yang tepat, hal ini sangat berhubungan dengan kompetensi komunikasi dari penyuluh; (6) kompetensi mengembangkan swadaya dan swakarsa petani sehingga dapat tercipta kemandirian petani dalam berusahatani; (7) kompetensi penyuluh menjadi mitra kerja petani, dalam hal ini penyuluh dapat berperan sebagai pemandu, fasilitator, konsultan dan sekaligus menjadi mediator; dan (8) kompetensi penyuluh dalam melakukan evaluasi program penyuluhan yang telah dilaksanakan (Bahua, 2016).

Penyelenggaraan penyuluhan pertanian diupayakan agar tidak menimbulkan “ketergantungan” petani kepada penyuluh, akan tetapi diarahkan untuk menciptakan kemandirian petani dengan memosisikannya sebagai wiraswasta agribisnis, agar petani dapat berusahatani dengan baik dan hidup lebih layak berdasarkan sumberdaya lokal yang ada di sekitar petani. Hal ini sangat membutuhkan kompetensi penyuluh pertanian yang terintegrasi pada pelaksanaan tugas pokok dan fungsi penyuluh pertanian dalam melakukan transfer teknologi pertanian kepada petani. Hal ini dikuatkan oleh hasil penelitian Murfiani dan Jahi (2006) bahwa penyuluh masih mengutamakan penguasaan kompetensi umum penyuluhan dan teknis pertanian. Sementara kompetensi yang menyangkut pengembangan modal agribisnis kecil dan agribisnis itu sendiri masih dianggap kurang penting.

Hasil penelitian Bahua (2016) menunjukkan bahwa kontribusi kinerja penyuluh pertanian pada perubahan perilaku petani melalui kompetensi

petani berusahatani dan partisipasi petani mengikuti kegiatan penyuluhan sangat baik. Oleh karena itu peran pemerintah pusat dan daerah dalam meningkatkan kinerja penyuluh pertanian melalui kebijakan perbaikan anggaran dan sarana penyuluhan dengan memperhatikan karakteristik, kompetensi, motivasi dan kemandirian penyuluh memiliki arti yang sangat strategis dalam meningkatkan produksi. Hal ini disebabkan bahwa kinerja penyuluh pertanian yang baik akan berdampak pada perubahan perilaku petani ke arah yang lebih baik pula dalam meningkatkan produktivitas usahatani. Oleh karena itu, penyuluh pertanian perlu meningkatkan motivasi pengembangan potensi diri dan kebutuhan berafiliasi untuk meningkatkan kompetensi penyuluh dalam membantu petani berusahatani serta meningkatkan kemandirian intelektual dan kemandirian sosial untuk meningkatkan kompetensi penyuluh dalam membantu petani berusahatani (Bahua & Limonu, 2013).

Hasil penelitian Bahua dan Limonu (2013) menunjukkan adanya pengaruh nyata kemandirian penyuluh pada kompetensi penyuluh pertanian dari dimensi kemandirian intelektual dan kemandirian sosial, yang berarti penyuluh pertanian sudah mandiri atau tidak memerlukan bantuan dari segi kemandirian intelektual dan kemandirian sosial. Hal ini mengindikasikan bahwa kemandirian intelektual penyuluh merupakan bentuk keberhasilan penyuluh dalam mengatasi permasalahan petani sesuai dengan kemampuan dan pengetahuannya sendiri. Selain itu dari segi kemandirian sosial, penyuluh pertanian mampu melakukan interaksi dengan petani, tokoh masyarakat, pemerintah dan lembaga swadaya masyarakat tanpa harus tergantung dan menunggu aksi orang lain dalam melaksanakan program penyuluhan untuk membantu meningkatkan produktivitas usahatani.

Hasil penelitian sebelumnya oleh Marliati *et al.* (2008) tentang pemberdayaan petani untuk pemenuhan kebutuhan pengembangan potensi agribisnis petani di Kabupaten Kampar Provinsi Riau, menyimpulkan bahwa tingkat pemenuhan kebutuhan pengembangan petani beragribisnis, kinerja penyuluh pertanian memberdayakan petani, karakteristik petani (pendidikan formal dan pendidikan non formal petani) secara bersama-sama berpengaruh secara nyata dan langsung pada kemandirian petani untuk melakukan usaha agribisnis.

Puspadi (2003) mengemukakan bahwa produktivitas para petani sangat ditentukan oleh kualitas interaksi antara para petani dengan sumberdaya

alam yang dikuasainya. Potensi beragribisnis para petani merupakan salah satu faktor yang menentukan wajah pertanian perkotaan di Indonesia pada masa mendatang. Kualitas interaksi tersebut merupakan manifestasi tingkat kemoderenan para petani. Kualitas interaksi antara para petani dengan sumber daya alamnya, sangat ditentukan oleh kualitas teknologi, informasi, manajemen, ketrampilan, motivasi, kepribadian petani, dan faktor demografi dalam hal ini usia petani (Puspadi, 2003).

Kualitas kepribadian petani dalam berinteraksi dengan sumber daya alam sangat ditentukan oleh kualitas penyuluhan pertanian, mengingat penyuluh pertanian sebagai pelaku utama fungsi tersebut. Sebagai konsekuensi logis dari tata pikir tersebut, maka pada hakekatnya organisasi penyuluhan pertanian merupakan organisasi pertanian masa depan. Hubungan antara petani dengan usahataniya merupakan hubungan antara manusia dan sumber daya alam. Perubahan hubungan tersebut terjadi, hanya mungkin kalau petani sendiri belajar. Pembelajaran dimediasi oleh para penyuluh pertanian. Kualitas interaksi tersebut sangat dipengaruhi oleh kualitas sumber daya manusia (SDM) penyuluh pertanian. Memfasilitasi kegiatan belajar petani dengan sumber daya alamnya merupakan salah satu kegiatan penyuluh pertanian. Fokus penyuluhan pertanian tidak hanya pada kegiatan pendidikan dan menjamin adopsi suatu inovasi, tetapi juga mengubah pandangan para petani dan mendorong inisiatifnya untuk memperbaiki usahataniya (Margono & Sugimoto, 2011; Slamet, Yustina, Sudradjat, & Bogor, 2003).

Leagans dan Loomis (1971) lebih lanjut mengutarakan proses modernisasi pertanian merupakan proses dinamis yang berubah sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Terdapat tiga jalan untuk mewujudkan pertanian modern yaitu: (1) menciptakan lingkungan makro yang memungkinkan dan mendorong petani untuk menyesuaikan pola usahatani; (2) membangun lembaga yang menyediakan teknologi dan sarana produksi yang diperlukan dalam modernisasi pertanian; dan (3) mengoptimalkan sistem penyuluhan pertanian.

KESIMPULAN

Pertanian perkotaan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan pangan Indonesia. Pertanian perkotaan dapat meningkatkan ketahanan pangan lokal dan kualitas produk pertanian. Delapan bidang

kompetensi petani dan penyuluh dibutuhkan guna menunjang potensi agribisnis di perkotaan, namun pemahaman orang-orang yang terlibat dalam pertanian tentang potensi agribisnis perkotaan masih perlu ditingkatkan. Memiliki berbagai manfaat, pertanian perkotaan baik diimplementasikan di Indonesia. Meskipun begitu, perlu beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam implementasinya, terutama kerjasama dari berbagai pihak sangat dibutuhkan untuk menjaga keberlanjutannya.

Pemerintah pusat dalam hal ini Kementerian Pertanian dan pemerintah daerah dalam membuat kebijakan yang berhubungan dengan peningkatan kompetensi penyuluh perlu diarahkan pada dimensi kemandirian emosional dan kemandirian ekonomi penyuluh pertanian. Harapannya adalah dapat meningkatkan kompetensi penyuluh pertanian untuk membantu proses pembelajaran kepada petani dalam melaksanakan usahatani di perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahua, M. I. (2010). *Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja penyuluh pertanian dan dampaknya pada perilaku petani jagung di Provinsi Gorontalo*. (Doctoral Dissertation), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bahua, M. I. (2016). Pengaruh kompetensi pada kinerja penyuluh pertanian dan dampaknya pada perilaku petani jagung di Provinsi Gorontalo. Retrieved June 6, 2016, from <https://www.researchgate.net/publication/261287995>.
- Bahua, M. I., & Limonu, M. (2013). *Model pengembangan kompetensi penyuluh pertanian di Provinsi Gorontalo*. Universitas Negeri Gorontalo.
- Game, I., & Primus, R. (2015). *Urban agriculture GSDR 2015 brief: State University of New York College of forestry and environmental science*.
- Hadi, A. P. (2010). Strategi komunikasi dalam mengantisipasi kegagalan penerapan teknologi oleh petani. Retrieved July, 20, 2016, from https://www.academia.edu/8481960/strategi_komunikasi_dalam_mengantisipasi_kegagalan_penerapan_teknologi_oleh_petani?auto=download.
- Harijati, S. (2007). *Potensi dan pengembangan kompetensi agribisnis petani berlahan sempit : kasus petani sayuran di kota dan pinggiran Jakarta dan Bandung*. (Dissertation), Institut Pertanian Bogor, Bogor. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/40865>.
- Hendrickson, M. K., & Porth, M. (2012). *Urban agriculture-best practices and possibilities report developed for the urban sustainability directors in the cities of Columbia, Kansas City and St. Louis, Missouri, through the financial assistance of the urban sustainability directors network: State University of New York College of forestry and environmental science*.
- Huda, N. (2011). *Pengembangan kompetensi personal penyuluh pertanian dalam pendidikan tinggi terbuka dan jarak jauh (PTTJJ) Universitas*

Terbuka. Paper presented at the Seminar Nasional Matematika, Sains dan Teknologi, Tangerang Selatan.

Huda, N. (2015a). Open & distance learning (ODL) and agricultural extension workers' social competence in Indonesia. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 9(1), 17-24. doi: 10.11591/edulearn.v9i1.1004.

Huda, N. (2015b). Open and distance learning for improving social competence of agricultural extension workers in Indonesia. *Journal of Education and Learning*, 9(1). doi: 10.11591/edulearn.v9i1.1004.

Indrawati, E., Harijati, S., & Pertiwi, P. R. (2011). *Pemodelan pemberdayaan kelompok tani dalam penjaminan keberlanjutan usahatani pinggiran perkotaan (kasus dinamika kelompok petani sayuran di Kabupaten Sleman Yogyakarta)*. Paper presented at the Seminar Nasional Matematika, Sains dan Teknologi, Tangerang Selatan.

Lanarc. (2003). *The Urban farming guidebook*.

Leagans, J. P., & Loomis, C. P. (1971). *Behavioral change in agriculture: concepts and strategies for influencing transition*. Ithaca, N.Y Cornell University Press.

Margono, T., & Sugimoto, S. (2011). The barriers of the Indonesian extension workers in disseminate agricultural information to farmers. *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS*, 11(2).

Marliati, Sumardjo, Asngari, P. S., Tjitropranoto, P., & Saefuddin, A. (2008). Faktor-faktor penentu peningkatan kinerja penyuluh pertanian dalam memberdayakan petani (Kasus di Kabupaten Kampar Riau). *Jurnal Penyuluhan*, 4(2), 92-99.

Mugnisjah, W. Q. (2007). Paradigma pembangunan pertanian Indonesia masa depan: Skenario, strategi, dan implikasinya. Retrieved from http://www.kecubung6.com/index.php?option=com_content&task=view&id=139&Itemid=40.

- Muliady, T. R. (2009). *Faktor-faktor yang berpengaruh pada kinerja penyuluh pertanian dan dampaknya pada perilaku petani padi di Jawa Barat*. (Doctoral Dissertation), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Murfiani dan Jahi. (2006). Kompetensi penyuluh dalam pengembangan modal agribisnis kecil di Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan*, 2(4), 8-15.
- Puspadi, K. (2003). *Kualitas SDM penyuluh pertanian dan pertanian masa depan di Indonesia*. In I. Yustina & A. Sudradjat (Eds.), *Membentuk Pola Perilaku Manusia Pembangunan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rahtama, A. P., Gumilang, V. R., & Imania, R. R. (2014). Pertanian perkotaan sebagai salah satu alternatif solusi ketahanan pangan. Retrieved from <https://ardinaputriRahtama.wordpress.com/2014/04/04/pertanian-perkotaan-sebagai-salah-satu-alternatif-solusi-ketahanan-pangan-ardina-putri-rahtama-viny-ratna-gumilang-rifa-rafika-imania/>.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Slamet, R. M., Yustina, I., Sudradjat, A., & Bogor, I. P. (2003). *Membentuk pola perilaku manusia pembangunan: didedikasikan kepada Prof. Dr. H.R. Margono Slamet*: IPB Press.
- Soemardjo. (2008). *Penyuluh pembangunan pilar pendukung kemajuan dan kemandirian masyarakat* In I. Yustina & A. Sudrajat (Eds.), *Pemberdayaan Manusia Pembangunan yang Bermartabat*. Medan: Pustaka Bangsa Press.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. (1993). *Competence at work: models for superior performance*. New York: Wiley.
- Tjitropranoto, P. (2003). *Penyuluhan pertanian: masa kini dan masa depan*. In I. Yustina & A. Sudradjat (Eds.), *Membentuk Pola Perilaku Manusia Pembangunan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Warbach, J. D., Geith, C., Sexton, A., & Kaneene, T. (2012). Eight areas of competency in decision making for sustainability in metro food systems. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 8, 145-157.

Penerapan Ilmu Matematika dalam Perlindungan Kehidupan Terhadap Risiko

Pramono Sidi

PENDAHULUAN

Indonesia terletak di wilayah Asia Tenggara yang tergabung dalam kelompok Negara ASEAN, terdiri atas sekitar 13.000 (tiga belas ribu pulau) dengan populasi penduduk sekitar 250 juta jiwa, dengan berbagai macam budaya dan agama. Keadaan lingkungan ekonomi di dalam negeri diantaranya perbankan dan sektor riil, seperti pasar modal, industri-industri asuransi dan dana pensiun dibawah supervisi dari Kementerian Keuangan, yang terbuka untuk para pelaku internasional.

Masyarakat perkotaan sering disebut *urban community* berbeda dibandingkan dengan masyarakat di pedesaan, terutama pada sifat dan ciri-ciri kehidupannya. Ciri yang menonjol pada masyarakat perkotaan, diantaranya orang kota pada umumnya dapat mengurus dirinya sendiri tanpa harus bergantung pada orang lain, baik manusia perorangan atau individu, perubahan-perubahan sosial tampak dengan nyata di perkotaan, sebab perkotaan biasanya terbuka dalam menerima pengaruh dari luar, membagi waktu yang lebih teliti dan sangat penting, untuk dapat mengejar kebutuhan individu, mempunyai kesempatan berinteraksi lebih banyak berdasarkan pada faktor kepentingan dari pada faktor pribadi, lebih membutuhkan adanya keamanan dan kenyamanan dalam kehidupan mereka sebagai konsekuensi kesibukan keseharian mereka.

Pertumbuhan ekonomi, pendidikan yang lebih tinggi, pemikiran lebih maju, lingkungan semakin kompleks menyebabkan perkembangan pola atau gaya hidup masyarakat perkotaan di Indonesia saat ini sudah mulai berubah, yaitu menuju ke kesadaran bahwa hidup manusia selalu mengandung risiko. Besar kecilnya risiko tergantung dari perilaku masyarakat itu sendiri. Salah satu yang terlihat signifikan adalah kesadaran masyarakat tentang bagaimana mereka meminimalkan risiko yang mereka anggap penting agar dapat menjalani kehidupan yang lebih baik. Menjawab akan kebutuhan ini, Kementerian Keuangan, mulai membuka perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam pertanggungn terhadap risiko dan lembaga-lembaga

pendidikan seperti universitas, akademi, sekolah tinggi, menawarkan program studi yang terkait dengan kebutuhan tersebut.

Saat ini, Indonesia mempunyai sekitar 100 perusahaan asuransi jiwa yang hanya bisa melayani sekitar 10% dari populasi penduduk, sedangkan untuk perusahaan asuransi umum/kerugian mempunyai sekitar 200 perusahaan dalam pasar asuransi domestik. Disinilah peran penerapan ilmu matematika sangat diperlukan, baik di negara maju maupun negara berkembang saat ini dalam ilmu aktuaria, yang mempelajari pertanggung-jaminan terhadap risiko, dan orang yang mempunyai profesi menjalankannya disebut dengan aktuaris.

Para aktuaris tersebut sebagian besar bekerja pada perusahaan asuransi, perusahaan-perusahaan konsultan yang melayani dana pensiun dan manfaat pegawai, perusahaan re-asuransi, Kementerian Keuangan, maupun sebagai dosen (sebagai pekerjaan tambahan). Kebutuhan akan tenaga aktuaris diharapkan akan meningkat diwaktu yang akan datang, khususnya dalam industri asuransi kerugian, perusahaan-perusahaan konsultan yang melayani dana pensiun dan manfaat pegawai, serta lapangan pekerjaan yang melayani jaminan sosial. Para aktuaris, dalam hal ini aktuaris asuransi jiwa di Indonesia bernaung dalam suatu wadah organisasi profesi yang bernama Persatuan Aktuaris Indonesia (PAI).

Kembali pada profesi aktuaris, berikut akan dijelaskan dengan singkat tentang sejarahnya dan dasar-dasar teori dari ilmu yang mendasari kerja tenaga profesi tersebut (Djojosingito, 2006).

SEJARAH DAN DASAR TEORI DALAM ILMU AKTUARIA

Ilmu Aktuaria adalah ilmu yang mengaplikasikan metode matematika dan ilmu statistika untuk menaksir risiko dalam industri asuransi dan keuangan.

Aktuaris adalah seorang ahli yang dapat mengaplikasikan ilmu keuangan dan teori statistik untuk menyelesaikan persoalan-persoalan bisnis aktual atau bahasa yang mudah untuk memahami fungsi Aktuaria adalah seseorang yang ahli dibidang matematika yang berhubungan dengan asuransi. Persoalan-persoalan dimaksud adalah persoalan yang umumnya menyangkut analisis kejadian masa depan yang berdampak pada segi finansial, khususnya yang berhubungan dengan besar pembayaran pada masa depan dan kapan pembayaran dilakukan pada waktu yang tidak pasti.

Oleh sebab itu untuk mengukur risiko yang terkait dengan finansial, seorang Aktuaris membutuhkan yang namanya alat pengukur risiko yang biasa digunakan oleh para perusahaan asuransi diantaranya adalah *Tabel Anuitas, Tabel Mortalitas, Tabel Morbiditas, dan Statistika lainnya*.

Profesi bidang Aktuaria berdiri tahun 1889 di Amerika Utara dikenal sebagai Masyarakat Aktuaria Amerika (*Actuarial Society of America*), tapi baru dikenal banyak orang, sekitar seratus tahun kemudian. Masyarakat profesi ini tumbuh dari Inggris yang telah mempunyai Institut Aktuaria di London yang didirikan tahun 1848, serta Fakultas Aktuaria di Edinburgh yang didirikan tahun 1856.

Berbagai macam organisasi profesi aktuaria bermunculan di Amerika, tetapi akhirnya mereka bergabung menjadi satu organisasi yang besar yang disebut Masyarakat Aktuaris (*Society of Actuaries* disingkat SOA). Selain itu ada organisasi lainnya yang menamakan dirinya Masyarakat Aktuaris Pensiun Amerika (*America Society of Pension Actuaries*). Sejalan dengan semakin rumitnya pekerjaan Aktuaris maka ilmu aktuaria pun seperti ilmu-ilmu yang lain, menjadi lebih terspesialisasi. Oleh karena itu, konsep-konsep dasar ilmu aktuaria seharusnya dipahami benar-benar agar dapat mengantisipasi masalah yang dihadapi oleh para profesional aktuaria.

Peran aktuaris disini sangatlah unik, mereka harus mengerti tentang sistem keamanan finansial secara umum, sebagai disainer, penterjemah, penyeleksi masalah, estimator risiko, inovator dan teknisi dari perubahan sistem keamanan finansial secara kontinyu. Diantara para ahli, antara lain ahli ekonomi, akuntan, hukum, sosiologi, politik, administrasi, pembuat peraturan, pemasaran, keahlian aktuaris harus berkaitan dengan kemampuan lain jika sistem keamanan finansial dilaksanakan agar akibat-akibat finansial dan risiko ekonomi berhasil diminimalkan. Sebagian besar sistem asuransi adalah sistem keamanan finansial tetapi tidak semua sistem keamanan finansial adalah asuransi (misal yang lainnya adalah program rencana pensiun, sistem kesejahteraan sosial dan lain-lain).

Gelar aktuaris di Indonesia atau *Fellow Society of Actuaries of Indonesia* (FSAI) diberikan oleh Persatuan Aktuaris Indonesia (PAI) setelah seorang individu menempuh 10 mata ujian yang diujikan. Pada umumnya aktuaris di Indonesia memiliki latar belakang pendidikan dari FMIPA Matematika maupun Statistika.

Beberapa konsep dasar ilmu aktuaria antara lain Risiko Ekonomi, Variabel Random, Nilai uang berdasarkan waktu (*Time Value of Money*),

Model Asuransi Individu, Model Asuransi Kelompok, Klasifikasi, Seleksi dan Anti Seleksi serta Asumsi Konservatisme dan *Adjustment*, dalam tulisan ini hanya akan menyajikan sampai dengan Model Asuransi Kelompok/kumpulan.

Industri asuransi merupakan potensi sumber daya dan sumber dana dalam negeri yang belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini berbeda jika dibandingkan manufaktur dan perkembangan industri perbankan yang berjalan cukup pesat. Padahal industri asuransi dengan segala aspek dan bentuknya sangat luas pengaruhnya terhadap aktivitas perekonomian pada umumnya. Karena selain sebagai penghimpun sekaligus pengerah dana masyarakat melalui akumulasi premi yang diinvestasikan pada pelbagai aktivitas ekonomi guna menunjang pembangunan dan merupakan lembaga yang memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat juga merupakan objek bagi pemasukan keuangan Negara.

Risiko Ekonomi

Ada dua sisi yang berbeda dalam mengartikan risiko, disatu sisi bisa berarti kerugian dan disisi lain berarti ketidakpastian. Pencurian, penggelapan dan keputusan pengadilan yang bersifat merugikan sehingga menyebabkan kerugian kekayaan yang merupakan bentuk langsung dari kerugian ekonomi. Sedangkan kematian, cacat, pemecatan dan pengangguran merupakan bentuk-bentuk kerugian pendapatan. Konsep risiko dalam pasar uang secara esensial sama dengan risiko *downside* (alokasi asset portofolio yang berkaitan dengan probabilitas penurunan harga asset. Hubungan demikian disebut risiko *downside* atau dalam saham atau *bond*, sedang risiko dalam arti ketidakpastian adalah pertaruhan mengambil kesempatan meskipun nampaknya tidak ada peluang keuntungan dan harus mencari suatu kepuasan mengganti kerugian akibat peluang ekonomi negatif. Portofolio sendiri adalah kumpulan bentuk investasi terpadu yang bertujuan untuk mendapatkan keuntungan investasi. Tujuan utama portofolio investasi adalah mendapatkan tingkat pengembalian yang tinggi dengan tingkat risiko yang kecil untuk memenuhi kewajiban baik kepada pemegang polis maupun untuk pertumbuhan perusahaan.

Untuk memperkecil peluang adanya risiko ekonomi perlu adanya suatu cara penanggulangan yang kemudian disebut sebagai *sistem keamanan*

finansial. Sistem keamanan finansial adalah setiap sistem ekonomi yang dibentuk terutama untuk mentransfer risiko ekonomi secara individu ke kelompok atau dari satu kelompok individu ke kelompok lain. Sistem keamanan finansial dapat diklasifikasikan dalam bentuk meminimalkan kerugian ekonomi dan sebagai mekanisme transfer (Donald *et al.*, 1986).

Variabel Random

Studi tentang variabel random yang dikenal sebagai probabilitas dan statistika bermanfaat bagi manusia dalam hubungannya dengan ketidakpastian dan memberikan banyak pemikiran terhadap berbagai sistem keamanan finansial, dengan tujuan mengurangi ketergantungan manusia terhadap ketidakpastian. Konsep distribusi probabilitas membawa kita langsung pada konsep rata-rata (mean atau mean aritmatika). Mean atau nilai ekspektasi variabel random adalah informasi penting yang memberikan kontribusi terhadap ukuran tengah distribusi probabilitas. Selain itu variasi distribusi probabilitas yang merupakan momen kedua dari distribusi sekitar mean juga sangat penting di mana variansi memberikan suatu indikasi bagaimana variabel tersebar secara luas.

Beberapa jenis variabel random yang sering terkait dengan ilmu aktuaria adalah

Pertama, Variabel random *waktu pengakhiran (time until termination)*, variabel random ini berhubungan dengan sisa usia hidup manusia, panjang periode keadaan cacat atau panjang periode pekerjaan atau waktu antara terjadinya suatu klaim dengan penyelesaian akhir.

Kelompok variabel random jenis ini dimana panjang variabel waktu dapat dipelajari melalui transformasi ke variable lain q , di mana q adalah probabilitas bahwa status akan berakhir dalam periode waktu tertentu. Secara umum, q dikatakan tidak konstan, tergantung pada beberapa variabel waktu terkait (seperti usia atau lamanya hidup). Komplemen dari q , adalah $1 - q$, biasa disebut sebagai p , merupakan probabilitas bahwa status akan bertahan sampai akhir periode waktu. Dalam ilmu aktuaria biasanya dinotasikan sebagai ${}_t p_x$ = peluang seseorang yang berusia (x) akan bertahan hidup sampai usia ($x+t$), sedangkan ${}_t q_x$ = peluang seseorang yang berusia (x) akan meninggal sampai usia ($x+t$) (Elandt *et al.*, 2008).

Sebuah model matematika T_x , yang menyatakan panjang usia kehidupan manusia yang bervariasi setelah mencapai usia x , banyak digunakan oleh aktuaris yang bekerja di bidang asuransi jiwa, program untuk orang cacat, atau program pensiun (ada yang disebut dengan *dana pensiun*). Model ini sering disebut sebagai "*Tabel Mortalita*," atau disebut sebagai "tabel kehidupan".

Salah satu tujuan dari asuransi jiwa adalah menanggung kerugian dalam hal keuangan akibat terjadinya peristiwa kematian. Suatu hal yang sangat sukar untuk mengetahui kapankah seseorang akan meninggal dalam suatu jangka waktu tertentu. Namun kita dapat melihat dari suatu kelompok orang-orang dalam jumlah besar yang dalam jangka waktu tertentu dapat diamati banyaknya jumlah orang meninggal. Berdasarkan pengamatan tersebut dapat diperkirakan kerugian yang dialami oleh kelompok tersebut. Alat yang tepat dan mudah digunakan untuk memperhitungkan kemungkinan mati dan hidupnya seseorang dalam jangka waktu tertentu adalah suatu daftar yang memuat kehidupan dan kematian kelompok orang-orang tersebut, yang kemudian daftar ini dinamakan.

Tabel Mortalita

Biasanya tabel menampilkan bentuk l_{x+t} , yaitu banyaknya orang hidup pada usia x yang diasumsikan masih hidup sampai usia $x+t$, dengan t mengambil semua nilai integral dari 1 sampai saat usia tua di mana banyaknya yang hidup diasumsikan 0. Pengurangan l_{x+t} dengan l_{x+t-1} menunjukkan asumsi banyaknya orang yang mati antara usia $x+t-1$ sampai $x+t$, dan inilah satu bentuk distribusi probabilitas T_x .

Serupa dengan model di atas, tetapi agak lebih rumit, yaitu model yang biasa digunakan oleh aktuaris dana pensiun berkaitan dengan dengan program pensiun yang disponsori oleh karyawan. Disini variabel bunganya adalah sisa masa kerja karyawan yang bekerja selama t tahun yang sudah dijalani pada saat usia x sampai saat sekarang usianya $x+t$ (Batten, 1978).

Kedua, Variabel random banyaknya klaim, khususnya yang berhubungan dengan banyaknya klaim yang terjadi didalam periode waktu yang ditentukan dari suatu blok asuransi yang ditetapkan. Klaim merupakan pengajuan hak yang dilakukan oleh tertanggung kepada penanggung untuk mendapatkan haknya berupa pertanggungan atas kerugian berdasarkan perjanjian atau akad yang telah dibuat, sedangkan Premi merupakan

pembayaran sejumlah uang yang dilakukan pihak tertanggung kepada penanggung untuk mengganti suatu kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan akibat timbulnya perjanjian atas pemindahan risiko dari tertanggung kepada penanggung.

Banyaknya klaim yang diajukan oleh pemegang polis merepresentasikan risiko yang sebenarnya dari pemegang polis. Oleh karena banyaknya polis dimana klaim bisa meningkat dan jarang terjadi konstan, sehingga variabel random lebih baik dinyatakan sebagai tingkat frekuensi yang didefinisikan sebagai banyaknya klaim per unit atau perubahan dari satu periode waktu ke periode waktu yang lain atau sebagai laju sesaat atau kontinyu, dan dalam analisis matematika menggunakan kalkulus. Variabel random ini juga mengenal peluang adanya klaim ganda (*multiple*) dari tertanggung tunggal dalam periode eksposur seperti misalnya dalam asuransi kesehatan, dimana seorang tertanggung dapat berpeluang melakukan klaim biaya perawatan dokter, biaya obat, maupun biaya rawat inap.

Prediksi banyaknya klaim pada periode baru dapat diperoleh berdasarkan informasi banyak klaim masa lalu, sehingga perlu dilakukan observasi berulang untuk mengetahui pola perubahan banyak klaim dari waktu ke waktu. Setiap pemegang polis diobservasi untuk beberapa periode, kemudian pada setiap periode tersebut dicatat banyaknya klaim yang dilaporkan, serta informasi terkait karakteristik pemegang polis, seperti gender pengguna, usia kendaraan, tipe kendaraan, dan jenis pertanggungan. Beberapa perusahaan asuransi menggunakan informasi tersebut sebagai rating faktor untuk penggolongan risiko. Tujuan dari penggolongan risiko dalam suatu asuransi adalah untuk menaksir penggolongan secara adil, yaitu jika risiko yang diasuransikan tinggi harus digolongkan ke dalam kelas-kelas risiko yang lebih tinggi dan sebaliknya. Sehingga besar premi yang dikenakan pada pemegang polis sesuai dengan kelas risikonya.

Ketiga, Variabel random jumlah klaim. Variabel jumlah klaim sering dinyatakan sebagai intensitas atau *severity*. Untuk beberapa jenis asuransi, distribusi jumlah klaim tidak simetris, dan secara karakteristik bentuk distribusinya mempunyai ekor (*tail*) yang kuat dan sangat *skewness*. Studi tentang karakteristik variabel jumlah klaim sangat penting dalam pertanggungjawaban aktuarial dan sering digunakan oleh aktuaris asuransi kerugian dan kesehatan. Jumlah klaim-klaim yang diajukan pemegang polis selama periode pertanggungan harus mampu ditutup dengan besar premi

yang dibayarkan oleh pemegang polis. Oleh karena itu, diperlukan prediksi banyaknya klaim yang akurat dalam perhitungan premi, agar diperoleh premi yang optimal bagi finansial perusahaan dan adil bagi pemegang polis.

Keempat, Variabel random klaim total. Jika distribusi jumlah klaim saling bebas, berdistribusi seragam dan tidak tergantung pada banyaknya klaim, maka nilai ekspektasi klaim total adalah nilai ekspektasi banyaknya klaim dikalikan dengan nilai ekspektasi jumlah klaim. Distribusi klaim total penting sebagai dasar dalam teori risiko, teori kebangkrutan dan reasuransi *stop-loss*.

Studi tentang distribusi klaim total dari paparan yang diberikan, telah menjadi salah satu spesialisasi bidang aktuaria yang lebih kompleks. Setidaknya dua model matematik telah dikembangkan, salah satunya adalah model risiko individu, dan lainnya adalah model kolektif. Penyelesaian melalui simulasi kedua model sangat bergantung pada bantuan komputer berkecepatan tinggi untuk mendapatkan hasil yang sangat praktis dibantu dengan pendekatan teori risiko agregat (Hogg *et al.*, 2004).

Kelima, Variabel random tingkat bunga. Tingkat bunga berbeda-beda baik dari waktu ke waktu, karena tingkat keamanan risiko maupun karena batas waktu pinjaman yang berbeda-beda.

Banyak perhitungan aktuaria yang deterministik didasarkan pada nilai ekspektasi dan mengestimasi mean dan distribusi probabilitas, merupakan fungsi penting yang digunakan oleh para aktuaris dengan menggunakan data yang terbaik. Studi mortalitas untuk memperoleh hasil yang memuaskan membutuhkan jumlah kelompok data yang besar yang biasanya diperoleh dari catatan perusahaan asuransi jiwa atau dari catatan kematian di pemerintahan yang dikombinasikan dengan sensus secara periodik.

Secara histori para aktuaris telah menggunakan model-model deterministik dalam menangani *time value of money*, namun bukan berarti mereka tidak memperhatikan variasi tingkat bunga, tetapi karena kurangnya pengetahuan mereka tentang kompleksitasnya variasi tingkat bunga. Para aktuaris dari Amerika Utara mungkin kurang mengakomodasi terhadap perkembangan pengetahuan ini dibandingkan dengan para aktuaris Eropa, atau dibandingkan dengan para peneliti bidang ekonomi dan keuangan. Dengan perkembangan teknologi komputer, maka dapat dibuat dengan mudah berbagai pemodelan mengenai variasi tingkat bunga. Kemunculan teknologi tersebut langsung mengakibatkan pengetahuan dan minat terhadap ilmu aktuaria diharapkan berkembang dengan pesat.

Nilai Ekspektasi

Nilai harapan dari setiap variabel random adalah momen pertama dari mean. Secara ideal aktuaris bekerja dengan sampel besar, dan cukup meyakini bahwa mean sampelnya sudah merupakan estimasi yang baik dari mean seluruh populasi tetapi dalam prakteknya, keadaannya sering kali berbeda.

Secara historis, para aktuaris yang terdahulu telah menggunakan nilai-nilai ekspektasi terbaik yang pada umumnya banyak digunakan dalam perhitungan aktuarial, namun mereka lebih banyak menggunakan pola deterministik daripada stokastik. Fungsi yang sangat penting dari kinerja para aktuaris adalah mengestimasi berbagai distribusi probabilitas, dengan menggunakan data terbaik yang tersedia. (Buku-buku teks yang baru tentang ilmu aktuarial lebih menekankan variansi dari fungsi-fungsi berdasarkan *tabel mortalita*). Dimana probabilitas distribusi tidak simetris, momen kedua (variansi) dan momen ketiga (*skewness*) yang besar harus dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan bisnis karena kemungkinan hasilnya berbeda nyata dari yang diharapkan. Para aktuaris khususnya dibidang asuransi kerugian dan kesehatan, harus dihadapkan dengan distribusi yang sulit (Ross, 1998).

ILMU AKTUARIA DALAM KAITANNYA DENGAN KEMATIAN MANUSIA

Aktuaris asuransi jiwa dan program pensiun selalu memiliki minat khusus dalam pengembangan dan pembangunan tabel Mortalita/kematian. Tabel mortalita pada awalnya telah diperkenalkan oleh Edmund Halley, yaitu seorang ahli matematika yang lebih dikenal sebagai seorang astronom, dimana pada 1693 telah menerbitkan apa yang kemudian dikenal sebagai *Breslau Table*, dimana *Breslau Table* berdasarkan pada catatan kelahiran dan kematian di suatu kota Breslau di Eropa yang kemudian digunakan sebagai nama tabel itu. Di antara banyak tabel yang telah dirancang, satu yang terbesar pertama yang dibuat berdasarkan data asuransi di Amerika Utara yaitu *Experience American Table*, yang diterbitkan pada tahun 1868.

Studi tentang mortalitas (kematian) yang ingin menghasilkan hasil memuaskan akan membutuhkan pengumpulan sejumlah besar data, biasanya data diperoleh dari catatan perusahaan-perusahaan asuransi jiwa, atau dari data kematian penduduk dari pemerintah dikombinasikan dengan

sensus secara periodik. Metode dimana data kematian dapat dikompilasi adalah salah satu mata pelajaran yang dipelajari oleh para aktuaris asuransi jiwa. Metode lain adalah menggunakan data mentah, kemudian diperhalus seperti yang diinginkan untuk menjadi produk akhir, sementara karakteristik dasar pengamatan masih tetap digunakan.

Para Aktuaris asuransi jiwa juga telah tertarik dalam mencari formula matematika untuk menyatakan laju kematian. Yang pertama mengawali pekerjaan ini dilakukan oleh de Moivre pada 1729, kemudian dilanjutkan oleh Gompertz pada tahun 1825, dan 35 tahun kemudian disempurnakan oleh Makeham, dimana akhirnya formula Makeham-lah yang paling banyak digunakan. Penggunaan formula Makeham tersebut hanya mencakup pada aset dengan tingkat suku bunga pengembalian dan tingkat suku bunga valuasi yang konstan. Formula yang lebih umum dari formula Makeham sangat dibutuhkan agar dapat diterapkan untuk kasus investasi berupa pinjaman perusahaan dengan tingkat suku bunga pengembalian dan tingkat suku bunga valuasi berfluktuasi secara periodik dan fluktuasi tersebut akan berpengaruh kuat terhadap nilai sekarang dari komponen bunga, dan pada akhirnya juga akan berpengaruh kuat terhadap nilai sekarang dari aliran arus kas dan nilai sekarang bersih (*Net Present Value*). Selanjutnya tingkat suku bunga kupon obligasi dapat digantikan dengan tingkat suku bunga pengembalian pinjaman dan selisih antara pelunasan dan nilai sekarang dari pelunasan obligasi digantikan dengan selisih antara jumlah yang dipinjamkan dan nilai sekarang dari pembayaran pokok (Kellison, 2009). Dengan menggeneralisasikan formula Makeham, maka hubungan yang penting antara nilai aset, keseluruhan bunga dan profitabilitas ekonomi berlaku untuk investasi berupa pinjaman, sehingga dapat ditentukan seberapa besar profitabilitas ekonomi dari investasi berupa pinjaman perusahaan dan pada akhirnya seorang manajer keuangan dari suatu perusahaan yang mempunyai kelebihan dana dan akan menginvestasikan dana tersebut dalam bentuk pinjaman kepada perusahaan lain yang sedang membutuhkan kucuran dana dapat mengambil keputusan yang benar dalam memilih investasi yang akan memberikan keuntungan optimal bagi perusahaannya dari berbagai macam alternatif investasi berupa pinjaman yang ditawarkan (Trowbridge, 2000).

Konsep Kredibilitas

Ketidakpastian beserta risikonya merupakan sesuatu yang tidak dapat diabaikan dan harus ditanggulangi, artinya kita berusaha untuk meminimumkan ketidakpastian agar kerugian yang ditimbulkan dapat dihilangkan atau paling tidak diminimumkan. Salah satu cara untuk menanggulangi risiko melalui pembiayaan adalah dengan mengasuransikan suatu risiko kepada perusahaan asuransi. Asuransi artinya transaksi pertanggungan yang melibatkan dua pihak, yaitu tertanggung (*insured*) dan penanggung (*insurer*). Penanggung menjamin pihak tertanggung, bahwa ia akan mendapatkan penggantian terhadap suatu kerugian yang mungkin akan diderita, sebagai akibat dari suatu peristiwa yang semula belum tentu akan terjadi atau yang semula belum dapat ditentukan saat atau kapan terjadi. Sebagai kontra prestasi, tertanggung diwajibkan membayar sejumlah uang kepada penanggung sebesar sekian persen dari nilai pertanggungan yang biasa disebut premi. Pekerjaan menghitung premi pada asuransi adalah merupakan fungsi yang sangat penting. Dalam perusahaan asuransi ada bagian tersendiri untuk menghitung premi, yaitu bagian aktuaria.

Aktuaris menggunakan pengamatan-pengamatan dari kejadian yang terjadi di masa lampau untuk memprediksi biaya-biaya di masa depan. Teori kredibilitas adalah proses pembuatan tarif premi oleh aktuaris untuk melakukan penyesuaian di masa depan menurut pengalaman masa lampau. Permasalahan yang muncul dalam praktek asuransi adalah menggunakan pengalaman untuk menentukan premi di masa yang akan datang, dengan menghitung bukan hanya pengalaman individual saja tetapi juga pengalaman kolektif. Hal ini menimbulkan dua kemungkinan besar, yaitu membebani premi yang sama kepada setiap orang, yang diduga dengan rata-rata keseluruhan data.

Kredibilitas adalah contoh dari suatu estimasi statistik yang dihasilkan melalui penggunaan rumus-rumus statistik atau model-model statistik yang didasarkan pada pendekatan statistik atau paradigma statistik. Ada dua paradigma statistik yaitu paradigma klasik dan paradigma Bayesian. Dalam paradigma klasik, peluang suatu kejadian didasarkan pada frekuensi relatif yaitu semua informasi prior dan/atau informasi kolateral diabaikan. Beberapa cara penting yang merupakan kunci untuk mengkonstruksi paradigma klasik adalah Lemma Neyman - Pearson, uji hipotesis statistik, interval kepercayaan dan estimasi tak bias.

Sedang dalam paradigma Bayesian peluang suatu kejadian diperlakukan sebagai suatu ukuran kepercayaan yang rasional. Disini paradigma Bayesian didasarkan pada peluang-peluang subyektif dan melibatkan penggunaan teorema Bayes, dimana informasi prior dan/atau kolateral digabung secara eksplisit kedalam model melalui distribusi prior atau likelihood. Beberapa kunci untuk mengkonstruksi paradigma Bayesian adalah teorema Bayes itu sendiri, peluang bersyarat, distribusi prior, distribusi prediktif dan distribusi posterior.

Model kredibilitas didesain untuk mengatasi heterogenitas dan memberikan estimasi yang baik untuk premi risiko individu yaitu memberikan karakterisasi heterogenitas dengan memperkenalkan parameter risiko θ . Sehingga untuk suatu kontrak individu kita menganggap distribusi besarnya klaim X bergantung pada nilai parameter risiko θ . Variansi risiko terkomposisi dari variansi mean bersyarat $E[X | \theta]$ (diantara variansi) dan nilai ekspektasi $Var(X | \theta)$ (dalam variansi).

Teori kredibilitas adalah suatu teknik menilai perilaku klaim guna menetapkan premi asuransi terhadap kontrak-kontrak portofolio yang lebih bersifat heterogen. Disini teori kredibilitas diperlukan untuk mengatur premi asuransi dan meningkatkan keakurasiannya.

Beberapa pendekatan dalam teori kredibilitas, antara lain telah disepakati adanya suatu estimator C yang dihitung melalui hubungan

$$C = ZR + (1-Z)H$$

dimana R adalah rata-rata observasi terakhir, H adalah rata-rata prior dan Z adalah faktor kredibilitas dimana $0 \leq Z \leq 1$. Formulasi yang memasukkan konsep data prior merupakan paradigma Bayesian.

Terdapat tiga pendekatan besar dalam kredibilitas yaitu fluktuasi terbatas (*limited fluctuation*), akurasi tertinggi (*greatest accuracy*) dan Bayesian. Dua pendekatan pertama termasuk paradigma klasik, karena tak ada satupun dari dua pendekatan tersebut yang membutuhkan informasi prior untuk menghitung faktor kredibilitas Z atau estimasi C (Herzog, 1999).

Nilai Waktu dari Uang (*Time Value of Money*)

Disini tidak akan dijelaskan secara komprehensif dengan berbagai teori tingkat bunga, tetapi hanya akan menguraikan dua bagian teori yang paling banyak digunakan. Yang pertama disebut sebagai *pemilihan waktu*; yang kedua sebagai *produktivitas modal*.

Pertama *pemilihan waktu*. Dalam ukuran besar, *Waktu yang bernilai uang* muncul dari pilihan alami manusia untuk sesuatu yang dipunyai sampai pada masa yang akan datang, misalnya uang. Banyak orang yang melihat pendapatan mereka saat ini tidak cukup meningkat, atau pengeluaran mereka berlebihan sehingga, merupakan alasan yang tepat untuk membawa pendapatan masa depan bisa diperoleh di masa sekarang, yang diharapkan melalui kredit konsumen atau pinjaman lainnya.

Kedua, *produktivitas modal*. Preferensi yang kuat terhadap uang ini mungkin cukup dalam diri individu untuk menjelaskan mengapa terjadi kredit konsumen, misalnya alasan mengapa individu meminjam untuk membiayai rumah atau untuk membeli mobil. Usaha besar atau kecil membutuhkan barang modal meskipun mereka dalam keadaan serba kecukupan. Seorang pedagang kecil tidak bisa menjual barang dagangan tidak ia miliki. Seorang petani harus menanam dan membudidayakan tanaman sebelum ia bisa membawanya ke pasar. Pedagang kecil perlu tempat bisnis dan persediaan, dan petani perlu benih, pupuk, dan mesin, yang kesemuanya merupakan barang modal yang dikombinasikan dengan tenaga kerja, sehingga menghasilkan pendapatan usaha.

Penjelasan produktivitas modal, meskipun agak berbeda dengan *Nilai Waktu dari Uang*, namun tidak berarti teorinya berlawanan dengan teori preferensi waktu. Kedua alasan tersebut saling meningkatkan dan memperkuat satu sama lain. Dengan pertimbangan produktivitas modal, *Nilai Waktu dari Uang* mempunyai makna lebih umum (untuk kepentingan yang lebih besar) daripada untuk kepentingan individu. *Nilai Waktu dari Uang* sering diukur dengan pendapatan dimana modal dapat menghasilkan, termasuk keuntungan bisnis, dividen pada saham biasa, dan bentuk lain dari pendapatan investasi tidak langsung yang berhubungan dengan hutang. Lebih umum lagi, bahkan uang yang menganggur memiliki nilai waktu (*time value*), dalam hal ini terkait dengan *biaya kesempatan*, *biaya pemegang/pengelolaan* uang menganggur.

Aspek ketiga dari *Nilai Waktu dari Uang* sebagai perluasan dari kedua aspek diatas, adalah aspek hari depan yang tak menentu. Pemilihan waktu dipengaruhi oleh ketidakmampuan untuk melihat masa depan dengan jelas.

Manusia cenderung enggan berisiko, dan takut apa yang tidak bisa mereka prediksi. Mereka secara rasional cenderung untuk dapat menghabiskan dengan pengeluaran yang mudah sambil membayangkan cara di mana uang dapat kehilangan nilainya. Mereka cenderung menyimpan uang kemungkinan khawatir tentang keamanan terhadap dana yang mereka investasikan, atau menunda daya beli untuk masa depan.

Apakah ketidakpastian masa depan adalah alasan ketiga untuk *Nilai Waktu dari Uang*, atau dipandang lebih baik sebagai pengaruh yang mengakibatkan ukuran atau besarnya nilai uang saat ini, namun kemungkinan juga merupakan alasan yang tidak penting.

Tingkat suku bunga. Hal ini bisa menjadi penjelasan tentang bagaimana suku bunga positif itu ada, mengapa dan bagaimana suku bunga bervariasi dari waktu ke waktu dan dari satu tempat dan tempat lainnya. Untuk menganalisis perilaku suku bunga, diperlukan perhitungan dengan pertimbangan moneter.

Suku bunga mencerminkan lamanya waktu uang yang dipinjamkan, peminjaman kredit, legalitas dan kekakuan pasar tertentu. Biasanya ada spread antara individu bisa menabung dengan individu yang harus membayar ketika meminjam, sehingga seorang individu mungkin memiliki "nilai waktu" berbeda, tergantung pada apakah individu tersebut sebagai peminjam atau pemberi pinjaman.

Hubungan Aktuaris dengan Nilai Waktu dari Uang

Keunikan bahwa setiap profesi aktuaris boleh menentukan klaim dengan tidak berdasarkan pada *Nilai Waktu dari Uang*. Meski begitu, minat aktuaris dalam *Nilai Waktu dari Uang* lebih intens, dan pemahamannya lebih mendalam, dari pada profesi lain yang biasanya menjalankan bisnis biasa. Ada dua alasan mengenai hubungan khusus antar aktuaris dengan konsep *Waktu yang bernilai uang* yang diminatinya.

Pertama, aktuaris berasal dari latar belakang matematika. Persyaratan menjadi profesi aktuaris harus mengikuti pelatihan profesional untuk menjadikan aktuaris terampil dalam praktek matematika keuangan. Banyak tabel yang dibentuk agar aktuaris mudah dalam menjalankan praktek pekerjaannya.

Kedua, dan lebih penting, sistem keuangan yang dipelajari di bidang studi dari profesi aktuaris cenderung menjadikannya profesi yang berbeda, dimana konsep *Nilai Waktu dari Uang* membuat perbedaan yang nyata

antara profesi aktuaris dengan profesi lainnya dalam bidang keuangan, misalnya akuntan. Aktuaris bekerja sebelum hasil suatu produk keuangan diluncurkan, sedang akuntan bekerja mengaudit bagaimana hasil implementasi produk-produk keuangan dilapangan.

Profesi aktuaris membuat penggunaan konsep "nilai sekarang," menjadi sangat luas di mana arus uang "didiskonto" - yaitu, dinilai dalam kerangka waktu sekarang dengan memperhatikan secara eksplisit *Nilai Waktu dari Uang*. Oleh sebab itu, rumus dasar untuk nilai sekarang dari dana sebesar 1 selama t tahun adalah $(1+i)^{-t}$, di mana i adalah suku bunga efektif tahunan. Nilai sekarang sering melibatkan diskonto untuk faktor-faktor lain tapi diakui bahwa *Nilai Waktu dari Uang*, adalah salah satu alat paling penting yang digunakan para aktuaris. Yang penting adalah bahwa konsep nilai sekarang telah teruji sesuai berjalannya waktu, antara lain terus menjadi salah satu ide yang paling dasar yang digunakan aktuaris.

Aktuaris yang kurang berpengalaman mungkin cenderung hanya mengambil asumsi tentang *Nilai Waktu dari Uang* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dan kurang memperhatikan terhadap kelayakan asumsi suku bunga. Aktuaris harus belajar membedakan antara bunga kotor dan bersih, sebelum pajak dan setelah pajak, suku bunga nominal, efektif, dan "riil", serta tingkat pengembalian internal. Aktuaris memperoleh pengetahuan tentang kurva yield, yaitu hubungan antara suku bunga untuk periode waktu yang berbeda. Aktuaris harus sadar bahwa setiap suku bunga yang spesifik memiliki komponen dasar untuk pemilihan waktu, dan komponen tambahan pada peluang kegagalan dan ekspektasi inflasi. Dia harus faham bahwa perubahan suku bunga dapat mempengaruhi aktiva dan perbedaan kewajiban perusahaan.

Jadi konsep *Nilai Waktu dari Uang* sangat penting dalam ilmu aktuaria. Para aktuaris menggunakan konsep ini bersama-sama dengan konsep variabel random/probabilitas dalam perhitungan nilai sekarang aktuaria (*Actuarial Present Value*) (McCutcheon *et al.*, 1996).

Salah satu penerapan ilmu aktuaria yang sering kita lihat di masyarakat adalah bidang asuransi. Ada dua model asuransi yang kita kenal yaitu model asuransi individu dan model asuransi kumpulan. Pada era milenium, perkembangan kesadaran masyarakat perkotaan terhadap kebutuhan keikutsertaan dalam program penjaminan risiko atau asuransi mulai meningkat.

Asuransi dalam Undang-Undang No. 2 Th 1992 tentang usaha perasuransian adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih, dengan mana pihak penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung, dengan menerima premi asuransi, untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan atau tanggung jawab hukum pihak ke tiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti, atau memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan. Badan yang menyalurkan risiko disebut "tertanggung", dan badan yang menerima risiko disebut "penanggung". Perjanjian antara kedua badan ini disebut *kebijakan*: ini adalah sebuah kontrak legal yang menjelaskan setiap istilah dan kondisi yang dilindungi. Biaya yang dibayar oleh "tertanggung" kepada "penanggung" untuk risiko yang ditanggung disebut "premi". Ini biasanya ditentukan oleh "penanggung" untuk dana yang bisa diklaim pada masa depan, biaya administratif, dan keuntungan.

Penanggung menggunakan ilmu aktuaria untuk menghitung risiko yang mereka perkirakan. Ilmu aktuaria menggunakan matematika, terutama statistika dan probabilitas, yang dapat digunakan untuk melindungi risiko untuk memperkirakan klaim di kemudian hari dengan ketepatan yang dapat diandalkan.

Dalam dunia asuransi ada 6 macam prinsip dasar yang harus dipenuhi, yaitu:

a. *Insurable interest*

Hak untuk mengasuransikan, yang timbul dari suatu hubungan keuangan, antara tertanggung dengan yang diasuransikan dan diakui secara hukum.

b. *Utmost good faith*

Suatu tindakan untuk mengungkapkan secara akurat dan lengkap, semua fakta yang material (*material fact*) mengenai sesuatu yang akan diasuransikan baik diminta maupun tidak. Artinya adalah: si penanggung harus dengan jujur menerangkan dengan jelas segala sesuatu tentang luasnya syarat/kondisi dari asuransi dan si tertanggung juga harus memberikan keterangan yang jelas dan benar atas objek atau kepentingan yang dipertanggungkan.

c. Proximate cause

Suatu penyebab aktif, efisien yang menimbulkan rantai kejadian yang menimbulkan suatu akibat tanpa adanya intervensi suatu yang mulai dan secara aktif dari sumber yang baru dan independen.

d. Indemnity

Suatu mekanisme di mana penanggung menyediakan kompensasi finansial dalam upayanya menempatkan tertanggung dalam posisi keuangan yang ia miliki sesaat sebelum terjadinya kerugian (KUHD Pasal 252, 253 dan dipertegas dalam Pasal 278).

MODEL ASURANSI INDIVIDU

Di dalam banyak disiplin ilmu, penyederhanaan suatu model dari suatu realitas yang kompleks sangat membantu kita dalam mengambil keputusan. Model yang telah disusun dengan baik menjadi suatu alat yang penting dan berguna dalam mempelajari sistem yang kompleks, seperti misalnya peta untuk ahli geografi, model-model konstruksi untuk para arsitek dan juga model-model yang berbentuk konseptual seperti model matematika.

Model matematika dari sistem keamanan finansial (*financial security system*) merupakan alat yang penting dari ilmu aktuaria. Sistem keamanan finansial dapat dimodelkan dalam aliran dana (*cash flow*) yaitu suatu aliran ke dalam sistem atau *aliran penerimaan (income flow)* dan yang satunya aliran dana keluar atau *aliran pengeluaran/pembayaran (disbursement flow)*.

GENERALISASI MODEL AKTUARIA UNTUK ASURANSI INDIVIDU

Aliran dana dari sistem finansial adalah berhubungan dengan saat kompleksnya pembayaran. Setiap pengeluaran dana mempunyai elemen berikut ini.

1. Waktu t , dimana pengeluaran dilakukan
2. Jumlah pengeluaran A_t

A_t bisa 0 atau bisa sejumlah tertentu lainnya atau bisa juga nilai ekspektasi dari variabel random.

3. Probabilitas pengeluaran p_t

p_t bisa mempunyai nilai 0 atau 1 atau diantaranya (menyebabkan ketidakpastian).

Aliran dana menuju sistem keamanan finansial juga berkaitan dengan masalah kompleksnya pembayaran, sehingga setiap penerimaan juga mempunyai 3 elemen yaitu waktu, jumlah (besarnya), dan probabilitas.

Untuk tidak membingungkan antara alur penerimaan dan pengeluaran maka dibedakan dengan simbol-simbol; untuk aliran penerimaan dipakai t' , A_t' , dan p_t' , sedang untuk aliran pengeluaran menggunakan notasi t , A_t , dan p_t .

Nilai sekarang aktuarial (AVP) dari aliran pengeluaran yang dibayarkan selama t tahun dirumuskan sebagai,

$$(1+i)^{-t} p_t A_t$$

Dimana $(1+i)^{-t}$ adalah faktor diskonto untuk TVM pada tingkat bunga i , sedang p_t adalah probabilitas bahwa pembayaran akan dilakukan pada waktu t , dan A_t adalah ekspektasi jumlah pembayaran.

Nilai sekarang aktuarial (APV) dari keseluruhan aliran pengeluaran yang akan datang terhadap individu adalah.

$$V_D = \sum (1+i)^{-t} p_t A_t$$

Sedangkan nilai sekarang (APV) dari aliran penerimaan yang akan datang adalah

$$V_I = \sum (1+i)^{-t'} p_t' A_t'$$

dimana penjumlahan semua nilai positif dari t' sehingga hasil V_I ada.

Jadi inti dari Generalisasi Model Individu adalah perbandingan nilai sekarang aktuarial dari semua aliran pengeluaran yang akan datang (V_D) terhadap nilai sekarang aktuarial dari semua aliran penerimaan yang akan datang (V_I) dimana kedua aliran tersebut berhubungan dengan individu dan peluang pembayaran yang akan dilakukan maupun *time value of money-nya* dimasukkan dalam rekening.

Perhatian utama dari Generalisasi Model Individu terletak pada perbedaan antara V_D dan V_I yang didefinisikan sebagai

$$\Delta = V_D - V_I$$

Karena Δ adalah perubahan waktu, maka Δ harus dilihat sebagai fungsi dari waktu sejak $t=0$ (t_0), selanjutnya dinotasikan dengan k , dan Δ pada saat k didefinisikan dengan

$$\Delta(k) = V_D(k) - V_I(k)$$

Persamaan ini oleh aktuaris disebut sebagai cadangan (reserve) pada saat k , yaitu kelebihan nilai sekarang pengeluaran yang akan datang terhadap nilai sekarang penerimaan yang akan datang.

Generalisasi Model Individu dikerjakan dalam dua tahap, tahap pertama $\Delta(0)$ diukur dari waktu ketika rencana individu dimulai. Penetapan 0 di sini menunjukkan suatu keseimbangan awal antara V_D dan V_I , sehingga dari sini dapat ditetapkan nilai premi perorangan A' , dan tahap kedua adalah $\Delta(k)$ yang akan mendefinisikan nilai cadangan pada setiap k .

Model ini dapat dinyatakan dalam bentuk yang sangat general, tapi dapat dianggap khusus karena menyatakan hampir setiap sistem keamanan finansial untuk asuransi individu.

Berikut contoh yang cukup untuk menggambarkan generalisasi dari model.

MODEL ASURANSI JANGKA PENDEK

Ada bermacam-macam sistem keamanan finansial dimana kontrak-kontrak yang berkaitan dengan individu bersifat jangka pendek. Seluruh periode pengumpulan premi sebagai pendapatan berjangka pendek, sedangkan periode pengeluaran agak lebih lama, karena membutuhkan waktu untuk memutuskan dan membayar klaim. Contoh yang paling banyak dijumpai adalah pada polis-polis pada asuransi kerugian/umum yang diterbitkan untuk individu-individu, tetapi ada juga bentuk-bentuk jangka pendek pada asuransi jiwa dan kesehatan.

Contoh generalisasi model individu untuk asuransi jangka pendek

Spesialisasi pertama

- i. Waktu diukur dalam tahun sejak polis diterbitkan
- ii. Pengeluaran 0 untuk semua nilai t kecuali untuk $t = 1$
 A_t adalah nilai ekspektasi atau nilai rata-rata dari distribusi jumlah klaim, p_t adalah probabilitas saat terjadinya klaim dalam periode antara $t = 0$ sampai $t = 1$
- iii. Penerimaan = $\begin{cases} \pi & \text{untuk } t = 0 \\ 0 & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$
- iv. $\Delta(0)$ dibentuk sama dengan 0

Solusi (iv) dengan nilai π menghasilkan biaya klaim murni, atau premi untuk satu tahun (tanpa biaya provisi atau biaya *security loading*). Sebagai catatan disini bahwa klaim rata-rata dibayarkan pada akhir tahun polis.

Spesialisasi kedua

Untuk model yang sama dengan model pada spesialisasi pertama, yaitu model asuransi jangka pendek, perhatikan $\Delta(1)$ dengan polis yang sama, sesudah klaim terjadi, tetapi sebelum pembayaran klaim dilakukan. Maka nilai ekspektasi dari penerimaan yang akan datang menjadi 0, dan nilai ekspektasi pengeluaran yang akan datang menjadi

$$(1+i)^{-j} A_j$$

Dimana j menggambarkan estimasi waktu sekarang, diukur dari waktu $t = 1$, sampai klaim akan dibayar. A_j menggambarkan estimasi jumlah klaim. Hasilnya adalah

$$\Delta(1) = (1+i)^{-j} A_j$$

menjadi cadangan atau kewajiban untuk klaim yang terjadi tetapi tidak dibayarkan.

Catatan bahwa A_j tidak perlu sama dengan A_t (dari model premi) karena informasi mampu membedakan jumlah klaim yang spesifik dari seluruh rata-rata distribusi klaim.

Contoh generalisasi model individu untuk asuransi jangka panjang

Model pada kontrak-kontrak asuransi dengan kerangka waktu lebih panjang pada dasarnya sama, hanya berbeda spesifikasinya. Model seperti ini biasa digunakan pada asuransi jiwa individu, cacat tubuh karena kecelakaan, dan kesehatan serta program rencana pensiun.

Spesialisasi satu program asuransi jiwa individu (20 kali pembayaran premi asuransi seumur hidup)

i. Waktu dihitung sejak polis diterbitkan

$$ii. A_t = \begin{cases} 1 & \text{untuk } t = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \dots \\ 0 & \text{untuk } t \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

$$p_t = {}_{t-1}q_x \text{ diperoleh dari tabel mortalita}$$

$$iii. A_{t'} = \begin{cases} \pi & \text{untuk } t' = 0, 1, 2, \dots, 19 \\ 0 & \text{untuk } t \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

$$p_{t'} = {}_{t'}p_x \text{ diperoleh dari tabel mortalita}$$

$$iv. \Delta(0) = 0$$

Spesialisasi ini adalah peluang menyelesaikan π_x , yaitu tingkat premi bersih asuransi seumur hidup sebesar 1 dengan 20 pembayaran, klaim kematian dibayarkan pada pertengahan tahun polis kematian untuk tertanggung berusia x pada saat polis diterbitkan. Semuanya berdasarkan pada asumsi suku bunga dan asumsi tabel mortalita.

Setelah π_x ditentukan, aktuaris menggunakan model yang sama untuk menentukan tingkat premi bersih setelah k tahun terhitung sejak terbit polis, yaitu (Bowers *et al.*, 1997)

$$\Delta_k = V_D(k) - V_I(k)$$

KONSEP CADANGAN

Istilah cadangan dalam dunia perusahaan/industri biasanya diartikan sebagai suatu dana yang disisihkan untuk kemudian digunakan dalam keadaan darurat. Dalam dunia perasuransian, cadangan merupakan sejumlah uang yang didihkan (sisa) dari aktivitas transaksi premi-klaim pada suatu periode tertentu. Oleh karena itu, cadangan bukan suatu aset atau bagian kekayaan perusahaan, melainkan merupakan kewajiban perusahaan

atau dengan kata lain cadangan merupakan hutang perusahaan kepada para pemegang polis. Jadi dana yang terkumpul pada perusahaan-perusahaan asuransi tersebut bukan milik mereka melainkan milik para pemegang polis. Cadangan merupakan liabilitas, sehingga sudah barang tentu berkewajiban menginvestasikan modal tersebut secara aman, sehingga cadangan diperoleh berdasarkan premi manfaat.

Dari awal perencanaan asuransi individu sampai dengan sebelum akhir masa polis, cadangan dihitung melalui generalisasi model dan biasanya cadangan adalah positif. Cadangan akan positif bilamana nilai sekarang aliran sisa pembayaran lebih besar dari nilai sekarang aliran sisa penerimaan. Cadangan yang positif adalah konsekuensi murni dari aliran penerimaan (*premi*) yang waktunya lebih awal dari aliran pembayaran (*klaim*).

Karena cadangan mempunyai banyak penerimaan, maka konsep cadangan merupakan dasar dari semua cabang ilmu aktuaria, untuk itu konsep cadangan harus dimasukkan dalam setiap konsep-konsep dasar aktuaria.

Model yang tepat untuk analisis rencana manfaat karyawan, asuransi sosial dan susunan kelompok yang mengacu pada beberapa karakteristik model individu adalah model kumpulan. (Effendi, 2012)

MODEL AKTUARIA ASURANSI KUMPULAN

Beberapa sistem keamanan keuangan mempunyai karakteristik yang perlu menggunakan model kumpulan. Keseimbangan antara penerimaan dengan pengeluaran yang akan datang tidak terlalu lama pada basis individu per individu, tetapi sudah mencakup individu kedalam kumpulan, dan mencapai keseimbangan kumpulan demi kumpulan.

Ada tiga model kumpulan dimana aktuaris menggunakannya dalam analisis program manfaat pegawai dan asuransi sosial, yaitu

Program Manfaat Pegawai

Program manfaat pegawai adalah sistem keamanan finansial yang disponsori oleh pegawai, serikat pekerja, atau dua-duanya, yang merupakan bagian remunerasi kinerja dalam bentuk manfaat selain yang diterima secara tunai. Program kompensasi pekerja awalnya dimulai pada permulaan abad 20 karena dorongan dari negara-negara berkembang yang

menyarankan adanya tanggung jawab majikan secara hukum terhadap konsekuensi finansial bagi para pekerja yang mendapat kecelakaan ataupun sakit. Program manfaat pegawai yang dikembangkan kemudian, misalnya program manfaat pegawai selama mereka hidup, cacat dan kesehatan, serta program manfaat pensiun pegawai. Program rencana pensiun, jangka waktunya cenderung relatif singkat, sesuai dengan kontrak yang disepakati antara pegawai yang bersangkutan dengan perusahaan.

Kemudian ditemukan model yang cocok dengan program manfaat pegawai jangka pendek kedalam model kumpulan.

Model Asuransi Kumpulan

Bentuk model yang paling banyak ditawarkan oleh asuransi kumpulan ini digunakan untuk memberikan kompensasi kepada para pegawai. Model ini juga cocok untuk manfaat pegawai yang pada dasarnya diatur sendiri, dimana keterlibatan perusahaan asuransi jika ada hanya terbatas pada melengkapi pelayanan administrasi.

Dalam pengaturan premi awal, penekanannya pada biaya asuransi murni unit, dimana unit yang dimaksud adalah para pegawai yang ditanggung, jumlahnya, dan daftar gajinya, bisa juga ditambahkan variabel-variabel seperti usia, jenis kelamin, pekerjaan, tanggungan, dan lain-lain. Biaya asuransi murni adalah rata-rata tertimbang dari tingkat asumsi tertanggung dan jumlah klaim untuk setiap klasifikasi, sedangkan biaya provisi, risiko dan keuntungan dapat juga ditambahkan dalam biaya tersebut.

Terakhir biasanya penyesuaian berdasarkan pengalaman actual sebelumnya, dan/atau situasi yang kompetitif. Akhirnya pembayaran premi sebagian dipotong dari gaji dan sebagian dibebankan pada pegawai itu sendiri, sesuai permintaan individu.

1. Model Rancangan Program Manfaat Pensiun

Bentuk program rancangan manfaat pegawai yang jelas tidak cocok dengan model kumpulan adalah rancangan pensiun. Disini pendapatan yang terjadi pada sistem jauh lebih awal dari pembayaran manfaat pensiun, sehingga *Waktu yang bernilai uang* memainkan peran yang sangat penting.

Ada dua bentuk rancangan manfaat pensiun yang cukup berbeda telah berevolusi, pertama bentuk kontribusi yang mempunyai karakteristik rancangan tabungan individu atau anuitas tertunda individu. Disini tidak

mempunyai karakteristik jangka panjang dari model individu jangka panjang, tetapi mempunyai karakteristik rancangan manfaat pegawai kumpulan.

Kedua, bentuk dari biaya aktuarial agregat yang bermacam-macam, saldo antara nilai sekarang pengeluaran yang akan datang dengan nilai sekarang pendapatan yang akan datang hanya digunakan untuk semua tertanggung saat ini, tidak bisa digunakan secara individual.

Disini asumsi para aktuaris dibutuhkan dalam perhitungan jenis rancangan manfaat pensiun, tidak hanya terhadap mortalitas, pengunduran diri, cacat, dan penarikan dana pegawai, tetapi juga terhadap variabel-variabel ekonomi seperti penghasilan/upah yang meningkat, serta harga-harga karena pengaruh inflasi. Tingkat pengembalian investasi, khususnya interaksi antara variabel ekonomi utama dengan variabel ekonomi lainnya memainkan peran yang sangat penting. Dalam model kumpulan, penghitungan manfaat pensiun hanya untuk pegawai yang aktif atau mantan pegawai yang masih mempunyai sisa manfaat (Doran *et al.*, 1988).

2. Model Asuransi Sosial

Aktuaris yang menangani asuransi sosial, harus belajar ilmu demografi dan menggunakan teknik-teknik demografi terhadap proyek-proyek yang menanggung risiko suatu populasi. Diantara asumsi yang diperlukan terhadap aspek-aspek demografi adalah proyeksi terhadap tingkat mortalitas, tingkat penderita cacat, tingkat kelahiran, tingkat perkawinan dan perceraian.

Asumsi ekonomi diperlukan karena manfaat disesuaikan dengan upah dan inflasi, diantaranya inflasi upah, harga, pengeluaran untuk medis, dan pengangguran. Kebutuhan lain terhadap asumsi adalah untuk memilih individu terutama saat mereka menggunakan waktu dalam menggunakan manfaat pensiun, dan sejauh mana nantinya mereka bisa mengerjakannya.

Model asuransi sosial tidak menggunakan teknik-teknik dalam model individu, seluruhnya open – ended dan banyak mengambil dari karakteristik demografi dan proyeksi ekonomi kedepan (Andrew *et al.*, 1987).

Untuk berbagai tujuan dan dalam berbagai bentuk, masyarakat modern merasa adanya keharusan untuk membangun pengelompokan atau klasifikasi. Bentuk klasifikasi tenaga kerja berdasarkan usia, jenis kelamin, dan pekerjaan, banyaknya populasi dengan tempat tinggal, dan mengakui adanya perbedaan agama, asal negara, dan kelas sosial-ekonomi.

Pendidikan anak dengan menggunakan sistem klasifikasi sebagian besar didasarkan pada usia kronologis, meskipun dapat juga dipisahkan yang cacat, yang lambat belajar, atau berbakat melalui konsep "pendidikan khusus." Dalam hukum pidana, kita membedakan tindak pidana berat dari pelanggaran ringan, dan mengklasifikasikannya untuk tujuan sistem keadilan yang rasional.

Bentuk-bentuk klasifikasi dalam sistem keamanan keuangan, paling banyak diminati oleh para aktuaris. Kategori atau kelas mana individu akan diurutkan, biasanya selalu untuk tujuan penetapan harga, dan ini merupakan merupakan sistem klasifikasi. Proses dimana sistem keamanan keuangan menentukan kategori yang sesuai untuk setiap individu dipandang sebagai seleksi. Kecenderungan individu untuk mengeksploitasi, atau menentang klasifikasi dan seleksi disebut antiselection. Interaksi konstan antara kekuatan yang selektif dengan antiselektif melekat dalam sistem keamanan keuangan.

KESERAGAMAN RISIKO

Pentingnya konsep keseragaman dipakai untuk klasifikasi dalam sistem keamanan finansial, seperti yang ditunjukkan dengan hipotesis berikut: Asumsikan bahwa manfaat asuransi sebesar A yang harus dibayar atas terjadinya peristiwa random didesain sebagai harga (premium) didasarkan pada asumsi bahwa probabilitas peristiwa ini terjadi adalah q . Nilai q telah diestimasi dengan mengamati jumlah kejadian dan yang bukan-kejadian dalam sampel besar dari populasi yang potensial.

Selanjutnya asumsikan bahwa populasi benar-benar terhindar dari risiko karena diasuransikan terhadap kejadian, dan bahwa untuk setiap individu q estimasi terhadap probabilitas risiko kecil. Dengan kondisi itu nampaknya pembeli akan ditemukan, dan penawaran produk asuransi akan berhasil, meskipun harga harus jauh lebih dari nilai ekspektasi klaim, misalnya Aq .

Tapi sekarang tinggalkan asumsi terakhir di atas, sebagai gantinya asumsikan bahwa probabilitas untuk dua (atau lebih) sub-kelompok dalam populasi mungkin tidak sama. Selanjutnya proporsi q adalah bukan probabilitas benar yang berdasarkan data homogen, tetapi pengganti campuran dari dua (atau lebih) probabilitas sub-kelompok. Untuk beberapa sub-kelompok, probabilitasnya lebih besar dari q , untuk kelompok lain probabilitasnya kurang dari q .

Tabel kematian yang diterbitkan oleh Pemerintah AS dari data sensus telah lama menunjukkan bahwa laki-laki mengalami tingkat kematian lebih tinggi daripada perempuan, dan bahwa perbedaan keduanya besar dan berkembang. Meskipun bukti lain bahwa keunggulan perempuan terhadap peluang kematian, industri asuransi jiwa lambat untuk mengadopsi gender sebagai variabel klasifikasi. Untuk beberapa waktu dengan berbagai alasan tarif asuransi jiwa perempuan tidak lebih rendah dari laki-laki, meskipun alasan sebenarnya mungkin bahwa perempuan sangat sedikit membeli asuransi. Penggunaan pertama dari tabel mortalitas perbedaan jenis kelamin untuk tujuan penawaran harga anuitas dan opsi pendapatan hidup, di mana risiko perempuan mendominasi. Dalam prakteknya, setelah Tabel Mortalitas mengalami beberapa penyempurnaan dan menyesuaikan dengan perkembangan jaman, tarif asuransi jiwa antara laki-laki dan perempuan tidak jauh berbeda (*American Academy of Actuaries*, 1980).

PENERIMAAN PUBLIK

Pemerintah melalui lembaga yang disebut Otoritas Jasa Keuangan (OJK) telah memberikan regulasi terhadap bisnis asuransi, tanggung jawab untuk melihat bahwa harga pertanggungan tersebut sesuai dan tidak terlalu tinggi. Karena prinsip keseragaman risiko kadang-kadang bertentangan langsung dengan persepsi publik tentang keadilan atau hukum, maka sistem klasifikasi yang digunakan oleh organisasi asuransi mendapat kritik dan protes.

Masalah penerimaan publik yang sulit terutama ketika dalam bisnis asuransi terdapat diskriminasi yang jelas-jelas hanya melindungi terhadap kelompok masyarakat perkotaan tertentu. Hal ini perlu disosialisasikan kepada masyarakat pengguna, misalnya kenapa di kota-kota besar biaya premi asuransi untuk mobil lebih mahal begitu juga untuk asuransi rumah tinggal.

Uraian di atas memberi gambaran tentang konsep dasar penggunaan matematika dalam ilmu aktuarial dan implementasi ilmu aktuarial dalam masyarakat terutama masyarakat perkotaan. Ciri-ciri masyarakat perkotaan dan pergeseran sifat mereka yang lebih menuju ke sifat individualis atau perseorangan sangat membutuhkan kenyamanan dan keamanan baik dari materiil maupun non materiil. Penerapan ilmu aktuarial merupakan jawaban terhadap kebutuhan masyarakat perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Academy of Actuaries . (1980) . Risk Classification Statement of Principles.
- Andrews, G.H., & John, A.B. (1987). *Actuarial Projections for the Old-Age, Survivors, and Disability Insurance Program of Social security in USA*. USA : Itasca III AERF.
- Bowers, Newton. L. Jr. et all. (1997). *Actuarial Mathematics*. USA : Society of Actuaries.
- Batten, Robert. W. (1978). *Mortality Table Counstruction*. Michigan University : Prentice Hall, Inc.
- Djojosingito, R.A. (2006). *Introduction to The Society of Actuaries of Indonesia*. Paris : International Actuarial Assosiation Meetings.
- Donald, A.J., & Cecil, J.N. (1986). *The Economics of Insurance. Ch. 1 in Actuarial Mathematics*. USA : Itasca III.Society of Actuaries.
- Doran, P.A., Kenneth, D.M., & William, A.R. (1988). *Measuring and Funding Corporate Liabilities for Retire Health Benefits*. Washington: Employee Benefit Research Intitute.
- Effendi. A.R., & Rakhman. A. (2012). *Matematika Aktuaria*. Tangerang Selatan. Universitas Terbuka.
- Elandt, Johnson. et all. (1986). *Survival Models and Data Analysis*. New York: John Wiley and Sons.
- Herzog, Thomas, N. (1999). *Introduction to CredibilityTheory*. 3 rd (Ed). ACTEX Publication, Inc.
- Hogg, R. V. & Stuart. A. K. (1984). *Loss Distribution*, New York: John Wiley and Sons.
- Kellison. G., & Stephen.V. (2009). *Theory of Interest*, 3rd (Ed). USA : Mc Graw Hill Book Company.
- McCutcheon, J.J., & W.F. Scott. (1996). *An Introduction to the Mathematics of Finance*. London: Heinemann.

Ross. S.A. (1998). *First Course in Probability*. 5 (Ed). New Jersey : Upper Saddle River, Prentice Hall.

Simon. L. J. (1980). *The Negative Binomial and the Poisson Distributions Compared. Proceedings of Casualty Actuarial Science, 20-24.*

Trowbridge. C.L. (2000). *Fundamental Cocepts of Actuarial Science*. Actuarial Education and Research Fund (AERF).

PENUTUP

Buku ini menggambarkan bahwa matematika, sains, dan teknologi (MST) berguna dalam mendukung gaya hidup masyarakat perkotaan. MST dapat membantu masyarakat perkotaan untuk mengefisienkan penggunaan sumberdaya dan menciptakan perilaku sosial yang sehat. Seperti yang dijelaskan oleh Lapanen, Neuvonen, Ritola, Ahola, Hirvonen, Hyötyläinen, Kaskinen, Kauppinen, Kuittinen, Kärki, Lettenmeier, dan Mokka (2012) dan European Environment Agency (2009), konsumsi sumberdaya alam yang berkelanjutan adalah kunci untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Satu hal pokok dalam penerapan MST bagi gaya hidup perkotaan yang sehat adalah kesadaran akan risiko. Hal ini didasari bahwa mobilitas yang tinggi di perkotaan memberikan dampak pada meningkatnya risiko kecelakaan. Upaya yang dapat dilakukan adalah meminimalkan risiko tersebut. Salah satu aplikasinya adalah melalui pengembangan ilmu aktuaria, yang memanfaatkan ilmu matematika. Selain itu, pemanfaatan ilmu aktuaria tersebut dibuktikan dengan adanya berbagai produk asuransi yang semakin banyak dikenal masyarakat. Gaya hidup masyarakat perkotaan yang sadar akan risiko ikut memajukan profesi aktuaris. Profesi ini memerlukan pemahaman ilmu matematika. Selain itu, ada berbagai konsep matematika yang berkembang di dunia asuransi, dan perlu didalami oleh aktuaris. Penguasaan konsep matematika tersebut oleh para aktuaris merupakan pendorong bagi terciptanya gaya hidup masyarakat yang sadar akan risiko, sehingga mereka merencanakan hidupnya secara teratur.

Kesadaran tentang risiko juga berkaitan dengan adanya model degradasi kualitas. Kualitas lingkungan hidup dapat menurun karena berbagai faktor. Ada faktor alam seperti banjir dan gunung meletus. Ada juga faktor pengaruh manusia, misalnya polusi. Karena itu, perlu ada metode peramalan yang dapat membantu mengurangi risiko bencana atau kerusakan.

Pemerintah kota perlu memanfaatkan metode peramalan, untuk dapat memperkirakan kemungkinan terjadinya bencana dan bersiap menghadapinya. Salah satu metode peramalan menurunnya kualitas lingkungan hidup adalah dengan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Metode ini dapat digunakan dalam peramalan pencemaran air laut, pencemaran udara, maupun pencemaran air tawar. Di perkotaan, penggunaan metode ARIMA dapat membantu pemerintah kota

untuk membuat tata kota yang lebih ramah lingkungan dan lebih tanggap terhadap bencana.

Meningkatnya perkembangan teknologi dan kompleksitas kegiatan masyarakat kota juga memunculkan perlunya perspektif baru dalam pengaturan aktivitas masyarakat. Di satu sisi adanya kecenderungan perilaku sedentari masyarakat kota yang meningkatkan risiko obesitas sedangkan di sisi lain pengaturan pola konsumsi memegang peranan penting dalam upaya penurunan risiko obesitas. Pengaturan pola konsumsi diperlukan untuk mendapatkan pangan dan gizi yang cukup dan baik untuk hidup sehat dan aktif.

Masyarakat perkotaan juga memerlukan suatu pengendalian dalam meningkatkan kualitas hidupnya. Ada tiga macam pengendalian, yaitu pengendalian faktor sosial, faktor ekonomi, dan faktor ekologi. Selain itu, pemanfaatan lahan kosong untuk mengembangkan pertanian di perkotaan juga memberikan kontribusi dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat perkotaan disamping memberikan manfaat secara ekonomi. Namun, pengembangan pertanian dapat memunculkan kebutuhan akan penyuluh pertanian di perkotaan. Hal ini penting, karena di masa depan, pangan yang diproduksi secara lokal, termasuk di perkotaan, akan semakin penting (Lepanen et. al, 2012).

Penyuluh pertanian memerlukan adanya definisi baru untuk menunjang pertanian di perkotaan. Penyuluh pertanian perlu mendorong terbentuknya kelompok tani, yaitu sebagai wadah petani di perkotaan untuk bertukar informasi. Adanya kelompok tani sangat perlu untuk meningkatkan kemandirian petani, yang juga dapat membantu petani dalam merencanakan kegiatan bersama.

Adanya kebutuhan untuk penyuluh petani di perkotaan juga harus diimbangi dengan peningkatan kompetensi. Ada delapan kompetensi yang sangat menunjang kemampuan seorang penyuluh (Bahua, 2016; Warbach, Geith, Sexton, and Kaneene). Kompetensi itu meliputi kemampuan dalam teknologi, kemampuan dalam mengembangkan swadaya petanian, serta mampu mengevaluasi kegiatan penyuluhan yang dilaksanakannya. Selain kompetensi, penyuluh pertanian harus dapat bekerjasama dengan berbagai pihak, seperti Kementerian Pertanian dan Pemerintah Daerah guna meningkatkan kemandirian emosional dan ekonomi penyuluh pertanian.

Dalam Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 Pasal 3, dinyatakan bahwa suatu bentuk pengembangan kawasan perkotaan wajib mengharmoniskan

lingkungan alamiah dan buatan. Dengan demikian pengendalian terhadap sistem ekologi, sistem sosial, dan sistem ekonomi menjadi perhatian utama Pemerintah daerah dan masyarakat yang bekerja dan tinggal di kota. Implementasi dari undang-undang ini memungkinkan masyarakat perkotaan dapat meningkatkan gaya hidup yang seimbang antara lingkungan alamiah dan buatan. Dengan membuat metode penanggulangan polusi yang ramah lingkungan maka dampak berupa polusi yang diakibatkan oleh metode penanggulangan polusinya dapat dihindari. Untuk itu, berbagai metode seperti *green chemistry*, bioremediasi dengan bakteri, serta penggunaan tanaman penyerap gas polutan adalah pilihan yang sesuai dengan gaya hidup yang sehat bagi masyarakat kota. Ketiga metode itu dapat mengurangi polusi dengan cara yang tidak merusak lingkungan. Selain ketiga metode tersebut, menciptakan lingkungan sehat di perkotaan melalui penetapan Area Bebas Rokok di berbagai tempat umum juga merupakan salah satu solusi yang tidak kalah penting. Namun keberhasilan upaya ini tentunya harus ditunjang dengan upaya peningkatan kesadaran masyarakat terhadap bahaya merokok.

Adanya berbagai gaya hidup perkotaan memerlukan proses sosialisasi. Salah satu bentuk sosialisasi yang dapat dilakukan adalah pendidikan. Ulfah, Rahayu & Dewi (2013) yang memasukkan pengajaran mengenai bahan kimia yang tidak bersifat polutan, adalah contoh yang perlu dikembangkan di daerah perkotaan. Proses sosialisasi seperti ini dapat digunakan pada berbagai aspek gaya hidup masyarakat kota. Dengan demikian, masyarakat dapat meningkatkan gaya hidup perkotaan yang seimbang antara lingkungan alamiah dan buatan. Gaya hidup masyarakat kota yang meningkatkan kualitas hidup dapat dilaksanakan pada berbagai tingkatan. Pada tingkat individu, setiap orang perlu mempelajari pola makan, pola aktivitas fisik, dan menerapkan perencanaan risiko. Di tingkat yang lebih tinggi, pemerintah dapat mendorong gaya hidup masyarakat yang berkualitas melalui perencanaan pengelolaan kota dan program pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahua, M. I. (2016). *Pengaruh kompetensi pada kinerja penyuluh pertanian dan dampaknya pada perilaku petani jagung di Provinsi Gorontalo*. Retrieved June 6, 2016, from <https://www.researchgate.net/publication/261287995>.
- European Environment Agency (2009). Ensuring quality of life in Europe's cities and towns: Tackling the environmental challenges driven by European and global change. EEA Report. No. 5/2009.
- Lepanen, J., Neuvonen, A., Ritola, R, Ahola, I, Hirvonen. S., Hyötyläinen M. , Kaskinen, T., , Kauppinen, T., Kuittinen, O., Kärki, K., Lettenmeier, M., Mokka R. , (2012). Scenarios for Sustainable Lifestyles 2050: From Global Champions to Local Loops. European Research Center.
- Warbach, J. D., Geith, C., Sexton, A., & Kaneene, T. (2012). *Eight areas of competency in decision making for sustainability in metro food systems*. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 8, 145-157.
- Ulfah, M., Rahayu, P., & Dewi, L.R. (2013). 'Konsep Pengetahuna Lingkungan Green Chemistry Pada Program Studi Pendidikan Biologi.'" *Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi, Vol II: Biologi, Sains, Lingkungan, Dan Pembelajarannya* – PS Biologi, Jur Pendidikan MIPA, FKIP – Universitas Sebelas Maret – Surakarta - 6 Juli 2013.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Sri Enny Triwidiastuti, Ir., M.T., lahir di Surabaya, 11 Juli 1958, menyelesaikan S1 Hidrologi, Teknik Sipil, di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi 10 November Surabaya, pada tahun 1982. Pendidikan S2 Teknik Industri ditempuh di Institut Teknologi Bandung, di Bandung pada tahun 1992-1994. Program doktoral bidang Teknik Industri pernah ditempuh di Institut Teknologi Bandung dengan kajian Kapabilitas Proses menghasilkan temuan Indeks Kapabilitas Proses. Penulis pernah bekerja di PT Indrakarya Persero pada tahun 1982, di PT. Semen Gresik Persero, Litbang pada tahun 1982 - 1986 dan tahun 1989 sampai saat ini sebagai tenaga pengajar di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka (FMIPA UT). Mata kuliah yang diampu adalah Statistika Pengawasan Kualitas, Metode Statistika Non Parametrik, Metode Sampling, Demografi dan Metodologi Penelitian. Saat ini, penulis sedang mendapat tugas tambahan sebagai Ketua Jurusan Statistika FMIPA UT. Minat penelitian yang ditekuni adalah permodelan matematis, kapabilitas proses pada pengendalian kualitas baik barang maupun jasa. Berbagai seminar nasional dan internasional pernah diikuti, serta publikasi ilmiah telah pula dilakukan dalam skala nasional dan internasional, baik berupa prosiding maupun artikel jurnal. Penulis juga mengembangkan Buku Materi Pokok (BMP) untuk mata kuliah Metodologi Penelitian dan Metode Statistika Non Parametrik untuk mahasiswa S1 FMIPA-UT. Pelatihan profesional yang pernah diikuti antara lain Learning Analytics dalam Tutorial On Line (2016), Office Mix untuk Tutorial On Line (2015), Audit internal untuk ISO 9001 (2013). Penulis dapat dihubungi pada nomor 08161833357 dan email srienny@ecampus.ut.ac.id.



Ariyanti Hartari, S.T.P., M.Si., lahir di Malang, 23 Desember 1978, menyelesaikan S1 Teknologi Hasil Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2001. Pendidikan S2 Ilmu Pangan ditempuh di IPB tahun 2002-2005. Sekarang, penulis menjabat sebagai Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka. Mata kuliah

yang menjadi ampunan adalah Pengantar Teknologi Pangan, Teknologi Pengolahan Pangan, Satuan Operasi Industri Pangan, Ekonomi Teknik, Ekonomi Pangan, Penanganan dan Pengolahan Hasil Peternakan pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan untuk Program Sarjana S1, Universitas Terbuka. Materi bahan ajar yang pernah dikembangkan antara lain Buku Materi Pokok Praktikum Prinsip Teknik Pangan dan Penanganan dan Pengolahan Hasil Ternak (ed 2). Penulis dapat dihubungi pada nomor 081314674839 dan email ariyanti@ecampus.ut.ac.id.



Ir. Ila Fadila, M.Kes., lahir di Serang 25 Februari 1961. Pendidikan sarjana Strata 1 Fakultas Peternakan diperoleh dari Institut Pertanian Bogor tahun 1984. Gelar Magister Kesehatan di bidang Gizi Kesehatan Masyarakat, diperoleh dari Universitas Indonesia pada tahun 1998. Mata kuliah yang menjadi ampunan adalah Gizi dan Kesehatan Keluarga, Pengolahan Hasil Peternakan, Nutrisi dan Makanan Ternak, dan Studi Kelayakan Agribisnis,

pada Program Studi S1 Agribisnis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka. Publikasi yang telah dilakukan berupa artikel untuk seminar nasional maupun internasional. Bidang penelitian yang ditekuni adalah gizi kesehatan masyarakat, terutama perilaku gizi untuk berbagai komunitas, mulai dari balita hingga lansia. Terlibat sebagai anggota Persatuan Ahli Penyuluhan Pertanian Indonesia (PAPPI). Penulis dapat dihubungi pada email ila@ecampus.ut.ac.id.



Dr. Lula Nadia, M.A., M.Si., lahir di Jakarta 24 Juli 1960. Pendidikan sarjana Strata 1 Biologi diperoleh dari Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 1987. Gelar Master of Arts di bidang Psikologi Pendidikan diperoleh dari University Of Victoria, Canada, pada tahun 1995 dengan beasiswa CIDA, dan Gelar Master of Science di bidang Ilmu Pangan diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2004 dengan Beasiswa BPPS. Pendidikan terakhir S3 diselesaikan dengan meraih gelar Doktor di bidang Ilmu Pangan dari Institut Pertanian Bogor (IPB), pada tahun 2013 dengan Beasiswa BPPS. Penulis mendapat penghargaan di bidang penelitian melalui Sandwich-Like Program ke Memuro, Jepang dari Kementerian Pendidikan Indonesia. Mata kuliah yang menjadi ampuan adalah Kimia Pangan, Analisis Pangan, Biokimia Pangan, Keamanan Pangan, Sanitasi Pangan dan Nutrifikasi Pangan pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan (ITP) untuk Program Sarjana S1, Universitas Terbuka. Penulis mempublikasikan artikel yang telah diterbitkan pada jurnal tingkat nasional maupun internasional, serta menulis bahan ajar Universitas Terbuka dengan judul: Pewarna Sintetis Pangan dan bahan ajar Praktikum Analisis Pangan. Bidang penelitian yang ditekuni adalah bioaktif pangan, karakterisasi, dan sifat fungsional dari komponen pangan. Saat ini penulis terlibat sebagai anggota dari *Indonesian Association of Food Technologists* (PATPI) dan *Indonesian Microbiology Fellowship*. Penulis dapat dihubungi pada email lula@ecampus.ut.ac.id.



Dra. Susi Sulistiana, M.Si., lahir di Sukabumi, 2 Oktober 1964. Pendidikan sarjana Strata 1 Biologi diperoleh dari Universitas Nasional (UNAS) Jakarta pada tahun 1990. Gelar Master of Science di bidang Biologi bidang fokus Botani, diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB), pada tahun 2000 dengan Beasiswa BPPS. Mata kuliah yang menjadi ampuan utama adalah Fisiologi Tumbuhan, Struktur Tumbuhan, Embriologi Tumbuhan, dan Hortikultura. Sedangkan ampuan tambahannya adalah Genetika dan Pencemaran Lingkungan pada Program Studi Biologi untuk Program Sarjana S1, FMIPA-Universitas Terbuka. Publikasi ilmiah

dalam skala nasional, baik berupa prosiding maupun artikel jurnal telah diterbitkan, salah satunya berkaitan dengan Penyerapan Timbal pada Berbagai Kultivar Puring. Penulis mengembangkan Buku Materi Pokok (BMP) untuk mata kuliah Hortikultura dan Praktikum Biokimia untuk mahasiswa S1 Prodi Biologi FMIPA-UT. Pelatihan profesional yang pernah diikuti guna menunjang peningkatan kompetensi di tempat bekerja (UT) antara lain Pengembangan Prototipe Soal Tugas Akhir Program; Audit internal untuk ISO 9001: 2008; Pengembangan Tutorial Kit; dan Pengembangan *Dry Lab*. Berbagai kegiatan Abdimas dilakukan diantaranya berjudul Optimalisasi Lahan Pekarangan dengan Budidaya Sayuran Organik di Kampung Nagrok, Desa Tegal, Bogor dan Penyuluhan tentang Budidaya Tanaman Hias kepada ibu-ibu PKK di Desa Tegal Bogor. Penulis membimbing mahasiswa Prodi Biologi FMIPA-UT dalam kegiatan kemahasiswaan Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) XX yang memperoleh posisi terbaik ketiga untuk kategori poster tahun 2009, serta memperoleh penghargaan sebagai pembimbing kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat-Artikel Ilmiah (PKM-AI) dan Pengabdian Kepada Masyarakat-Gagasan Tertulis (PKM-GT) pada tahun 2010. Penulis dapat dihubungi pada email susi@ecampus.ut.ac.id.



Dra. Inggit Winarni, M.Si., lahir di Purwokerto pada tanggal 31 Agustus 1964. Pendidikan sarjana Biologi diperoleh dari Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) Purwokerto, pada tahun 1989. Selanjutnya gelar Master of Sains di bidang Biologi, diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2004 dengan Beasiswa BPPS. Mata kuliah yang menjadi ampuan adalah Mikrobiologi,

Mikrobiologi Lingkungan, Dasar-dasar Konservasi, dan Ekologi Laut pada Program Studi Biologi untuk Program Sarjana S1, Universitas Terbuka. Materi bahan ajar yang pernah dikembangkan untuk mahasiswa S1 Biologi FMIPA Universitas Terbuka antara lain berjudul: Ruang Lingkup dan Perkembangan Hortikultura. Bidang penelitian yang ditekuni saat ini adalah Mikrobiologi Lingkungan. Penulis menyajikan makalah dalam berbagai seminar, antara lain pada seminar nasional yang diselenggarakan kerja sama antara MIPAnet dengan FMIPA UNPAJ, dengan judul: Potensi Bakteri Heterotrofik dalam Mengurangi Tingkat Pencemaran Perairan Tawar.

Penulis juga aktif dalam penyusunan kurikulum berbasis KKNi dengan mengikuti beberapa workshop antara lain yang diselenggarakan oleh Konsorsium Biologi Indonesia (KOBI). Penulis dapat dihubungi pada email inggit@ecampus.ut.ac.id.



Dra. Dina Mustafa, M.Sc., lahir di Jakarta pada 11 Maret 1956, menempuh S1 di Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Indonesia. Program magister di bidang *Instructional Design, Development and Evaluation* ditempuh di *School of Education – Syracuse University – Syracuse - New York*, dan memperoleh *Certificate of Advance Study* di bidang yang sama di *Florida State University*. Penulis berperan sebagai pengajar Kimia di FMIPA, Pendidikan Kimia di PMIPA FKIP, dan pengajar Bahasa Inggris Mata Kuliah Dasar Umum di UT. Pernah menjadi Manajer Penelitian dan Pengembangan di Southeast Asia Minister Of Education Organization, Open learning Center (SEAMOLEC) untuk bidang Pengembangan Integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) pada Pembelajaran di Perguruan Tinggi (2005 – 2012). Hal ini yang mengembangkan minatnya pada pengembangan kurikulum dan pemanfaatan TIK pada sistem pendidikan jarak jauh umumnya, dan bidang Matematika dan Sains pada khususnya, serta bidang Kimia Lingkungan/Kimia Hijau. Penulis menjadi anggota *Association for Educational Communication and Technology* dan Ikatan Profesi Teknologi Pendidikan Indonesia (IPTPI) sejak 2012, dapat dihubungi pada email dinamustafa@ecampus.ut.ac.id.



Dra. Tina Ratnawati, M.Sc., lahir di Bandung, pada tanggal 10 Mei 1961 adalah dosen tetap pada Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Terbuka (UT). Gelar Sarjana Biologi diperoleh dari Fakultas Biologi Universitas Negeri Jenderal Soedirman (UNSOED), Jurusan Biologi Lingkungan (1986). Kemudian pada tahun 1996 mendapatkan gelar Master of Science (M.Sc.)

di bidang Environmental Management dari Faculty of Environmental Science, Griffith University, Queensland Australia. Di lingkungan UT, disamping aktif dalam bidang pengajaran, penelitian, dan pengabdian masyarakat, pernah mendapat tugas tambahan sebagai Sekretaris Jurusan pada Jurusan Biologi FMIPA UT (2000-2001), Kepala Humas UT (2001-2004), dan Staf Akademik pada Pusat Antar Universitas untuk Peningkatan dan Pengembangan Aktivitas Instruksional (PAU-PPI) pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UT (2005-2013). Saat ini penulis menjabat sebagai Ketua Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, FMIPA UT sejak tahun 2015. Kegiatan lain adalah sebagai pelaksana kegiatan tutorial online untuk beberapa matakuliah, penelaah bahasa dan desain instruksional untuk beberapa modul UT, Tim Inti Penatar Pekerti-AA ke berbagai perguruan tinggi negeri maupun swasta, serta Tim Inti Pelatih Tutor untuk Tutor UT. Publikasi ilmiah telah dilakukan dalam skala nasional, baik berupa proseding maupun artikel jurnal. Penulis dapat dihubungi pada email tinar@ecampus.ut.ac.id.



Dr. Ir. Nurul Huda, M.A., lahir di Jakarta 29 Juli 1963. Pendidikan Sarjana diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) dengan beasiswa TIDK Depdikbud pada tahun 1985; Selanjutnya gelar Master of Arts di bidang Psikologi Pendidikan diperoleh dari Univeristy Of Victoria, Canada, pada tahun 1994 dengan beasiswa CIDA. Gelar Doktor di bidang Ilmu Penyuluhan Pembangunan, diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2010

dengan Beasiswa BPPS. Saat ini penulis mengampu mata kuliah Dasar-dasar Penyuluhan Pertanian, Programa dan Evaluasi Penyuluhan Pertanian, serta

Psikologi Belajar Mengajar, pada Program Studi S1 Agribisnis, Universitas Terbuka. Penulis juga merupakan pengampu mata kuliah Metodologi Penelitian dan Studi Lapang pada Program Pasca Sarjana UT. Disamping menulis bahan ajar UT yang pernah mendapat penghargaan berupa insentif penulisan bahan ajar dari Dikti pada tahun 2008, penulis juga telah mempublikasikan monograf dan artikel pada jurnal tingkat nasional maupun internasional. Disamping menjadi Ketua Dewan Redaksi Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi Universitas Terbuka, saat ini penulis juga menjadi *Peer Reviewer* di tiga jurnal internasional. Penulis dapat dihubungi pada email nurul@ecampus.ut.ac.id.



Dr. Ir. Sri Harijati, M.A. lahir di Madiun, 11 September 1962. Gelar Sarjana Pertanian bidang Ilmu Tanah diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 1985; selanjutnya gelar Master of Arts di bidang Psikologi Pendidikan dari Univeristy Of Victoria, Canada, pada tahun 1995 dengan beasiswa CIDA. Gelar Doktor di bidang Ilmu Penyuluhan Pembangunan, diperoleh dari Institut Pertanian

Bogor (IPB) pada tahun 2006 dengan Beasiswa BPPS. Penulis mulai bekerja di UT tahun 1988, dan saat ini mengampu mata kuliah Dasar-Dasar Penyuluhan Pertanian dan mata kuliah Pembangunan Pertanian pada Program Studi S1 Agribisnis, serta matakuliah Metodologi Penelitian pada Program Pascasarjana Universitas Terbuka. “Pembelajaran Online” merupakan bidang kajian yang diminati saat ini. Pengalaman manajerial sebagai Kepala Pusat Pengabdian kepada Masyarakat LPPM-UT (2008-2010), sebagai Asisten Direktur Bidang Akademik pada Program Pascasarjana UT (2010-2013), dan Dekan FMIPA UT (2013-sekarang). Penulis dapat dihubungi pada email harijati@ecampus.ut.ac.id.



Adhi Susilo, S.Pt., M.Biotech.St., Ph.D., lahir di Purwokerto, 16 April 1970, menyelesaikan S1 Produksi Ternak di Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto pada tahun 1994. Pendidikan S2 Bioteknologi ditempuh di Adelaide, Australia Selatan tahun 2005-2007. Program Doktorat bidang Kurikulum dan Implementasi teori diselesaikan selama 3,5 tahun di Simon Fraser University, Canada tahun

2013. Saat ini penulis menjabat sebagai Ketua Program Studi Agribisnis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka. Berbagai seminar di dalam negeri maupun luar negeri pernah diikuti, antara lain Asian Association of Open University (AAOU) 2015 di Malaysia; seminar pendidikan jarak jauh di British Columbia, Canada tahun 2011; Educational Technology World Conference (ETWC) 2016 di Bali. Kursus-kursus mengenai pendidikan jarak jauh telah diikuti dalam berbagai kesempatan di dalam maupun luar negeri, baik sebagai peserta maupun nara sumber. Beragam artikel ilmiah telah ditulis dan diterbitkan pada berbagai jurnal nasional dan internasional. Artikel berjudul: "Importance-Satisfaction Analysis Of Face To Face Tutorial : A Case Studi At Universitas Terbuka" memperoleh penghargaan saat disajikan dalam kegiatan ETWC 2016. Penulis dapat dihubungi pada nomor 081399646475 dan email adhi@ecampus.ut.ac.id.



Wijanarko, SP, M.Si., lahir di Jakarta 4 April 1981. Pendidikan Srata 1 diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB) dengan mengambil Program Studi Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat pada tahun 2005. Pada tahun 2014 mendapatkan gelar Master of Science dengan bidang ilmu Komunikasi Pembangunan Masyarakat Pertanian dan Pedesaan di Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui beasiswa BPPS. Sejak tahun 2006 bekerja sebagai staf

akademik di Program Studi Agribisnis Universitas Terbuka, ditempatkan di UPBJJ UT Pontianak Kalimantan Barat. Saat ini penulis mengampu mata kuliah Dinamika Kelompok dan Organisasi Sosial dan Kepemimpinan. Organisasi profesi yang diikuti adalah sebagai anggota Perhimpunan Ahli Penyuluhan Pembangunan Indonesia (PAPPI). Penulis dapat dihubungi pada email wijanarko@ecampus.ut.ac.id.



Drs. Pramono Sidi, M.Si., lahir di Solo, 17 Juni 1953. Pendidikan sarjana Strata 1 Matematika diperoleh di Jurusan Matematika Fakultas Ilmu Pasti dan Ilmu Alam, Universitas Indonesia (FIPA-UI sekarang FMIPA-UI) pada tahun 1984. Gelar Magister di bidang Aktuaria diperoleh dari Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung (FMIPA-ITB) pada tahun 2001. Bekerja sebagai dosen di Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka (FMIPA-UT), dari tahun 1986 hingga sekarang. Pernah menjabat Ketua Jurusan Matematika (1993-1995), Pembantu Dekan I FMIPA UT (1995-1998). Saat ini mata kuliah yang menjadi ampunan utama adalah Matematika Finansial dan Matematika Aktuaria. Penulis mengembangkan Buku Materi Pokok untuk mahasiswa Program Studi Matematika dengan judul *Matematika Finansial* bersama Drs. Ribu Alam Malau, M.Si, dosen statistika pada Program Studi Statistika FMIPA-UT, diterbitkan oleh Penerbit Universitas Terbuka tahun 2005, serta buku referensi untuk mahasiswa Pascasarjana Program Pendidikan Matematika Universitas Terbuka dengan judul *Permulaan Matematika dalam Peradaban Bangsa-Bangsa: Kontribusi Budaya Jawa dalam Matematika* bersama dengan Agung Prabowo, S.Si, M.Si, dosen Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jenderal Soedirman (FMIPA-UNSOED), diterbitkan oleh Penerbit Universitas Jenderal Soedirman pada tahun 2014. Saat ini penulis aktif di organisasi profesi Indonesian Mathematics Society (Indo MS) sebagai anggota dan di Indonesian Operation Research Association (IORA) sebagai *scientific committee*. Penulis dapat dihubungi pada email pram@ecampus.ut.ac.id.



UNIVERSITAS TERBUKA

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

Penerbit Universitas Terbuka

Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang,
Tangerang Selatan - 15418, Banten - Indonesia
Telp. 021-7490941, Faks. 021-7490147
Website. www.ut.ac.id