



PROSIDING



SEMINAR NASIONAL

MATEMATIKA SAINS

DAN TEKNOLOGI

Peran
Matematika, Sains, dan Teknologi
dalam Mencapai Tujuan
Pembangunan Berkelanjutan
(SDGs)

ISSN: 2088-0014

4 Oktober 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dewan Redaksi

Penanggung Jawab :

Dr. Agus Santoso, M.Si.

Ketua :

Dr. Ir. Rinda Noviyanti, M.Si.

Penyunting Pelaksana :

Adhi Susilo, S.Pt., M.Biotech.St., Ph.D.

Dra. Dina Mustafa, M.Sc.

Dian Nursantika, S.Kom., M.Cs

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Tahunan Matematika, Sains, dan Teknologi Tahun 2018 FMIPA Universitas Terbuka dengan tema “Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)” telah dilaksanakan pada tanggal 4 Oktober 2018 di Universitas Terbuka Convention Center (UTCC), Pondok Cabe – Pamulang, Tangerang Selatan. Seminar Nasional dengan bidang kajian (1) Kedaulatan pangan dan energi; (2) Konsumsi dan pola produksi yang berkelanjutan; (3) Pemanfaatan dan konservasi biodiversitas Indonesia; (4) Ancaman global terhadap sumber daya alam Kita; (5) Pemanfaatan teknologi kebencanaan untuk mewujudkan Indonesia tangguh bencana; (6) Peningkatan infrastruktur, industrialisasi, dan inovasi yang berkelanjutan, diikuti oleh para akademisi dan praktisi dari berbagai perguruan tinggi negeri maupun swasta serta balai penelitian dan lembaga lainnya.

Seminar Nasional Tahunan Matematika, Sains, dan Teknologi Tahun 2018 merupakan tempat untuk berbagi ilmu dan informasi antar para akademisi, praktisi, masyarakat dan pemerintah daerah terkait dengan peran matematika, sains, dan teknologi dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Hasil seminar ini diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap pembangunan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Untuk mendiseminasikan makalah-makalah yang diseminarkan, telah disusun prosiding yang dikelompokkan sesuai dengan bidang kajian dan dipublikasikan juga secara online. Penerbitan prosiding Seminar Nasional ini diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga Prosiding ini dapat diterbitkan. Tidak lupa permohonan maaf kami sampaikan kepada pihak-pihak yang terkait apabila Prosiding ini belum memenuhi harapan dan masih terdapat kekurangannya.

Tangerang Selatan, Desember 2018

Ketua Panitia Seminar

Dr. Ir. Rinda Noviyanti, M.Si.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR		iii
DAFTAR ISI		iv
MODEL DINAMIK PENYEDIAAN AIR BAKU MELALUI PENDEKATAN <i>WATER SENSITIVE CITY</i> DI DAS CILIWUNG HULU (KASUS DESA BENDUNGAN, KECAMATAN CIAWI, KABUPATEN BOGOR)	Agus Susanto	1 - 13
ULASAN KRITIS TENTANG TEORI BIOGEOGRAFI PULAU	Elizabeth Novi Kusumaningrum, Budi Prasetyo	14 - 27
ANALISIS PENGELUARAN KONSUMSI RUMAH TANGGA DI KABUPATEN/KOTA SE-PROVINSI RIAU TAHUN 2013-2017	Dede Firmansyah	28- 37
ANALISIS <i>RANDOM FOREST</i> PADA KLASIFIKASI <i>CART</i> KETIDAKTEPATAN WAKTU KELULUSAN MAHASISWA UNIVERSITAS TERBUKA	Gede Suwardika, I Ketut Putu Suniantara	38 - 46
PENENTUAN INDIKATOR KEMISKINAN PENDUDUK INDONESIA TAHUN 2017 DENGAN PEMODELAN <i>SPARSE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS</i>	Georgina Maria Tinungki	47 - 60
PENJADWALAN PROSES PRODUKSI PADA INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN METODE ALJABAR <i>MAX-PLUS</i>	Auliansyah, Ulfasari Rafflesia, Yulian Fauzi	61 - 67
POTENSI KABUPATEN NGANJUK SEBAGAI PENYANGGA SUPLAI STOK BAWANG MERAH DI PROPINSI JAWA TIMUR	Dwi Iriyani	68 - 77
UPAYA PENCEGAHAN ANEMIA PADA REMAJA PUTERI SEBAGAI PILAR MENUJU PENINGKATAN KESEHATAN IBU	Ila Fadila, Heny Kurniawati	78 - 89
PROSES ADOPSI PETANI DALAM PROGRAM SEKOLAH LAPANG PERTANIAN BERKELANJUTAN DI KABUPATEN KAUR, PROVINSI BENGKULU	Lina Asnamawati, Dem Vi Sara, Alni	90 - 96
ANALISIS PANGSA PASAR DAN KONSENTRASI PASAR BAWANG MERAH LOKAL VARIETAS LEMBAH PALU DI KEC. SIGIBROMARU	Nurdyah	97 - 104
TINGKAT KEPEDULIAN NELAYAN PANCING DI PPN AMBON TERHADAP PENDIDIKAN	Meitha Monita Kaihatu, Rinda Noviyanti, Lilian Sarah Hiariey	105 - 110

POTENSI ANTIBIOTIK EKSTRAK ETANOL DAUN TAPAK DARA (<i>CATHARANTHUS ROSEUS</i> (L.) G. DON) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI <i>STREPTOCOCCUS PYOGENES</i>	Nita Artiningsih Sayekti, Muhammad Alan Maulana, Pajriah Nurhasanah, Triastinurmiatiningsih	111 - 121
PONTENSI ENERGI LISTRIK DARI BUAH-BUAHAN (STUDI EKSPERIMEN BESARNYA TEGANGAN, ARUS, DAN DAYA PADA BEBERAPA BUAH-BUAHAN YANG ADA DI LINGKUNGAN SEKITAR)	Mujadi	122 - 130
PENGARUH KOMBINASI BAHAN PENYUSUN TERHADAP PENURUNAN RASIO C/N DALAM KOMPOSTING TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)	Tejo Susanto, Adhi Susilo	131 - 143
TINGKAT KEPEDULIAN NELAYAN PANCING DI PPN AMBON TERHADAP FAKTOR EKSTERNAL	Rinda Noviyanti, Meitha Monita Kaihatu, Lilian Sarah Hiariey	144 - 149
PENERAPAN MANAJEMEN PENGADUAN BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI DIKECAMATAN CIBINONG KABUPATEN BOGOR	Mawar, Retnowati WD Tuti	150 - 160
PENERAPAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PUSKESMAS (SIMPUS) DALAM MENINGKATKAN PELAYANAN DI PUSKESMAS SAWANGAN, DEPOK	Nida Handayani, Izzatusholekha	161 - 170
IMPLEMENTASI POLA PIKIR MATEMATIKA DIVERGEN DALAM HUBUNGANNYA DENGAN UPAYA MENGISI PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN	Tukimin Pramono	171 - 182
HUBUNGAN KEDINAMISAN KELOMPOK DENGAN TINGKAT KESADARAN KRITIS PEMUDA DALAM KEMANDIRIAN BERUSAHA	Wijarnako	183 - 190

MODEL DINAMIK PENYEDIAAN AIR BAKU MELALUI PENDEKATAN WATER SENSITIVE CITY DI DAS CILIWUNG HULU (KASUS DESA BENDUNGAN, KECAMATAN CIAWI, KABUPATEN BOGOR)

Agus Susanto

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Terbuka

email korespondensi: sugus@ecampus.ut.ac.id

ABSTRACT

Raw water supply in the rural area still relies on the natural resources (classical), i.e. groundwater, springs, and local water supply company (PDAM) with distribution service 10%, consequently, the village community experience vulnerability of water supply in dry season. Therefore, it is needed to provide a sustainable water supply through concern for new water paradigm with water sensitive city (WSC) approach. This research aims to design a dynamics model of development of raw water supply infrastructure with a concern for new water paradigm. The analysis uses dynamics system with Powersim version 2.5a. The simulation results reveal: (a) with business as usual scenario the raw water supply of Bendungan village is only sufficient for 10 years in the future, i.e. in 2025. The condition is very vulnerable, because the raw water supply is less than the water demand, (b) with concern for water scenario through infrastructure: retention basin, domestic wastewater treatment (DWT), and industry wastewater treatment (IWT), raw water supply increase 71% from 10 years to 48 years in 2063.

Kata kunci: *water infrastructure, concern of water, raw water*

PENDAHULUAN

Selama ini, peran desa kurang difungsikan, sehingga desa kurang mandiri, karena peran desa dalam pembangunan masih dipandang dengan perspektif sempit akibat kualitas SDM yang masih rendah. Peran desa hanya sebatas pelayanan administrasi seperti pengurusan Kartu Tanda Penduduk (KTP), pembayaran Pajak Bumi dan Bangunan (PBB), surat nikah dan lain-lain. Potensi desa kurang diberdayakan padahal berdasarkan UU No. 6 tahun 2014, peran desa bisa sangat luas, karena desa merupakan satu kesatuan masyarakat hukum, yang berwenang untuk mengatur dan mengurus pemerintahan dan kepentingan masyarakat setempat, berdasarkan prakarsa masyarakat, hak asal usul, dan/atau hak tradisional yang diakui dan dihormati dalam sistem pemerintahan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Akibat kebijakan masa lalu tersebut, maka berdampak pada perlambatan pembangunan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor air bersih. Pada penyediaan air bersih di perdesaan masih mengandalkan ketersediaan alam seperti air sungai, mata air atau sumur, setu/embung dan lain-lain, sehingga akses terhadap air bersih masih rendah yaitu sebesar 44,8%, dan yang sudah terlayani dengan pipanisasi baru mencapai 8.60% (Masduki, Endah, Soedjono, Hadi, 2007), akibatnya posisi masyarakat perdesaan terhadap ketersediaan air relatif rawan baik dari segi potensi maupun akses, karena variasi alam dalam menghasilkan air sangat menentukan bagaimana kebutuhan air baku masyarakat perdesaan akan dapat dipenuhi (Purwakusuma, Baskoro, Sinukaban, 2011), Fenomena tersebut diperkuat oleh laporan

MDGs yang menyatakan bahwa proporsi rumah tangga dengan akses berkelanjutan terhadap sumber air minum yang layak di perdesaan adalah 44.96% padahal targetnya adalah 65.81% (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2010).

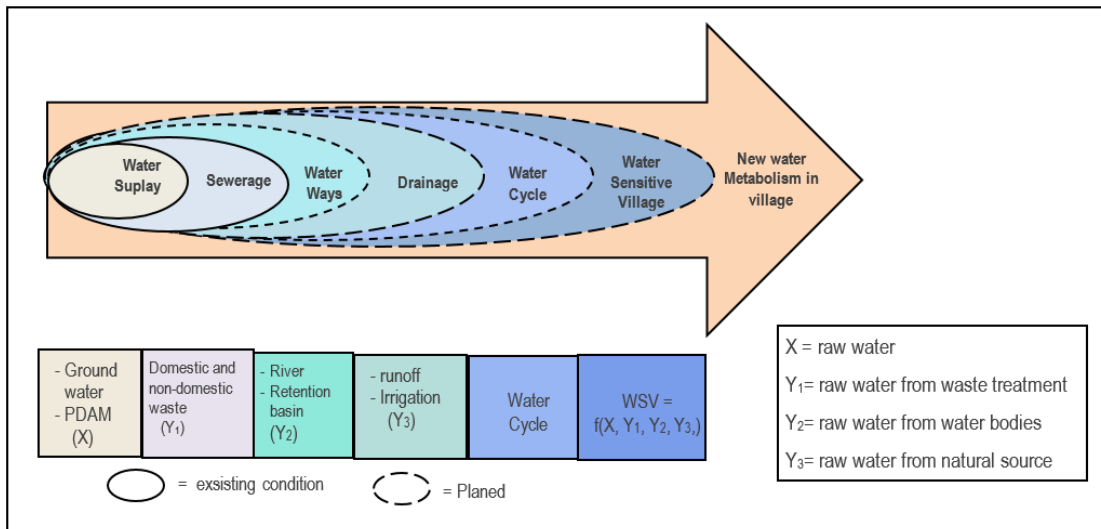
Selain itu, masalah pengembangan infrastruktur dalam penyediaan air baku seperti bak penampung air, embung, sumur resapan belum dilaksanakan dengan baik, dengan alasan klasik yaitu keterbatasan dana, untuk itu diperlukan upaya pengembangan infrastruktur air perdesaan melalui peningkatan kapasitas SDM yang berupa sosialisasi yang terdiri dari: pelatihan, penyuluhan, dan pendampingan.

Masalah penyediaan air baku di perdesaan tersebut dialami juga oleh desa Bendungan, dimana berdasarkan analisis neraca air menunjukkan desa Bendungan mengalami defisit air dalam 1 tahun selama 5 bulan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah, baik pemerintah pusat maupun daerah, LSM, maupun masyarakat sendiri baik secara individual maupun komunal, namun masih menggunakan metode konvensional antara lain dengan membangun sarana dan prasarana air bersih yang berorientasi pada proyek. Kegiatan tersebut belum melibatkan aparatur desa dan masyarakat, sehingga hasilnya kurang optimal, dan tidak berkelanjutan. Untuk itu dilakukan penelitian model dinamik peningkatan peran desa dalam penyediaan air baku melalui pengembangan infrastruktur yang integratif dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *water sensitive city*.

Konsep berfikir dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan *water sensitive city*, dimana desa merupakan sebuah tampungan air (*retention pond*), semua air ditampung baik air hujan maupun air buangan baik dari domestik maupun nondomestik (Wong, & Brown, 2008). Untuk mencapai *Water Sensitive City* dengan skema pengembangan infrastruktur air adalah sebagai berikut:

1. Suplai air baku perdesaan yaitu dari: air tanah, mata air, PDAM
2. *Reuse grey water* yaitu sisa-sisa air buangan baik domestik maupun nondomestik
3. Pemanfaatan kanal air (sungai, parit)
4. Saluran pembuang alami (drainase, irigasi)
5. *Recycle* limbah industri

Dari kelima skema tersebut, melalui kepedulian air dapat memfasilitasi penyediaan air yang tidak hanya air baku dan pembuangan air (drainase) tetapi menyertakan pengolahan limbah. Pendekatan *Water Sensitive City* (WSC) mempunyai paradigma bahwa kelima skema tersebut tidak hanya sebagai suplai air, badan air, dan drainase tetapi sekaligus memfasilitasi penyediaan tambahan *recycle* dan 3 R (*reuse*, *reduse*, dan *recharge*) yang terintegrasi dengan mitigasi sejenis (Gambar 1).



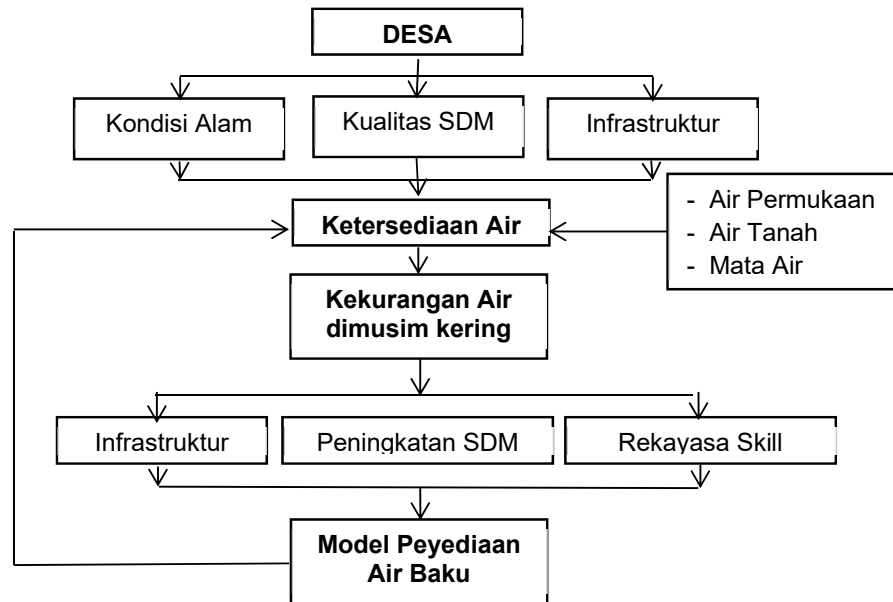
Gambar 1

Penyediaan air baku di tingkat desa yang berkelanjutan dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *Water Sensitive City* Modifikasi dari (Wong, and Brown, 2009)

Untuk mengimplementasikan WSC diperlukan suatu metode yaitu *Water Metabolism City* (WMC), karena WSC merupakan pemahaman atau konsep, sedangkan WMC adalah metode atau model dalam pengelolaan air suatu kawasan, yang prinsipnya mengikuti siklus hidrologi yang terdiri dari *water inflow*, *water process*, dan *water outflow* (Paolini, and Cecere, 2015)

Berdasarkan dua pendekatan tersebut (WSC dan WMC), maka dalam penelitian ini digunakan paradigma baru yaitu kepedulian air. Pencapaian paradigma kepedulian air di tingkat desa ini melalui pembangunan infrastruktur agar dapat memenuhi kebutuhan air jangka panjang. Untuk itu, maka dibutuhkan peran aktif dari perangkat desa maupun masyarakat, agar masyarakat tidak hanya sebagai obyek, tetapi sekaligus sebagai subyek.

Harapan dari paradigma kepedulian air adalah untuk mengatasi desa dimasa depan yang akan mengalami kekeringan, sehingga perlu menambah ketersediaan air dengan membangun infrastruktur, serta melibatkan peran desa. Kerangka analisis dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 2.



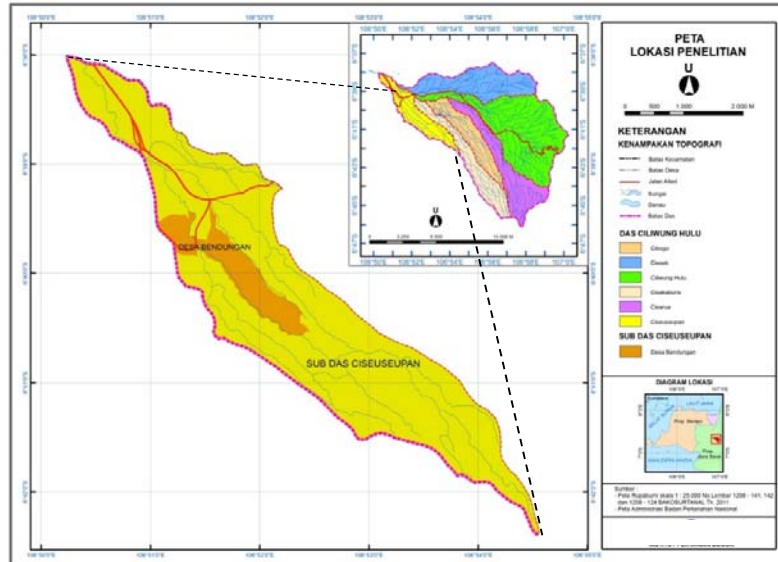
Gambar 2
 Kerangka analisis penelitian

Tujuan dari makalah ini adalah membuat model dinamik penyediaan air baku desa dalam pengembangan infrastruktur air perdesaan dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *water sensitive city*.

METODELOGI PENELITIAN

Pemilihan lokasi penelitian adalah berdasarkan hasil analisis ketersediaan air yang menggunakan pendekatan neraca air di masing-masing sub DAS di DAS Ciliwung Hulu, dan hasilnya: Sub DAS Ciseuseupan merupakan Sub DAS yang paling tidak cukup air diantara 6 sub DAS (Sub DAS Ciesek, Ciliwung Hulu, Ciasarua, Cibogo, Cisakabirus, dan Ciseuseupan). Sub DAS Ciseuseupan dalam 1 tahun mengalami defisit air selama 5 bulan, dan Desa Bendungan merupakan salah satu desa dari 8 desa yang ada di Sub DAS Ciseuseupan yang paling tidak cukup sumber air sehingga diperlukan antisipasi. Lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 3.

Bahan yang digunakan berupa data sekunder dan primer. Data sekunder diperoleh dari Badan Statistik Kecamatan Ciawi tahun 2010-2015, RTRW Kabupaten Bogor tahun 2016-2036, curah hujan Stasiun Gadog selama 10 tahun (2005-2014), peta rupa bumi DAS Ciliwung Hulu skala 1:25.000, dan literatur yang berkaitan dengan penyediaan air. Data primer diperoleh berdasarkan wawancara mendalam dengan pakar yaitu: Staf Dinas PU Propinsi Jawa Barat, Staf Camat Ciawi, tokoh masyarakat desa Bendungan, dan dosen dari IPB sebagai narasumber ahli untuk memvalidasi data, serta observasi lapangan. Analisis data menggunakan pendekatan *dynamic system* dengan *tool Powersim* versi 2.5c.

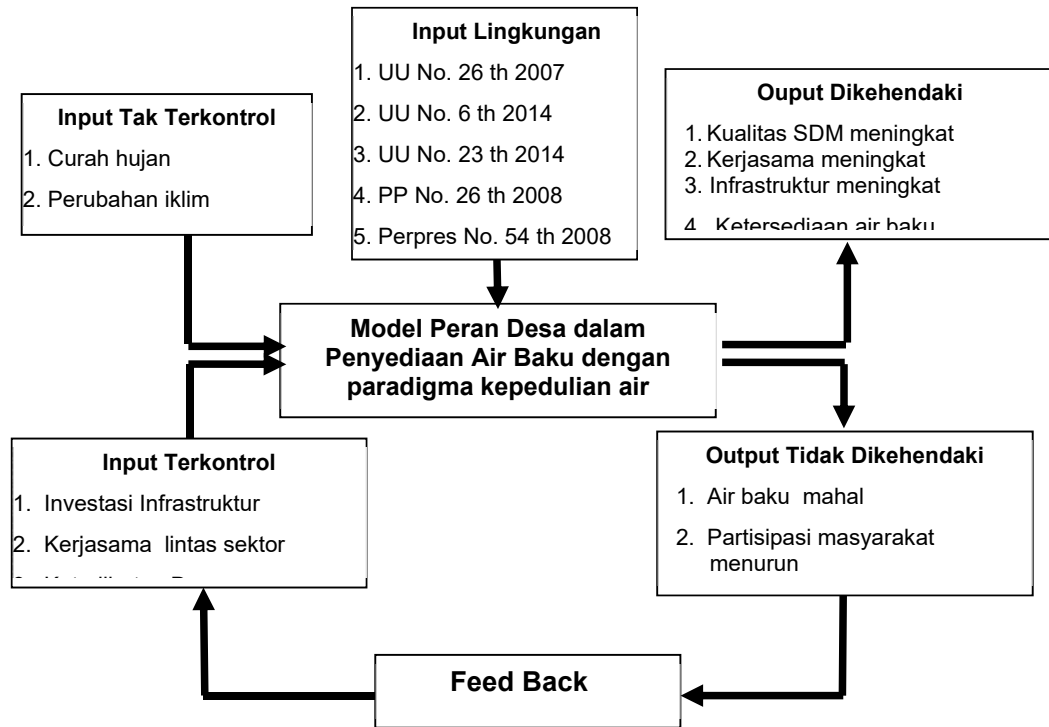


Gambar 3
Lokasi penelitian, Desa Bendungan, Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor

Dalam penyelesaian masalah yang menggunakan ssstem dinamik, terdapat 5 tahapan (Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001), yaitu:

- a. Analisis kebutuhan; dalam analisis ini diawali dari analisis *stakeholders*. Secara umum *stakeholder* yang terlibat dalam penelitian ini adalah: Aparat desa, masyarakat, Pemerintah Daerah Kabupaten Bogor, Dinas PU Kabupaten Bogor, Kementerian Desa dan Daerah Tertinggal, dan LSM
- b. Identifikasi sistem; digambarkan dalam diagram *input-output (Black Box)*, yang terdiri dari *input* terkontrol, *input* tidak terkontrol, *output* dikehendaki dan *output* tidak dikehendaki (Gambar 4)
- c. Simulasi model; dalam simulasi model, diawali dengan penyusunan *causal loop*, dilanjutkan dengan penyusunan struktur model. Dalam penyusunan *causal loop* terdiri dari faktor-faktor utama yang terdiri dari 2 sub sistem yaitu: (a) *system suplay* (ketersediaan air), (b) sistem kebutuhan air (*water demand*),
- d. Validasi model; Validasi model digunakan untuk memastikan bahwa model sesuai dengan kondisi saat ini, sehingga perlu dilakukan uji validasi. Dalam makalah ini yang dipakai adalah validasi kinerja model dengan data empiris yang menggunakan uji statistik, dengan batas penyimpangan maksimal 10%, sedangkan yang digunakan adalah satu variabel pada komponen utama (Bartas, 1996) dalam (Suryani, 2014). Adapun metode yang digunakan adalah *Absolute Mean Error (AME)*, dan *Absolute Variation Error (AVE)*
- e. Simulasi; Skenario yang dipakai dalam simulasi meliputi:

1. *Business as Usual* yaitu skenario alami yang dilakukan oleh desa tanpa melalui intervensi, baik oleh Pemerintah maupun pihak swasta.
2. Kepedulian air melalui pendekatan *Water Sensitive City* dengan pengembangan infrastruktur air baku perdesaan yang terdiri dari embung, Instalasi Pengolah Limbah Domestik (IPLD), dan Instalasi Pengolah Limbah Industri (IPLI).



Gambar 4
Digram Input Out put penyediaan air baku dengan paradigma kepedulian air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara hidrologis Desa Bendungan terletak di Sub DAS Ciseuseupan dengan luas wilayah 1.33 km², yang tersusun atas 11 RW, dan 48 RT. Jumlah penduduk pada tahun 2015 sebesar 10.198 jiwa, dengan 5.112 laki-laki, dan 5.086 perempuan. Kepadatan penduduk sebesar 7.668 jiwa/km², dan tingkat pertumbuhan penduduk 1.2%. Mayoritas penduduk bergerak di sektor wiraswasta yakni perdagangan dan jasa (60%).

Secara konseptual ketersediaan air baku desa Bendungan berasal dari alam dan rekayasa yang dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

- (1) Suplai air perdesaan yang terdiri dari: air tanah, yang diekstrak melalui sumur gali yang berjumlah 784, dan sumur pompa yang berjumlah 157, serta mata air di tebing-tebing sungai yang berjumlah 5 kemudian ditampung di bak penampung secara komunal (BPS, 2015) dan dari PDAM Tirta Kahuripan Cabang Pelayanan X Ciawi, namun distribusi pelayanan masih rendah yakni 10% (sebagai output air = X),

(2) Air permukaan (badan air) yaitu anak sungai Ciseuseupan yang mempunyai sifat aliran *perennial* (sungai yang ada airnya sepanjang tahun) (sebagai input air baku = Y_1),

Dari 2 sumber air baku tersebut, maka jumlah total ketersediaan air baku desa Bendungan adalah 5.3×10^5 m³/tahun. Volume ketersediaan air baku tersebut akan mengalami menyusutan, karena suplay air dari air permukaan dan air tanah akibat alih fungsi lahan, akibatnya adalah air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah langsung terbuang (terdrainase) ke saluran pembuang (parit, sungai dan lain-lain), dan yang masuk ke dalam tanah sebagai air tanah (*infiltrasi*) hanya $\pm 20\%$.

Kebutuhan air baku penduduk Desa Bendungan pada tahun 2015 yaitu sebesar 4.7×10^5 m³/tahun, yang terdiri dari:

1. Kebutuhan air domestik (penduduk) pada tahun 2015 berjumlah 10.198 jiwa yaitu sebesar 4.5×10^5 m³/tahun, (kebutuhan air bersih penduduk sebesar 100 liter/jiwa/hari, karena desa Bendungan terletak di kawasan *suburban* (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003),
2. Kebutuhan air nondomestik yang meliputi fasilitas umum besarnya 10% dari jumlah KK (Sarwoto, 2005) dalam (Setyanto, Wijayanti, Setyawan, 2006), yaitu sebesar 2.2×10^4 m³/tahun,
3. Kebutuhan untuk industri, dimana yang berkembang adalah industri kecil dan rumah tangga yang berjumlah 99 yaitu sebesar 1.8×10^4 m³/tahun (standar kebutuhan air industri kecil = 180 m³/unit/tahun) (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003).

Validasi Model

Untuk memastikan bahwa model sesuai dengan kondisi saat ini, maka dilakukan uji validasi melalui kinerja model dengan batas penyimpangan maksimal 10%. Variabel yang digunakan adalah penduduk sebagai komponen utama. Dengan menggunakan metode AME dan AVE, hasilnya disajikan dalam Tabel 1, dimana nilai AME dan AVE lebih kecil dari 10%, yaitu 0.302 – 0.531 % untuk AME, dan 1.821 – 3.209 % untuk AVE, sehingga dapat disimpulkan bahwa model tersebut memiliki kinerja yang baik, relatif tepat dan dapat diterima secara ilmiah.

Tabel 1
Hasil perhitungan nilai AME dan AVE dalam uji validitas kinerja model

No.	Tahun	Jumlah Penduduk Desa Bendungan		Uji Validasi Kinerja	
		Aktual	Simulasi	AME	AVE
1.	2013	10.152	10.244	0.302	1.821
2.	2014	10.179	10.323	0.409	2.466
3.	2015	10.198	10.402	0.531	3.209

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

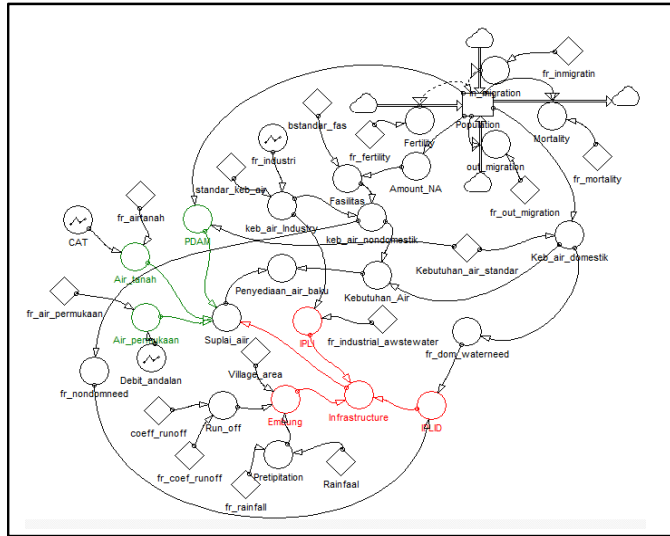
Simulasi

Berdasarkan data suplai dan deman air baku di Desa Bendungan tersebut, kemudian dibuat simulasi. Langkah pertama dalam pembuatan model yaitu dengan membuat diagram kausatik dengan faktor-faktor utamanya yang terdiri dari 2 sub sistem yaitu: (a) sistem suplai (ketersediaan air), (2) sistem kebutuhan air, kemudian disusun struktur model. Dalam struktur model terdapat 3 sumber air baku yaitu: (1) kondisi *business as usual* dimana penyediaan air baku hanya berasal dari air permukaan, air tanah dan PDAM, (2) kondisi kepedulian air dalam penyediaan air baku dengan mengembangkan infrastruktur yaitu: embung, IPLD, dan IPLI. Struktur model dinamik peran desa dalam penyediaan air baku melalui paradigma kepedulian air dengan pendekatan *water sensitive city* melalui pengembangan infrastruktur disajikan dalam Gambar 5.

Skenario

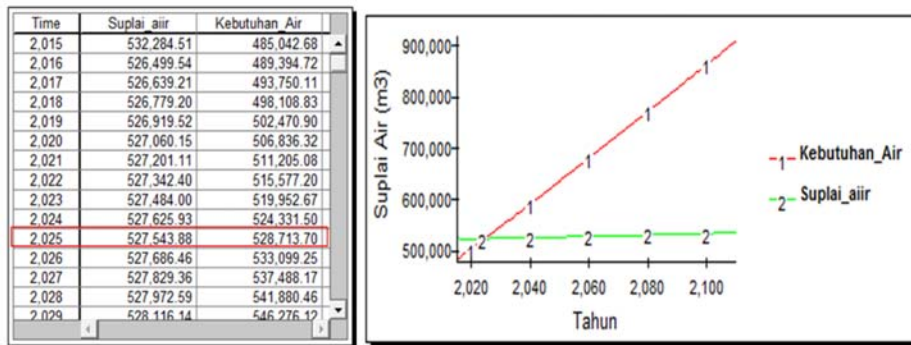
Business as Usual

Hasil simulasi dengan sistem dinamik dengan paradigma *Busniss as usual* menunjukkan bahwa: apabila kondisi penyediaan air baku tersebut dibiarkan terus menerus tanpa ada perlakuan dan intervensi dari pemerintah maupun pihak swasta, maka dalam kurun waktu 10 tahun ke depan yaitu pada tahun 2025 yaitu sebesar 5.3×10^5 m³, maka ketersediaan air baku di desa Bendungan mengalami defisit, yaitu suplay air baku lebih kecil dari kebutuhan air. Hal ini terjadi karena jumlah penduduk yang makin meningkat mengikuti deret ukur dengan tingkat pertumbuhan 1.2% per tahun, sehingga kebutuhan akan air baku juga akan meningkat, ditambah dengan gaya hidup masyarakat yang cenderung konsumtif, sedangkan suplai air baku justru makin menurun dari air permukaan yaitu sebesar 0.1%/th, dan air tanah 0.09%/th, akibat alih fungsi lahan, dimana telah terjadi penurunan tutupan lahan hijau yang cukup masif yaitu dengan laju 1.95% per tahun dan peningkatan penggunaan lahan untuk permukiman dengan laju sebesar 12.34% per tahun (Suwarno, Kartodihardjo, dan Pramudya, 2011), disamping itu akibat perubahan iklim yang akhir-akhir ini melanda hampir wilayah Indonesia. Hasil pemodelan penyediaan air baku di Desa Bendungan dengan *scenario Buisness as usual* disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 5

Struktur model dinamik penyediaan air baku dengan paradigma kepedulian air melalui pendekatan *water sensitive city* melalui pengembangan infrastruktur di Desa Bendungan



Gambar 6

Simulasi penyediaan air baku Desa Bendungan dengan skenario *Business as Usual*

Kepedulian Air

Dalam paradigma kepedulian air melalui pendekatan WSC yang diimplementasikan melalui WMC terdapat 3 (tiga) skema yaitu:

1. *Water inflow*, yaitu *input* dari sumber air perdesaan yang terdiri dari:
 - suplai air perdesaan, sebagai sumber utama air baku (X)
 - kanal air perdesaan (Y₁)
2. *Water process* yang meliputi:
 - *runoff* yang ditampung melalui embung atau *retention basin* (Y₂)
 - infiltrasi sebagai cadangan air tanah (Y₂)
3. *Water outflow* yang meliputi:
 - penampungan limbah domestik, nondomestik, dan industri (Y₃)
 - *runoff* yang diolah bersama dengan limbah domestik (Y₃)

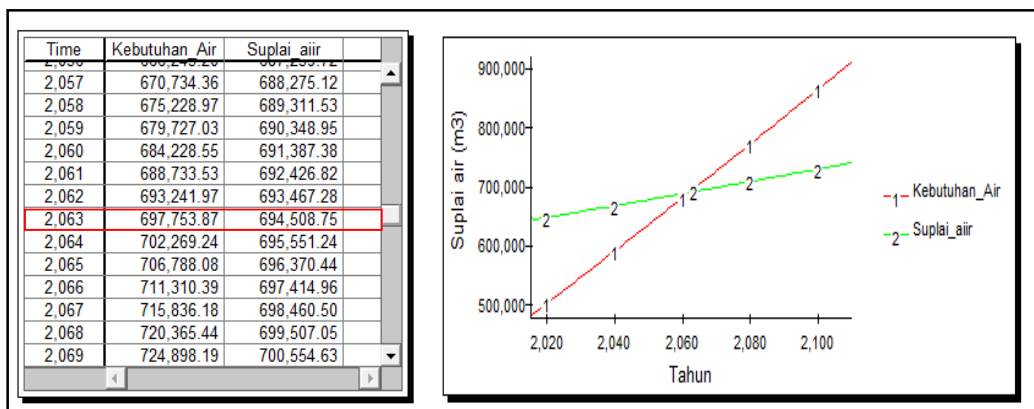
Sehingga formula dari WMC adalah fungsi dari 4 skema tersebut yaitu:

$$\text{WMC} = f(X, Y_1, Y_2, Y_3).$$

Untuk implementasi paradigma tersebut diperlukan infrastruktur (tampungan) air perdesaan, yang meliputi:

- Embung; yaitu suatu wadah untuk pemanenan air hujan. Air hujan yang jatuh dipermukaan tanah ditampung terlebih dahulu sebelum masuk ke saluran pembuang. Tujuannya adalah agar air hujan yang jatuh tidak lekas di buang ke saluran pembuang, tetapi ditahan dengan embung (*retention pond*). Fungsi embung disamping sebagai penyimpanan air, juga berfungsi sebagai pengendali banjir.
- Penampung limbah domestik komunal (IPLD); yaitu air sisa buangan baik dari domestik maupun nondomestik ditampung secara komunal. Yang ditampung adalah limbah dari: dapur, kamar mandi, dan lain-lain. Asumsi yang digunakan adalah setiap orang akan menghasilkan limbah air buangan sebesar 70% dari kebutuhan air baku, dan untuk non domestik air buangannya adalah 70% dari kebutuhan air baku (Haug, 1998),
- Instalasi Pengolah Air Limbah industri (IPLI); yaitu limbah sisa produksi industri yang besarnya 10% dari kebutuhan air baku industri (Haug, 1998) diolah kembali (*recycle*), dimana setiap industri membangun 1 IPAL sederhana, bisa juga beberapa industri yang sejenis membuat IPAL komunal.

Hasil simulasi skenario menunjukkan bahwa: penyediaan air baku meningkat secara signifikan, karena mengalami kenaikan sebesar 71% yaitu dari 10 tahun menjadi 48 tahun yaitu pada tahun 2063, dimana ketersediaan dan kebutuhan air baku mencapai $7.0 \times 10^5 \text{ m}^3$. Hasil simulasi disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7

Hasil simulasi penyediaan air baku desa Bendungan dengan paradigma kepedulian air melalui WSC dan WMC

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi dengan berbagai skenario tersebut, maka yang bisa diterapkan adalah dengan pembuatan dan pengembangan infrastruktur air perdesaan, meliputi:

1. Membuat embung (*retention pond*), setiap RW 1 embung sehingga berjumlah 11 embung, dengan dimensi panjang 20 m, lebar 10 m, dan kedalaman 2 m, yang mampu menampung air hujan sebesar 400 m³. Dalam desain embung disesuaikan dengan lahan yang tersedia, dan topografi (Siregar, Rosadi, Arifaini, 2011), dan (Utami, Nalendra, Sriyana, Nugraha, 2015)
2. Membuat instalasi penampungan air buangan baik dari rumah tangga maupun fasilitas umum secara komunal (IPLD), dimana setiap RT 1 IPLD, sehingga jumlahnya adalah 48 IPLD, dengan dimensi: panjang 3 m, lebar 3 m, dan kedalaman 1,5 m, yang mampu menampung 12 m³. Dalam desain IPLD disesuaikan dengan topografi (Prisanto D.E, Yanuwiyadi B, Soemarno, 2015)
3. Membuat instalasi *recycle* air limbah industri rumah tangga (IPLI), bisa dilakukan secara komunal untuk industri yang sejenis, dan individu bagi industri yang beragam, dengan dimensi yang disesuaikan dengan produksinya.

Kendala yang dihadapi dalam skenario ini terletak pada biaya, karena untuk membangun embung yang jumlahnya cukup banyak yaitu 11 dan instalasi penampung air buangan komunal (IPLD) yang jumlahnya 48 membutuhkan dana yang cukup besar, sehingga tidak bisa dilaksanakan bersamaan, tetapi dapat dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dari pembuatan 2 IPLD dan 1 embung setiap tahunnya, atau pembangunan embung dahulu, baru tahun berikutnya pembuatan IPLD. Untuk dana atau pembiayaan bisa diambil dari dana desa yang digulirkan oleh Pemerintah Pusat melalui Kementerian Desa dan Daerah Tertinggal, dan swadaya masyarakat, atau dapat bekerjasama dengan institusi lain dengan memanfaatkan dana CSR, sehingga masyarakat merasa memiliki, sehingga mereka akan merawat infrastruktur tersebut.

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Model yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendorong peran desa dalam pengembangan infrastruktur air perdesaan untuk penyediaan air baku dengan tingkat validitas kinerja antara 0.9-2.0%, melalui 2 sub sistem yaitu: ketersediaan air, dan kebutuhan air, sehingga dapat diterapkan.
2. Aplikasi model dengan berbagai skenario hasilnya adalah sebagai berikut:

- a. Dengan pendekatan *business as usual*, penyediaan air baku di kawasan perdesaan (Desa Bendungan) hanya mampu sampai 10 tahun ke depan yaitu pada tahun 2025, artinya suplai air baku lebih kecil dari pada kebutuhan air.
- b. Dengan paradigma kepedulian air pendekatan WSC yang implementasinya dengan WMC melalui pengembangan infrastruktur: embung, IPLD, dan IPLI, maka penyediaan air baku meningkat sebesar 71%, yaitu dari 18 tahun menjadi 58 tahun ke depan yaitu pada tahun 2063, dengan kebutuhan dan ketersediaan air sebesar $7.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{tahun}$

Saran

Penerapan model dengan berbagai skenario yang diterapkan hanya yang menghasilkan skenario optimal karena dapat memenuhi kebutuhan air baku sampai tahun 2063, upaya untuk mencapai skema tersebut adalah dengan:

1. Dibentuk kelembagaan atau badan pengelola, karena keberhasilan suatu kegiatan/usaha salah satunya ditentukan oleh mekanisme peran antar kelembagaan (Dunn, 2003).
2. Selain pembangunan infrastruktur air perdesaan, masyarakat dihimbau membuat sumur resapan melalui biopori, dan tampungan atap.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartas Y., 1996, *Formal Aspect of Model Validity and Validation of System Dynamics*, System Dynamics Rev.12 ([http://www. Albany.edu/cp/sds/sdcourses](http://www.Albany.edu/cp/sds/sdcourses)).
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, *Standar Penggunaan Air Bersih*. Ditjen Cipta Karya, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Dunn W.N., 2003. *Pengantar Analisis Kebijakan Publik*. Gadjahmada University Press. Yogyakarta
- Haug H.P., 1998, *Water Suplay Engineering, Centre for Infrastructure Planning*, University of Stuttgart
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2010, *Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium di Indonesia 2010*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta
- Masduki A., Endah N., Soedjono ES, Hadi W., 2007, "Capaian Pelayanan Air Bersih Perdesaan sesuai Melenium Development Goals Kasus DAS Brantas", *Jurnal Furifikasi vol 8 No. 2, Desember 2007*, 115-120.
- Muhammadi, E., Aminullah, B., dan Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. UMJ Press. Jakarta

- Paolini F., Cecere C., 2015, *Improvement of Urban Water Metabolism at The District Level for a Mediterranean Compact City*, Cisbat 2015, Lausanne, Switzerland; 481-486
- Prisanto D.E, Yanuwiyadi B, Soemarno, 2015, "Studi pengelolaan IPAL domestik komunal di Kota Blitar", *Jurnal Pengelolaan Air Limbah*, vol 6 No. 1; 74-80
- Purwakusuma W. Baskoro TDP. Sinukaban N., 2011, *Mengatasi Krisis Air di Desa*, dalam buku Menuju Desa 2030, Pohon Cahaya, Yogyakarta
- Sarwoto, 2005, "*Penyediaan air bersih*", vol. 1, Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Setyanto O., Wijayanti Y, Setyawan A, 2006, "Rencana Tindak (*Action Plan*) dan Analisis Penyediaan Air Bersih di Provinsi NTB", *Jurnal Teknik Sipil vol. 6 No. 2 April 2006*, Fakultas Teknik Universitas Mataram
- Siregar A.M., Rosadi, R.A.B., Arifaini. N., 2011, "Maksimalisasi Desain Embung Sebagai Sumber Air Irigasi untuk Memenuhi Kebutuhan Air Tanaman Tebu", *Jurnal Rekayasa*, vol 15 No. 1; 1-12
- Suryani E.A., 2014, "Permodelan dan simulasi untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen distribusi air menggunakan pendekatan sistem", *Jurnal Teknik POMITS*, vol 1 No. 1; 1-6
- Suwarno J., Kartodihardjo H., dan Pramudya H., 2011, "Pengembangan Kebijakan Pengelolaan Berkelanjutan DAS Ciliwung Hulu, Kabupaten Bogor", *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, vol. 8 No. 2, Agustus 2011.
- Utami H.A., Nalendra G.S., Sriyana, Nugraha P., 2015, "Perencanaan Embung Somasari di Jepara", *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol 4 No. 4; 529-537, <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Wong T.H.E., and Brown R., 2008, Transitioning to Water Sensitive Cities: Ensuring Resilience through a new Hydro-Sosial Contract, *11th International Conference on Urban Drainage*, Edinberg, Scotland, UK, 1-10
- Wong T.H.F., and Brown R., 2009, *The water sensitive city: principles for practice*. Water Science and Technology, 60(3),pp.673-682.

ULASAN KRITIS TENTANG TEORI BIOGEOGRAFI PULAU

Elizabeth Novi Kusumaningrum¹, Budi Prasetyo²

^{1,2}Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka

email korespondensi : novi@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan biodiversitas yang sangat besar baik yang ada di daratan maupun di lautan. Kondisi tersebut didukung oleh posisi geografi Indonesia yang terdiri atas kepulauan dengan karakteristik pulau-pulau yang bervariasi dan unik. Berdasarkan proses terjadinya daratan yang berada di wilayah Indonesia dan hasil riset Wallace dan Weber, terbukti sebaran flora dan fauna Indonesia terbagi menjadi 3 wilayah, yaitu Sundaland (Indonesia bagian barat), Wallacea, dan Sahulland (Indonesia bagian timur). Sundaland dan Wallacea merupakan wilayah dengan kerapatan dan kekhasan biodiversitas yang relatif tinggi, dan seringkali dikategorikan dalam hotspot biodiversitas. Selanjutnya Sahulland yaitu wilayah Indonesia lain yang masih memiliki ekosistem alami dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Wallacea dan Sahulland memiliki perbedaan karakter biota antarkelompok yang menarik untuk dipelajari. Tulisan ini bertujuan untuk mengulas secara rinci mengenai teori biogeografi pulau termasuk dampak dan kaidahnya. Teori biogeografi pulau memiliki dampak terhadap keberadaan biota di dalam pulau yang dikaji, antara lain yaitu, ukuran pulau berdampak pada kekayaan jenis, tingkat endemisme, dan tingkat kepunahan spesies. Kaidah lain dari biogeografi kepulauan yang berlaku di Indonesia adalah perubahan ukuran tubuh pada spesies tertentu ternyata dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran pulau tempat spesies tersebut hidup.

Kata kunci: biogeografi, biogeografi pulau, sundaland, wallacea, sahulland, endemisme.

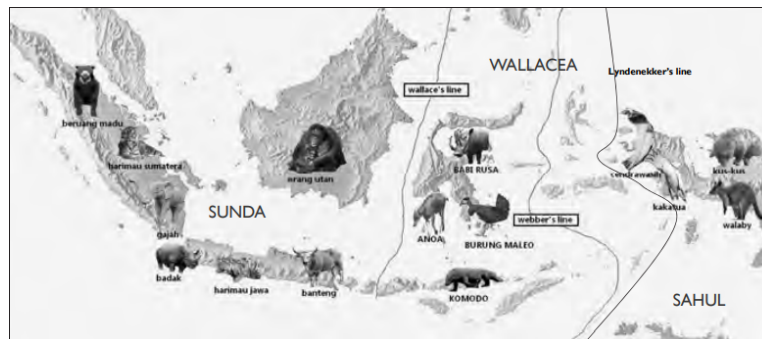
PENDAHULUAN

Biogeografi merupakan suatu peristilahan biologi yang berhubungan dengan pola distribusi flora dan fauna dalam skala waktu dan ruang. Indonesia berdasarkan distribusi flora dan faunanya memiliki kawasan biogeografi yang terdiri dari biogeografi Sunda, Sahul, dan Wallacea. Kawasan Sunda (Oriental) dan Sahul (Australia) merupakan dua kawasan biogeografi utama, dan campuran keduanya disebut Wallacea. Kawasan biogeografi Oriental memiliki biota yang berasal dari dan berafiliasi dengan kawasan Asia, yakni Jawa, Kalimantan, dan Sumatera, yang seringkali disebut juga dengan kawasan Sunda. Adapun kawasan Indonesia yang termasuk dalam biogeografi Australia adalah Kepulauan Aru dan Papua atau disebut kawasan Sahul. Di antara kedua biogeografi besar tersebut, terdapat kawasan yang memiliki biota merupakan campuran dari keduanya sehingga menjadi karakter tersendiri dan disebut biogeografi Wallacea, yang meliputi wilayah Sulawesi, Maluku, dan Nusa Tenggara (Supriatna, 2014).

John dan Kathy MacKinnon (1986) telah mengidentifikasi tujuh unit biogeografi utama di seluruh Indonesia yakni: Sumatera, Jawa-Bali, Kalimantan, Sulawesi, Sunda Kecil, Maluku, dan Irian. Masing-masing unit ini masih diidentifikasi lagi ke dalam subunit-subunit berikutnya. Di dalam setiap unit tersebut, prioritas utama yang disarankan adalah ditetapkannya kawasan perlindungan yang besar termasuk ekosistem utamanya. Sebagai contoh, pada unit biogeografi Sumatera terdapat 7 subbiogeografi dengan batasan-batasan dari penyebaran flora dan faunanya, dimana

Taman Nasional ditetapkan sebagai kawasan perlindungan. Hal ini dikarenakan Taman Nasional tersebut memiliki spesies tertentu, atau ekosistem tertentu, atau keunikan dan keindahan alamnya, karena sifat-sifatnya yang khas pada skala nasional yang perlu mendapat perlindungan. Di dalam pengelolaannya, kawasan tersebut dibagi dalam tiga zona, yakni zona inti yang dikelola secara ketat; zona rimba, dengan pengelolaan dan penyediaan prasarana sekedarnya; dan zona pemanfaatan intensif.

Sampai saat ini Indonesia tetap mengacu pada pembagian biogeografi yang terdiri atas kawasan Sunda, Sahul, dan Wallacea (Hall dan Morley 2004, Hall *et al.* 2009) (Gambar 1).



Gambar 1

Pembagian biogeografi Indonesia

Sumber: <https://perpustakaan.id/beta-persebaran-flora-dan-fauna-di-Indonesia-beserta-jenis-dan-gambarva/>

Sejarah pembentukan pulau-pulau di Indonesia

Permukaan bumi memiliki sifat dinamis dan telah berlangsung jutaan tahun, serta selalu mengalami perubahan. Faktor penyebab perubahan tersebut adalah karena pergerakan lempeng bumi/benua (*plate tectonic*) yang berlangsung sangat lambat. Pergerakan tersebut mengakibatkan gunung meletus dan gempa bumi yang dapat berdampak tidak saja terhadap kepunahan makhluk hidup, tetapi juga terjadinya spesies atau makhluk hidup baru. Meletusnya gunung api menyebabkan habitat menjadi rusak bahkan musnah, populasi makhluk hidup berkurang bahkan dapat punah. Namun di sisi lain letusan gunung api mengeluarkan material baru yang dapat menjadi media untuk timbulnya spesies baru. Sedangkan peristiwa gempa bumi dapat mengakibatkan terpisah dan terisolasi populasi suatu spesies.

Di dunia terdapat kurang lebih 20 buah lempeng bumi. Indonesia merupakan bagian dari lempeng Eurasia (Indonesia selain Papua) dan lempeng Australia (Papua). Jika terjadi gempa bumi dan gunung meletus di Indonesia, hal tersebut kemungkinan merupakan akibat terjadinya pergerakan lempeng Australia dan lempeng Eurasia yang saling bertabrakan. Seperti yang baru-baru ini terjadi di Nusa Tenggara Barat, dimana terjadi gempa dengan kekuatan yang cukup besar. Peristiwa tersebut merupakan akibat

dari pergeseran satu lempeng bumi yang pasti mempengaruhi lempeng bumi lain di suatu kawasan, yang akan ikut bergeser sampai tercapai suatu keseimbangan.

Berdasarkan bukti berupa fosil, diketahui bahwa permukaan bumi berawal dari satu daratan yang besar (superkontinen) yaitu Pangaea. Superkontinen tersebut terbelah menjadi 2 benua besar yaitu Laurasia dan Gondwanaland, pada sekitar 135 juta tahun yang lalu. Laurasia terpisah menjadi kelompok-kelompok daratan yang pada saat ini dikenal sebagai North America dan Eurasia (Eropa dan Asia). Gondwanaland terpisah menjadi Afrika, Amerika Selatan, Antartika, dan Australia. Para ilmuwan yakin bahwa Benua Afrika dan Amerika Selatan pernah menyatu berdasarkan bukti-bukti yang ditemukan antara lain, bentuk pantai timur Amerika Selatan dan pantai barat Afrika dan ditemukannya fosil reptil laut, Mesosaurus di Amerika Selatan dan Afrika Barat.

Pada sekitar 65 juta tahun yang lalu yaitu zaman Cretaceous, kembali terjadi perubahan permukaan benua. Amerika Selatan dan Afrika sudah terpisahkan oleh Laut Atlantik, dan Madagaskar mulai terpisah dari Afrika. Lempengan semakin bergerak ke arah equator dan selama 65 juta tahun Madagaskar semakin terisolasi, membuat endemisitasnya tinggi. Kontinen Laurasia mengalami pergerakan dimana fragmen Eurasia bergerak turun dan fragmen Eropa Utara dan Amerika Utara terpisah perlahan. Fragmen Eurasia selanjutnya menjadi Asia Timur dan Asia Tenggara termasuk di dalamnya Indonesia bagian Barat. Anak benua India menabrak Asia dan terbentuklah Pegunungan Himalaya yang menjadi barrier bagi fauna Asia tersebar ke India dan sebaliknya.

Tahap berikutnya Australia terpisah dari Antartika dan bergerak menuju utara, sehingga hewan dan tumbuhan di daratan tersebut mengalami evolusi. Selanjutnya beberapa fragmen terpisah dari Australia bagian utara menjadi Papua dan beberapa kepulauan di Indonesia Timur, sehingga vegetasi dan jenis hewan yang terdapat di kedua tempat tersebut memiliki kemiripan yang signifikan.

Pangaea merupakan superkontinen yang terdiri atas semua massa benua saat ini yang muncul sekitar 350 juta tahun lalu (Wegener, 1967). Superkontinen secara progresif terus bergerak dan terpisah-pisah. Pergerakan lempeng bumi berdampak terhadap proses evolusi dan kehidupan di permukaan bumi, terutama pada letak suatu daratan atau benua, juga sangat mempengaruhi iklim, dan jenis flora dan fauna yang dapat hidup di dalamnya. Pergerakan benua juga menjadi sarana bagi makhluk hidup untuk berpindah dan beradaptasi dengan lingkungan yang baru, sehingga terbentuk spesies baru melalui proses seleksi alam.

Pada saat benua-benua tersebut bergabung, populasi menyebar ke area yang baru dan beradaptasi dengan kondisi setempat. Pada saat benua-benua tersebut terpisah, suatu populasi makhluk hidup harus beradaptasi dengan lingkungan baru yang

terbentuk atau menjadi punah. Indonesia memiliki sejarah biogeografi yang cukup rumit karena terdiri atas kepulauan yang tidak berasal dari satu benua, melainkan terdiri atas 2 benua yaitu benua atau Paparan Sunda dan Sahul. Di wilayah Indonesia Barat pulau-pulainya merupakan bagian dari Paparan Sunda (Laurasia), sedangkan wilayah Indonesia Timur menjadi bagian dari Paparan Sahul (Gondwana). Pulau Sulawesi yang berada di antara kedua paparan tersebut sama sekali tidak memiliki kemiripan jenis flora dan fauna dengan pulau-pulau di sebelah timur maupun baratnya. Demikian juga dengan Bali dan Lombok. Keanekaragaman hayati yang tinggi dan kekhasan di wilayah Indonesia antara lain disebabkan oleh latar belakang iklim, sejarah geologi, unit biogeografi, proses spesiasi, bentuk pulau, dan jumlah ekosistem. Pulau di Indonesia bervariasi dari yang sempit sampai luas, dari daratan rendah sampai berbukit hingga pegunungan sehingga mampu menunjang kehidupan flora, fauna, dan mikroorganisme yang beranekaragam. Sejarah geologi juga mengakibatkan terbentuknya lebih banyak unit biogeografi di Indonesia. Jumlah spesies yang terdapat pada suatu pulau ditentukan oleh luas pulau, dan ini disebut teori biogeografi pulau (MacArthur dan Wilson, 1967).

Peranan garis Wallace dan garis Webber

Kondisi biogeografi Indonesia yang cukup rumit tersebut menarik perhatian seorang naturalis Inggris Alfred Russel Wallace (antara tahun 1854 dan 1862). Wallace membuat garis imajiner yang dikenal sebagai Garis Wallace (Gambar 1), vertikal memanjang melalui Selat Makasar (antara pulau Kalimantan dan Sulawesi) sampai antara Bali dan Lombok. Di sebelah barat Garis Wallace jenis-jenis fauna yang dominan adalah yang berasal dari Asia, seperti gajah dan badak. Selanjutnya di sebelah timur garis Wallace yang dominan adalah fauna yang berasal dari Australia, misalnya mamalia berkantung.

Weber juga tertarik mengamati distribusi fauna dan flora asli Australia yang menyebar ke wilayah Eurasia. Dari hasil pengamatannya tersebut, Weber membuat garis imajiner yang disebut Garis Weber (Gambar 1), yaitu sebuah batas yang memisahkan Sulawesi dan Papua terus menurun hingga antara Timor dan Australia. Di sebelah barat Garis Weber, 50% jenis faunanya berasal dari oriental (Asia), sedangkan di sebelah timur garis tersebut 50% jenis faunanya asli Australia. Menurut para ahli biogeografi saat ini, daerah di antara garis Wallace dan garis Weber adalah zona transisi, termasuk di dalam zona transisi tersebut adalah Sulawesi, Maluku, dan Nusa Tenggara dan disebut sebagai wilayah Wallacea (Gambar 1). Wilayah Wallacea merupakan daerah yang sangat menarik disebabkan jenis flora fauna yang khas dan memiliki endemisitas yang tinggi.

Nusa Tenggara merupakan salah satu wilayah dalam area Wallacea yang terdiri atas sekitar 500 pulau-pulau dan terletak di sebelah timur Bali, mulai dari Lombok hingga Timor. Antara Bali dan Nusa Tenggara dibatasi oleh Selat Lombok. Antara tahun 1854-1862 Alfred R. Wallace berada di tempat tersebut untuk mengamati jenis-jenis burung. Wallace menyimpulkan bahwa jenis burung di Bali memiliki 97% kemiripan dengan jenis burung di Jawa, sedangkan jenis-jenis burung di Bali dan Lombok mempunyai kemiripan lebih sedikit, yaitu sekitar 50%. Jadi, mengapa Bali dan Lombok yang hanya terpisah 25 km (dibanding jarak Bali dan Jawa) memiliki perbedaan jenis burung yang cukup besar?

Selama zaman es, Bali terhubung dengan Jawa melalui koridor daratan dan terdapat selat kecil di antara Bali dan Lombok. Sebenarnya burung merupakan fauna yang mempunyai daya dispersal (penyebaran) yang baik dan tidak terpengaruh dengan adanya hambatan. Namun ada beberapa jenis burung memang menetap di Bali dan tidak pernah dapat mencapai Lombok. Burung yang dapat mencapai Lombok dan pulau-pulau lainnya di timur melakukan adaptasi dan menjadi semakin berbeda dari populasi asalnya di Jawa. Dari 562 jenis burung yang teridentifikasi di Nusa Tenggara dan Maluku, 144 jenis di antaranya merupakan spesies endemik. Pulau Timor yang merupakan pulau paling timur dari Nusa Tenggara mempunyai jenis-jenis flora fauna endemik tertinggi. Setiap wilayah antara pulau-pulau Nusa Tenggara merupakan rintangan yang harus dilalui bagi proses penyebaran hewan. Fauna yang dapat sukses melampaui semua rintangan tersebut biasanya mengalami penyusutan ukuran atau jumlah populasi; sehingga populasi yang tersisa akan beradaptasi dengan berbagai perubahan lingkungan atau habitat, untuk menyesuaikan diri dan menjadi endemik di pulau tersebut.

Dampak ukuran pulau terhadap kekayaan dan kepunahan spesies, serta endemisitas

Hasil pengamatan dari para ahli biologi diketahui bahwa luas area pulau turut menentukan jumlah spesies yang mampu menghuninya. Berdasarkan pola hubungan tersebut maka dikembangkanlah model biogeografi pulau, yang mengarahkan logika berpikir, bahwa pulau-pulau berukuran besar sudah pasti memiliki lebih banyak spesies daripada yang berukuran kecil. Teori pulau biogeografi menjelaskan perbedaan dalam keragaman spesies berdasarkan ukuran pulau (misalnya, pulau besar cenderung memiliki lebih banyak spesies kategori tertentu daripada pulau-pulau kecil). Hal ini berarti bahwa jumlah spesies yang terdapat pada suatu pulau akan ditentukan oleh luas pulau. Pulau-pulau yang memiliki ukuran sepuluh kali lebih besar, cenderung akan memiliki kekayaan spesies dua kali lebih banyak.

Kekayaan flora dan fauna ini tidak dapat didistribusikan begitu saja, sehingga perlu perhatian khusus terhadap pelestariannya seperti spesies komunitas, habitat-habitat, dan geografi. Salah satu cara yang paling efisien untuk menampung jumlah spesies yang sangat besar pada kawasan yang luasnya relatif kecil, adalah dengan memberikan prioritas pada area dengan keanekaragaman yang tinggi untuk dijadikan kawasan lindung.

Berikut ini, disajikan ulasan teori pengaruh kekayaan jenis, tingkat endemisme, dan tingkat kepunahan spesies terhadap ukuran pulau. Demikian pula, untuk penentuan jumlah spesies yang bertahan dalam suatu pulau, dipengaruhi oleh laju imigrasi yang erat kaitannya dengan tingkat isolasi pulau. Artinya bahwa jumlah spesies yang terdapat di pulau-pulau yang berlokasi dekat dengan benua jauh lebih banyak daripada jumlah spesies di pulau-pulau yang jauh dari benua. Dengan demikian, berarti derajat keanekaragaman hayati dan laju kepunahan lokal ditentukan oleh ukuran pulau sedangkan kecepatan imigrasi ditentukan oleh jarak pulau ke sumber.

Pada umumnya hubungan antara luas area pulau dengan jumlah spesies penghuninya diistilahkan dengan *species area relationship*, dan menurut Quammen (1996) pada kenyataannya digunakan untuk memprediksi jumlah dan persentase spesies yang akan mengalami kepunahan ketika habitat alaminya rusak. Asumsinya, suatu luasan hanya dapat mendukung sejumlah tertentu spesies yang dapat hidup di habitat tersebut. Ketika luas habitat alami suatu pulau berkurang, maka pulau itu hanya mampu mendukung spesies sebanyak yang hidup pada pulau yang lebih kecil ukurannya.

Model biogeografi pulau ini sangat bermanfaat karena dapat diterapkan pada taman nasional dan cagar alam yang dikelilingi oleh habitat yang telah rusak. Keberadaan suatu cagar alam dapat dipandang sebagai "pulau" yang dikelilingi oleh "lautan" habitat yang rusak. Berdasarkan model ini, ketika 50% dari "pulau" tersebut mengalami kerusakan maka diprediksi sekitar 10% spesies yang hidup di "pulau" tersebut akan musnah. Bahkan apabila spesies-spesies ini endemik di wilayah tersebut maka dapat dipastikan mereka akan punah. Apabila 90% dari habitat mengalami kerusakan maka suatu "pulau" akan kehilangan sekitar 50% spesiesnya; dan apabila 99% habitatnya rusak maka diprediksi sekitar 75% spesies alami akan punah.

Sebagai contoh Pulau Singapura, lebih kurang 180 tahun ke belakang, 95% tutupan hutan aslinya telah hilang. Berdasarkan model biogeografi tersebut, dengan hilangnya habitat ini maka 30% spesies di hutan juga akan mengalami kepunahan. Realitanya, antara tahun 1923 dan 1998 sebanyak 32% burung asli asal Singapura telah hilang, terutama pada spesies-spesies burung tanah dan burung-burung pemakan

serangga di kanopi hutan mengalami tingkat kehilangan yang paling tinggi (Castelletta *et al.* 2000).

Keadaan yang sama juga terjadi di Indonesia pada Kebun Raya Bogor, yang memiliki spesies terdiri atas 54% tumbuhan asli, 46% tumbuhan ditanam, dan rerata pengunjung 84-85 orang/bulan. Kebun hutan di tengah kota ini telah terisolir sejak tahun 1936, dan pada tahun 2004 kekayaan spesies burung pada fragmen hutan telah mengalami penurunan sebesar 59% (dari 97 spesies menjadi 40 spesies). Sub-komunitas burung hutannya pun menurun hingga 60% (dari 30 spesies menjadi 12 spesies). Penurunan keanekaragaman spesies burung ini disebabkan oleh isolasi, yang mengakibatkan pengurangan habitat, kunjungan wisatawan secara intensif, dan ketidaktelitian manajemen dalam menghilangkan seluruh tumbuhan bawah (Sodhi *et al.* 2006).

Setiap hubungan area spesies bersifat unik, artinya perkiraan tingkat kepunahan berdasarkan hilangnya habitat cenderung bervariasi. Merujuk pada estimasi kerusakan hutan hujan dunia sebanyak 1% per tahun, menurut prediksi Wilson (1989), bahwa 0,2%-0,3% dari seluruh spesies, yakni sekitar 10.000-15.000 spesies dari total 5 juta spesies di seluruh dunia akan punah per tahun. Hal ini memberikan arti bahwa, sekitar 34 spesies per hari sedang mengalami kepunahan.

Kerusakan habitat mendorong spesies dan bahkan seluruh komunitas menuju ambang kepunahan. Ancaman utama pada keanekaragaman hayati akibat kegiatan manusia adalah kerusakan habitat baik fragmentasi maupun degradasi (termasuk polusi), perubahan iklim global, pemanfaatan spesies yang berlebihan untuk kepentingan manusia, invasi spesies-spesies asing, meningkatnya penyebaran penyakit, dan sinergi dari faktor-faktor tersebut. Kebanyakan spesies dan komunitas yang terancam punah menghadapi sedikitnya dua atau lebih dari masalah-masalah yang telah diuraikan sebelumnya, sehingga mendorong kepunahan dan menyulitkan usaha perlindungan (Wilcove *et al.*, 1998 dan Terborgh, 1999). Berbagai ancaman terhadap keanekaragaman hayati harus menjadi kepedulian berbagai pihak yang terkait.

Besar kecilnya ukuran pulau juga akan berpengaruh terhadap tingkat endemisme spesies setempat. Ini berarti bahwa pulau-pulau besar memiliki jumlah spesies dengan tingkat endemisme yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang kecil, walaupun korelasinya tidak begitu signifikan seperti halnya kaitan antara ukuran pulau dengan kekayaan spesies. Namun apabila korelasi dibuat untuk ukuran pulau, maka kita akan menemukan bahwa jumlah spesies endemik akan berkorelasi negatif dengan kekayaan spesies, tetapi berkorelasi positif dengan tingkat isolasi.

Namun demikian terdapat perbedaan-perbedaan antara kelompok tumbuhan dengan kelompok satwa dalam tingkat endemisme. Tingginya jumlah satwa endemik

tidak selalu diikuti oleh tingginya tumbuhan endemik. Di sisi lain, seringkali tingginya tumbuhan endemik diikuti oleh tingginya satwa endemik. Tumbuhan endemik lebih terpengaruh oleh ukuran pulau daripada isolasi geografik. Sebaliknya endemisme satwa burung sangatlah tergantung pada isolasi geografik. Pulau-pulau yang jauh dan kecil dapat memiliki tingkat endemisme burung yang tinggi, tetapi tingkat endemisme tumbuhannya mungkin rendah.

Kaidah biogeografi kepulauan di Indonesia

Berdasarkan catatan sejarah geologinya, pulau-pulau di Indonesia dapat terbagi atas dua kelompok, yakni Pulau Laut dan Pulau Benua. Pulau Laut adalah pulau yang belum pernah berhubungan dengan daratan lainnya, misalnya Enggano, Simuelue, Buru, Kai, dan Tanimbar. Pulau Benua adalah pulau yang pada masa lampau mempunyai hubungan dengan daratan atau benua lainnya dikarenakan permukaan laut mengalami penurunan, misalnya Natuna, Nias, Bawean, Belitung, Sumba, dan Aru (Supriatna, 2008).

Kekayaan dan keanekaragaman hayati pulau-pulau benua diperoleh pada saat pulau-pulau tersebut berhubungan dengan benua, dan tambahan dari hasil migrasi tumbuhan dan satwa. Namun pulau-pulau lautan hanya dapat memperoleh keanekaragaman hayati dari migrasi satwa dan tumbuhan yang berasal dari tempat-tempat yang lain. Perbedaan sejarah geografi terjadi pada Pulau Sulawesi yang tidak termasuk dalam pembagian dua kelompok pulau tersebut, karena luas dan bentuknya yang selalu berubah sebagai akibat perpindahan lempeng kerak bumi. Diprediksi pulau Sulawesi terdiri dari dua atau tiga bagian yang dahulunya terpisah, sehingga biota Sulawesi masa kini merupakan campuran biota dari tiga pulau yang berlainan, dan tumbuhan eboni (*Diospyros celebica*) kemungkinan merupakan salah satu contohnya.

Pada pulau-pulau yang terdapat di wilayah negara Indonesia, ukuran tubuh fauna yang menghuninya seringkali mengalami perubahan. Perubahan ukuran tubuh pada spesies tertentu merupakan salah satu kaidah biogeografi kepulauan (Case, 1978), yang tampaknya juga berlaku di Indonesia. Sebagai contoh, di Pulau Komodo biawak mencapai ukuran tubuh sangat besar, dan pertumbuhan ini dimungkinkan sebagai akibat ketiadaan fauna besar lainnya. Contoh lainnya adalah di pulau-pulau kecil di Samudera Hindia dan Galapagos, kura-kura darat *Geochelone* mampu mencapai ukuran tubuh 1,3 meter (Arnold, 1979).

Di sisi yang lain, di pulau-pulau tertentu juga dijumpai spesies kerdil. Sebagai contoh, tiga spesies fauna yang termasuk anggota suku gajah, memiliki ukuran tubuh mulai dari yang besar hingga kecil, ditemukan dalam fosil Pleistosen di Sompoh, Sulawesi Selatan. Ketiga spesies tersebut adalah gajah kerdil (*Stegodon sompoensis*),

gajah Jawa (*Stegodon cf. trigonocephalus*), dan gajah Sulawesi (*Elephas celebensis*) (Cranbrook, 1981). Hal ini dapat terjadi diperkirakan karena, untuk menambah jumlah individu dalam populasi, strategi memperkecil ukuran tubuh merupakan solusi yang lebih menguntungkan. Sementara sumber makanan yang terbatas jumlahnya, pasti mampu mendukung lebih banyak hewan-hewan kecil daripada hewan besar.

Pada situasi tertentu, hewan-hewan yang berukuran kecil setelah sampai di pulau biasanya ukuran tubuhnya akan membesar, sebaliknya hewan-hewan yang berukuran besar setelah sampai di pulau biasanya ukuran tubuhnya menjadi kecil. Namun begitu pola ini tidak selalu demikian karena ada faktor ekologis lainnya yang turut berpengaruh. Sebagai contoh, individu-individu dewasa yang paling kecil dari bajing bergaris putih (*Callosciurus prevosti*) (yang selama ini terdapat di Sumatera, Semenanjung Malaya, dan Kalimantan) dijumpai juga di pulau-pulau yang terkecil. Makin besar pulau, makin besar ukuran bajing tersebut sehingga individu terbesar dijumpai pada Pulau Penyilir (280 km²) dan Pulau Rupa (1360 km²) di Kepulauan Riau. Namun pada pulau yang lebih besar lagi ukurannya, ukuran tubuh bajing menjadi berkurang. Perbedaan ukuran tubuh bajing tersebut disebabkan oleh perbedaan tekanan pemangsa, pembatasan makanan, luas relung yang tersedia, persaingan antarspesies, dan seleksi alam yang berdaya guna secara fisiologi (Heaney *dalam* Whitten *et al.*, 2000).

Kondisi di Kepulauan Indonesia sesuai dengan teori biogeografi pulau dari MacArthur dan Wilson (1967) disebut model MW. Pulau-pulau besar seperti Papua dan Kalimantan mempunyai spesies lebih banyak dibandingkan dengan pulau-pulau yang lebih kecil. Pulau yang jauh dari benua seperti Pulau Timor mempunyai spesies lebih sedikit dari pulau yang dekat benua seperti Pulau Jawa (Supriatna, 2008).

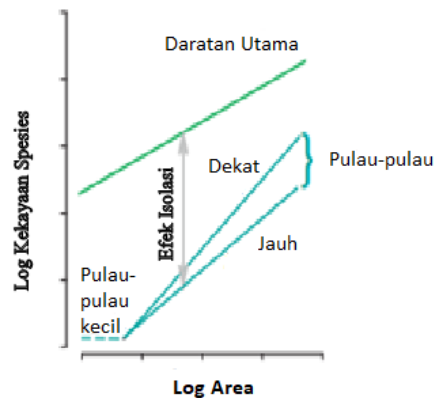
Keseluruhan daratan, laut-laut, dan wilayah angkasa yang berada di kawasan bumi Indonesia membentuk kekayaan flora dan fauna yang paling beragam di antara negara-negara di dunia. Kondisi topografi Indonesia yang berada di kawasan tropik dengan iklim yang relatif stabil dan posisi geografi yang melingkar di antara Asia dan Australia telah menghasilkan kawasan flora dan fauna yang tidak dapat dibandingkan oleh negara manapun.

Bersama dengan negara Brazil, Zaire, Peru, dan Colombia, Indonesia tergolong dalam 10 negara megadiversitas dunia yang memiliki keanekaragaman paling tinggi di dunia (MacKinnon *et al.*, 1986). Meskipun luas daratan Indonesia hanya 1,32% dari seluruh luas daratan yang berada di dunia, Indonesia memiliki 10% tumbuhan berbunga, 12% binatang menyusui, 16% reptil dan amfibi, 17% burung, 25% ikan, dan 15% serangga, dibandingkan dengan yang ada di dunia (Supriatna, 2008). Dalam hal tingkat endemisme, Indonesia memiliki kedudukan yang istimewa di dunia. Diketahui bahwa

dari 500-600 spesies mamalia besar, 36% di antaranya endemik, 25% dari 35 spesies primata dunia endemik di Indonesia; dari 78% spesies burung paruh bengkok, 40%-nya endemik, dan dari 121 spesies kupu-kupu, 44%-nya endemik (McNeely *et al.*, 1990; Supriatna, 1996). Di dunia tumbuhan dari 157 jenis bambu, 56% di antaranya adalah tumbuh endemik di Indonesia (Wijaya, 2005).

PEMBAHASAN

MacArthur dan Wilson (1967) mengemukakan teori biogeografi pulau sebagai berikut, jumlah spesies yang berada di suatu pulau akan ditentukan oleh luas pulau. Pulau dengan ukuran sepuluh kali lebih besar cenderung akan memiliki spesies dua kali lebih banyak. Jumlah spesies yang bertahan dalam suatu pulau ditentukan pula oleh angka imbang antara rata-rata laju kepunahan setempat dengan laju imigrasi ke dalam pulau tersebut. Laju imigrasi umumnya akan berhubungan dengan tingkat isolasi pulau. Pulau-pulau yang memiliki jarak jauh dari benua akan mempunyai spesies yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan pulau-pulau yang memiliki jarak dekat dengan benua. sehingga derajat keanekaragaman hayati dan laju kepunahan lokal akan ditentukan oleh luas pulau tersebut serta kecepatan migrasi yang ditentukan oleh jarak pulau ke sumber. Perkembangan unik yang dibuat dalam teori biogeografi pulau oleh MacArthur dan Wilson (1967) tidak saja membahas hubungan spesies-isolasi namun juga hubungan spesies-area, oleh karena itu kedua ilmuwan ini bersama-sama mempertimbangkan dua fitur 'pulau' utama yaitu area dan isolasi (Gambar 2).



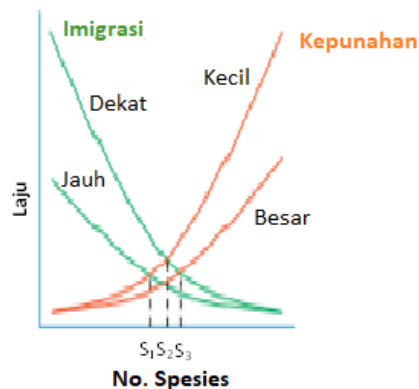
Gambar 2

Representasi dari teori biogeografi pulau yang mengambil kedua fitur area dan isolasi

Dapat dilihat pada Gambar 2, bahwa garis pendek, putus-putus yang tidak terdapat dalam model MW asli menunjukkan efek pulau kecil karena kurangnya habitat yang cocok. Pulau-pulau menunjukkan lereng-lereng area curam daripada daratan. Berdasarkan teori ini hasilnya adalah yang tidak termasuk titik ekuilibrium (yaitu imigrasi

= kepunahan atau $I = E$) sebagai persyaratan telah banyak diamati dalam penelitian lapangan.

MacArthur dan Wilson juga memprediksi bahwa kekayaan spesies (jumlah spesies) meningkat seiring dengan luasnya pulau tetapi jumlah spesies akan menurun yang disebabkan oleh isolasi (jarak dari daratan atau pulau lainnya). Selain itu, teori biogeografi pulau ekuilibrium beranggapan bahwa baik imigrasi (I) maupun tingkat kepunahan (E) pada akhirnya akan mencapai titik tertentu yang menunjukkan titik seimbang (Gambar 3).



Gambar 3
Teori ekuilibrium biogeografi pulau

Dapat dilihat pada Gambar 3, bahwa S_1 , S_2 , S_3 mewakili keseimbangan pulau-pulau dengan ukuran dan jarak yang berbeda ke daratan. Kenyataannya, I dan E kemungkinan besar asimetris dalam arah yang berlawanan, dan posisi maupun bentuk mereka dapat bervariasi secara drastis di antara pulau-pulau dan kelompok taksonomi yang berbeda; kurva juga memengaruhi satu sama lain (misalnya efek penyelamatan).

Dengan demikian, adalah hal yang mungkin dan masuk akal untuk mempertimbangkan teori biogeografi pulau umum sebagai dua komponen terkait yaitu: (1) gabungan efek dari area dan isolasi dan (2) 'kesetimbangan' dinamis antara pasangan imigrasi dan kepunahan. Berdasarkan premis umum pola dalam biogeografi pulau terkait dengan area, isolasi, dan perputaran spesies. Asumsi dari 'keseimbangan' menurut teori biogeografi pulau bahwa pada waktu tertentu, kekayaan spesies di pulau jenuh (statis); artinya terdapat spesies baru yang berkoloni sebagai imigran, sehingga berdampak pada spesies yang ada menjadi punah secara lokal karena persaingan dalam memperebutkan ceruk dan sumber daya alam hayati (Gambar 3).

Dalam MacArthur dan Wilson dan dalam sebagian besar uraian berikut, imigrasi dan kepunahan sering digambarkan simetris di seberang ekuilibrium untuk pulau yang sama (seperti dalam kesetaraan spesies yang dijelaskan dalam teori netral; Hubbell

2001). Komponen pertama umumnya dihargai dengan baik tetapi yang terakhir tidak. Bahkan, dapat dimengerti untuk kenyamanan, sebagian besar tes sebelumnya dari model MW didasarkan pada area dan/atau isolasi saja (komponen pertama) karena tingkat imigrasi dan kepunahan membutuhkan lebih banyak waktu dan upaya yang lebih besar untuk mengukur. Kemungkinan poin 'equilibrium' (yaitu, S1, S2, dan S3 pada Gambar 3), jika mereka pernah muncul, akan sangat menjadi transisi terbaik (Guo 2015). Namun, ini adalah aspek inti dari teori MW terkait dengan 'keseimbangan' yang masih diperdebatkan, khususnya terkait dengan aplikasi konservasi.

Salah satu dari dua proses penting yang ditekankan oleh teori ekuilibrium dapat merupakan penyebab atau hasil dari yang lain. Misalnya, kolonisasi atau imigrasi dapat disebabkan oleh peristiwa kepunahan sebagai akibat dari pengosongan ceruk, yang cenderung mengarah pada penggantian spesies. Sebaliknya, kepunahan lokal suatu spesies bisa terjadi karena adanya invasi spesies baru. Khususnya, untuk beberapa alasan yang menyebabkan spesies lokal mengalami kepunahan, karena terbukanya ceruk sehingga investor dapat masuk melalui penyebaran alami atau campur tangan manusia.

Pada saat ini, sebagian besar pulau-pulau mengalami konsekuensi dari perubahan global yakni (1) pemanasan iklim dan kenaikan permukaan laut, keduanya dapat mendorong kekayaan spesies terutama spesies unik/khas semakin berkurang jumlahnya di pulau-pulau bahkan dapat semakin mempertajam 'efek pulau kecil,' dan (2) meningkatnya invasi spesies baru karena alami maupun campur tangan manusia mampu menempatkan spesies asli di bawah tekanan besar.

Pada akhirnya, meskipun ada beberapa ketidakpastian dan kontroversi, nilai dan kontribusi teori (ekuilibrium) biogeografi pulau untuk ekologi modern dan biogeografi tidak dapat disangkal. Teori ini terus memainkan peran kunci baik dalam penelitian dasar dan dalam merancang cagar alam untuk konservasi, terutama ketika teori tersebut diterapkan pada 'pulau' yang didefinisikan secara luas. Untuk kajian jangka panjang disarankan lebih baik berkonsentrasi pada stabilitas atau pergeseran titik ekuilibrium yang muncul (Gambar 3) dan bagaimana bentuk-bentuk variasi dari kurva I dan E di berbagai pulau dan kelompok spesies.

SIMPULAN

Teori biogeografi pulau memiliki dampak terhadap keberadaan biota di dalam pulau yang dikaji, di antara dampak tersebut yaitu, ukuran pulau berdampak pada kekayaan jenis, tingkat endemisitas, dan tingkat kepunahan spesies. Selain itu, salah satu kaidah biogeografi kepulauan yang berlaku di Indonesia adalah perubahan ukuran

tubuh pada spesies tertentu dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran pulau tempat spesies tersebut hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold EN. 1979. Indian Ocean giant tortoises: their systematics and island adaptations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 286:127-145.
- Case TJ. 1978. A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology* 59(1).
- Castelletta M, Sodhi NS, Subaraj R. 2000. Heavy extinctions of forest avifauna in Singapura: Lessons for biodiversity conservation in Southeast Asia. *Conservation Biology* 14:1870-1880.
- Cranbrook E. 1981. The vertebrates faunas. Wiley. New York.
- Guo Q. 2015. Island biogeography theory: emerging patterns and human effects. *Elsevier*, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09419-7>.
- Hall R, Morley CK. 2004. Sundaland Basins. *In* Continent-Ocean Interactions within the East Asian Marginal Seas, ed. P. Clift, P. Wang, W. Kuhnt and D. E. Hayes. Geophysical Monograph. 149:55-85.
- Hall R, Clements B, Smyth HR. 2009. Sundaland: basement character, structure and plate tectonic development. *In* Proceedings of the Indonesian Petroleum Association. 33rd Annual Convention. Jakarta: Indonesian Petroleum Association. IPA 09-G134.
- Hubbell SP. 2001 The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- MacKinnon J., MacKinnon K. 1986. *Review of the Protected Areas System in the Indo-Malayan Realm*. Gland: IUCN.
- MacArthur RH and Wilson EO (1967) The theory of island biogeography. Princeton, NJ: Princeton University Press. *In* Preston FW (1962) The canonical distribution of commonness and rarity: part I. *Ecology* 43:185-215.
- McNeely JA, Miller KR, Reid W, Mittermeier R, Werner TB. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity*. Swizerland and Washington DC. IUCN. World Resource Institute, CI, WWF-US, the World Bank, Gland.
- Peta persebaran flora dan fauna di Indonesia beserta jenis dan gambarnya. <https://perpustakaan.id/peta-persebaran-flora-dan-fauna-di-Indonesia-beserta-jenis-dan-gambarnya/> [diunduh: 13 Oktober 2018].
- Quammen D. 1996. *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinctions*. New York. Scribner.
- Sodhi NS, Lee TM, Koh LM, Prawiradilaga DM. 2006. Long-term avifaunal impoverishment in an isolated tropical woodlot. *Conservation Biology* 20:772-779.

- Supriatna J. 1996. Community based Ecotourism: A Lesson learned from Togean Island, Central Sulawesi. Paper presented at the Earthwatch Annual Meeting. Massachusetts: Watertown.
- Supriatna J. 2008. *Melestarikan Alam Indonesia*. Jakarta. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Supriatna J. 2014. *Berwisata Alam di Taman Nasional*. Jakarta. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Terborgh J. 1999. *Requiem for Nature*. Washington DC. Island Press.
- Whitten T, Damanik SJ, Anwar J, Hisyam N. 2000. *The ecology of Sumatera*. Singapura. Periplus.
- Wijaya EA. 2005. Pelajaran terpetik dari mendalami bambu Indonesia untuk pengembangannya di masa depan. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama Bidang Botani. Bogor. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Wilcove DS, Rothstein D, Dubow J, Phullips A, Losos E. 1998. Quantifying threat to imperiled species in the United States. *BioScience* 48:607-615.
- Wilson EO. 1989. Threats to biodiversity. *Scientific American* 261(3):108-116.

ANALISIS PENGELUARAN KONSUMSI RUMAH TANGGA DI KABUPATEN/KOTA SE-PROVINSI RIAU TAHUN 2013-2017

Dede Firmansyah

Badan Pusat Statistik Kabupaten Indragiri Hulu

email korespondensi: dfirmansyah@bps.go.id

ABSTRAK

Rumah tangga sebagai konsumen memiliki peran penting dalam pembangunan berkelanjutan. Pengeluaran konsumsi rumah tangga di Provinsi Riau selama tahun 2013-2017 cenderung meningkat dan merupakan penyumbang terbesar terhadap pembentukan Produk Domestik Regional Bruto. Tujuan penelitian ini untuk melihat pola konsumsi rumah tangga dan pengaruh variabel makro seperti pendapatan per kapita, jumlah penduduk, rata-rata lama sekolah, dan tingkat partisipasi angkatan kerja terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga di kabupaten/kota se-Provinsi Riau tahun 2013-2017. Jenis data yang dikumpulkan adalah data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Metode analisis yang digunakan ialah analisis deskriptif dan analisis inferensia. Analisis deskriptif menjelaskan perkembangan semua variabel selama periode penelitian dan analisis inferensia menggunakan regresi data panel dengan model efek tetap. Pola konsumsi rumah tangga di kabupaten/kota Provinsi Riau masih didominasi makanan dan minuman selain restoran, sedangkan konsumsi untuk pendidikan dan kesehatan masih sangat sedikit. Hasil pengolahan dengan model efek tetap menunjukkan bahwa pendapatan per kapita, jumlah penduduk, dan rata-rata lama sekolah memiliki pengaruh terhadap tinggi rendahnya pengeluaran konsumsi rumah tangga, sedangkan variabel tingkat partisipasi angkatan kerja tidak mempengaruhi pengeluaran konsumsi rumah tangga.

Kata kunci: konsumsi, rumah tangga, regresi panel

PENDAHULUAN

Sekarang ini, isu pembangunan berkelanjutan hangat dibicarakan dan menjadi bagian penting dalam program nasional banyak negara. Isu ini juga menjadi bahan materi pada komisi PBB dan menjadi topik terkini dalam konferensi maupun seminar sains baik nasional maupun internasional. Akhir-akhir ini, pembangunan berkelanjutan memusatkan pada isu kualitas hidup dan kesejahteraan penduduk, yang mana berhubungan sekali dengan konsumsi berkelanjutan, kondisi kehidupan, dan penurunan kemiskinan penduduk.

Menurut *Brutland Report* dalam sidang PBB Tahun 1987, pembangunan berkelanjutan atau *sustainable development* merupakan proses pembangunan yang berprinsip untuk memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan kebutuhan generasi yang akan datang. Selanjutnya menurut Sudharta dalam bukunya yang berjudul "Opcit" tahun 2007 menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah konsep pembangunan yang menyelaraskan kepentingan pembangunan dengan pengelolaan lingkungan.

Adapun tujuan dari pembangunan berkelanjutan diantaranya adalah mengatasi segala wujud kemiskinan di semua tempat (baik desa, kota, dan lain sebagainya), memastikan pendidikan yang layak, memiliki kualitas dan inklusif dan juga mendorong kesempatan belajar seumur hidup bagi semua orang, mengakhiri kelaparan bersama dengan menggalakkan pertanian berkelanjutan, meraih ketahanan pangan dan

perbaikan nutrisi, serta memastikan pola mengkonsumsi dan memproduksi yang berkelanjutan.

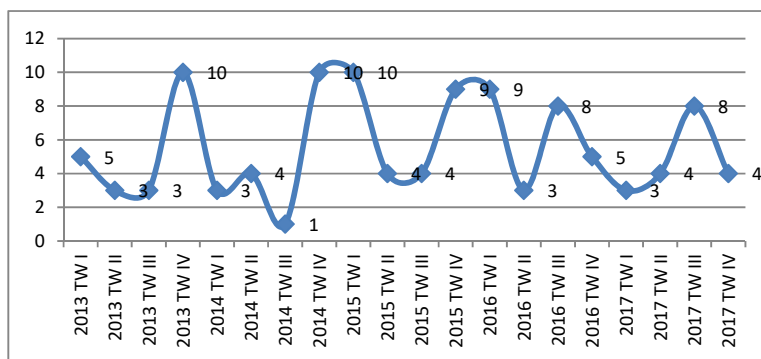
Berdasarkan definisi dan tujuan tersebut, kualitas konsumsi memiliki peranan penting yang mencerminkan secara agregat baik indikator-indikator dimensi ekonomi maupun indikator-indikator dimensi sosial yang mengindikasikan karakter pembangunan berkelanjutan. Di Indonesia, konsumsi rumah tangga memiliki peranan besar terhadap perekonomian Indonesia lebih dari 30 persen pembentuk perekonomian (Produk Domestik Bruto) menurut penggunaan adalah konsumsi rumah tangga. Termasuk salah satunya, Provinsi Riau sebagai salah satu provinsi yang memiliki nilai PDRB tertinggi di wilayah Sumatera memiliki struktur yang sama dimana Konsumsi Rumah Tangga mendominasi dan penyumbang terbesar dalam PDRB Menurut penggunaan.

Tabel 1
 Persentase Konsumsi Rumah Tangga, LNPRT, dan Pemerintah terhadap RB Menurut Penggunaan Provinsi Riau Tahun 2013-2017

Tahun	Persentase Konsumsi Rumah Tangga terhadap PDRB	Persentase Konsumsi LNPRT terhadap PDRB	Persentase Konsumsi Pemerintah terhadap PDRB
2013	30,06	0,40	4,20
2014	31,36	0,45	3,97
2015	33,15	0,45	4,10
2016	34,17	0,45	4,07
2017	34,79	0,46	4,07

Sumber: BPS Provinsi Riau

Selain itu, menurut data dari BPS Provinsi Riau selama periode 2013-2017 Indeks Tendensi Konsumen Provinsi Riau mengalami fluktuasi dan sempat beberapa triwulan pada posisi terendah dibanding sembilan provinsi lainnya di wilayah Sumatera.



Grafik 1
 Ranking Indeks Tendensi Konsumen Provinsi Riau Tahun 2013-2017

Dengan demikian, peneliti tertarik untuk menganalisis konsumsi rumah tangga di Provinsi Riau secara mendalam. Alasan perlunya memperhatikan konsumsi rumah tangga antara lain konsumsi rumah tangga memiliki porsi yang lebih besar dalam pengeluaran agregat jika dibandingkan dengan konsumsi pemerintah dan lembaga non profit yang melayani rumah tangga; konsumsi rumah tangga bersifat endogen, dalam

arti besarnya konsumsi rumah tangga berkaitan erat dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhinya. Keterkaitan ini akan menghasilkan teori dan model ekonomi sendiri untuk konsumsi; dan Perkembangan masyarakat yang begitu cepat menyebabkan perilaku konsumsi juga berubah cepat sehingga pembahasan tentang konsumsi rumah tangga akan tetap relevan (Sukirno, 2003, h.107).

Dalam penelitian ini yang menjadi objek studinya adalah rumah tangga di kabupaten/kota se-Provinsi Riau selama tahun periode 2013 sampai tahun 2017. Adapun tujuan penelitian ini adalah melihat struktur pengeluaran konsumsi rumah tangga selama periode 2013-2017 dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi rumah tangga di kabupaten/kota se-Provinsi Riau.

METODE PENELITIAN

Sumber data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder tahunan periode 2013-2017. Data tersebut mencakup data pengeluaran konsumsi rumah tangga, pendapatan perkapita, jumlah penduduk, rata-rata lama sekolah, dan tingkat partisipasi angkatan kerja tiap kabupaten/kota di Provinsi Riau. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.

Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan analisis inferensia berupa analisis regresi data panel. Analisis deskriptif memberikan gambaran secara umum mengenai struktur konsumsi rumah tangga dan menjelaskan variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan tabel dan grafik. Analisis regresi data panel merupakan analisis inferensia yang digunakan untuk menganalisis pengaruh pendapatan perkapita, jumlah penduduk, rata-rata lama sekolah, dan tingkat partisipasi angkatan kerja terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga selama tahun 2013-2017. Model yang digunakan dalam penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln K_{ons} = \beta_0 + \beta_1 \ln p_{drbc} + \beta_2 \ln p_{op} + \beta_3 \ln r_{ls} + \beta_4 t_{pak} + \varepsilon_{it}$$

Dengan:

i : Kuantan Singingi, Indragiri Hulu, Indragiri Hilir, Pelalawan, Siak, Kampar, Rokan Hulu, Bengkalis, Rokan Hilir, Kepulauan Meranti, Pekanbaru, dan Dumai;

t : 2013-2017;

$\ln K_{ons}$: logaritma natural dari pengeluaran konsumsi rumah tangga;

$\ln p_{drbc}$: logaritma natural dari pendapatan perkapita;

$\ln pop$: logaritma natural dari jumlah penduduk;
 $\ln rls$: logaritma natural dari rata-rata lama sekolah;
 $tpak$: tingkat partisipasi angkatan kerja;
 ε_{it} : eror;
 β_0 : intersep;
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: koefisien regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga

Selama periode 2013-2017 pengeluaran konsumsi rumah tangga cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun (Grafik 2). Pada tahun 2017, nilai pengeluaran konsumsi rumah tangga berkisar dari 19,30 juta rupiah sampai 31,33 juta rupiah. Kabupaten dengan pengeluaran konsumsi rumah tangga tertinggi adalah Kabupaten Rokan Hilir sebesar 32,19 juta rupiah sedangkan terendah adalah kabupaten Pelalawan. Kabupaten dengan pertumbuhan konsumsi paling tinggi adalah Kabupaten Rokan Hilir yaitu sebesar 7,78%, sedangkan kabupaten yang memiliki rata-rata pertumbuhan terendah adalah Kabupaten Pelalawan -0,07%.

Jika dilihat dari subkomponennya (Tabel 2), porsi terbesar dari pengeluaran konsumsi rumah tangga adalah konsumsi makanan dan minuman selain restoran. Hal ini menunjukkan pengeluaran konsumsi rumah tangga cenderung masih berorientasi pada makanan dimana masyarakat menggunakan pendapatannya lebih pada kebutuhan pokok yaitu makanan dan minuman. Selanjutnya porsi terbesar kedua adalah transportasi dan komunikasi, hal ini menunjukkan fenomena masyarakat kabupaten/kota se-Provinsi Riau yang lebih *mobile* menghabiskan konsumsi untuk membeli bahan bakar dan ongkos transportasi umum. Selain itu juga menunjukkan masyarakat yang memanfaatkan teknologi komunikasi seperti membeli pulsa, kuota internet dan lainnya untuk komunikasi.

Adapun porsi konsumsi untuk pendidikan dan kesehatan masih relatif kecil (<4%). Hal ini menunjukkan dua sisi dimana sedikitnya pengeluaran untuk pendidikan dan kesehatan adalah karena sebagian kabupaten kota di Provinsi Riau membebaskan biaya pendidikan dan kesehatan. Atau karena biaya pendidikan dan kesehatan tersebut murah.

Pendapatan per Kapita

Pendapatan perkapita di kabupaten/kota di Provinsi Riau cenderung menurun dan sebagian hampir stagnan. Pada tahun 2017, pendapatan perkapita terbesar di

kabupaten Bengkalis sebesar 141,71 juta rupiah dan pendapatan terkecil di kabupaten Rokan Hulu yaitu senilai 35,86 juta rupiah. Rata-rata pertumbuhan pendapatan perkapita berkisar dari -4,09 sampai 3,44 persen. Kabupaten Bengkalis dan Siak dengan pendapatan perkapita tertinggi, tetapi seiring waktu mengalami penurunan, hal ini dikarenakan pengaruh dari sumber daya alam minyak bumi yang menjadi penopang Kabupaten Bengkalis dan Siak yang semakin menipis.

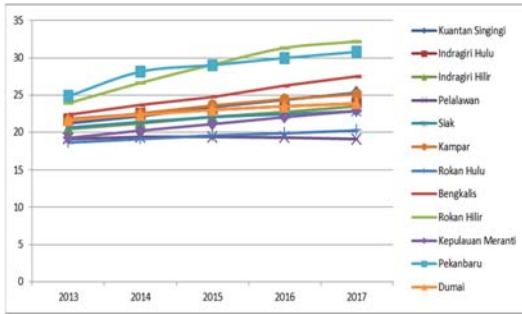
Tabel 2
Persentase Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga dan subkomponennya Kabupaten/Kota se Provinsi Riau Tahun 2013 dan 2017

Kabupaten/Kota	Tahun	Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga (a. s/d l.)	a. Makanan dan Minuman, Selain Restoran	b. Pakaian, Alas Kaki dan Jasa Perawatan	c. Perumahan dan Perlengkapan Rumah Tangga	d. Kesehatan dan Pendidikan	e. Transportasi dan Komunikasi	f. Restoran dan Hotel	g. Lainnya
Kuantan Singingi	2013	33.59	14.61	1.05	2.96	2.11	10.94	0.82	1.10
	2017	37.68	17.22	1.23	3.38	2.40	11.22	0.93	1.31
Indragiri Hulu	2013	33.87	14.25	1.23	3.76	1.97	10.88	0.84	0.94
	2017	36.60	15.61	1.39	4.12	2.20	11.26	0.93	1.10
Indragiri Hilir	2013	40.29	16.30	1.52	4.09	2.01	14.03	1.13	1.21
	2017	40.75	16.70	1.59	4.10	2.03	13.89	1.19	1.25
Pelalawan	2013	25.03	11.04	0.95	2.16	1.49	8.11	0.58	0.68
	2017	26.21	11.97	1.04	2.34	1.60	7.89	0.62	0.75
Siak	2013	16.50	7.22	0.69	1.63	0.91	5.02	0.55	0.48
	2017	20.42	9.38	0.86	2.04	1.10	5.73	0.71	0.60
Kampar	2013	36.58	16.05	1.45	3.06	2.03	11.88	1.04	1.07
	2017	42.57	19.24	1.76	3.64	2.39	13.01	1.20	1.34
Rokan Hulu	2013	53.11	23.15	2.24	4.96	3.59	15.73	1.58	1.85
	2017	56.48	26.25	2.31	5.23	3.78	15.19	1.71	2.00
Bengkalis	2013	13.34	5.73	0.49	1.20	0.81	4.34	0.39	0.39
	2017	19.41	8.73	0.74	1.78	1.17	5.81	0.57	0.61
Rokan Hilir	2013	26.44	12.11	1.02	2.13	1.47	8.09	0.84	0.78
	2017	29.52	13.39	1.26	2.42	1.73	8.74	1.02	0.96
Kepulauan Meranti	2013	33.29	14.65	1.40	3.21	1.98	10.15	0.92	0.98
	2017	35.44	16.00	1.53	3.47	2.19	10.15	1.01	1.07
Pekanbaru	2013	51.84	20.80	1.97	5.27	2.69	17.75	1.75	1.63
	2017	51.90	21.60	1.95	5.30	2.63	16.87	1.84	1.69
Dumai	2013	30.25	12.80	1.23	2.90	1.81	9.57	1.00	0.94
	2017	31.86	13.74	1.35	3.08	1.91	9.70	1.02	1.05

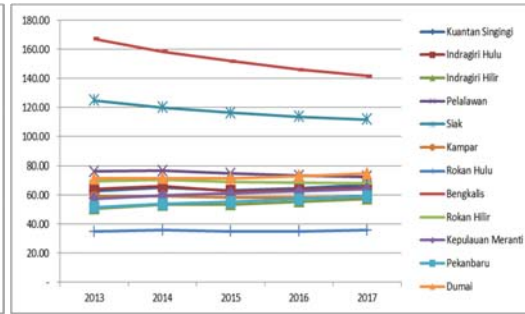
Sumber: BPS Provinsi Riau

Jumlah Penduduk

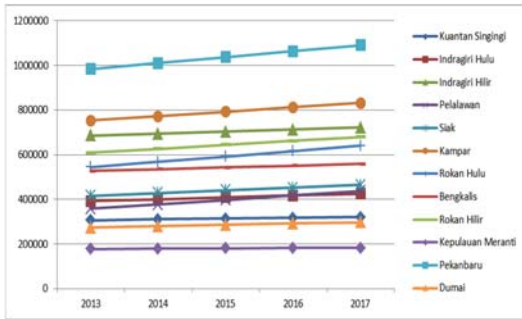
Selama periode 2013-2017 jumlah penduduk kabupaten/kota di Provinsi Riau meningkat dengan rata-rata pertumbuhan 2,39%. Jumlah penduduk terbanyak di Kota Pekanbaru yaitu sebanyak 1.091.088 jiwa pada tahun 2017 atau 16,39% dari jumlah penduduk di Provinsi Riau. Selanjutnya, kabupaten yang memiliki penduduk paling sedikit adalah kabupaten Kepulauan Meranti yaitu sebanyak 297.638 jiwa pada tahun 2017 atau 4,47% dari total penduduk Provinsi Riau.



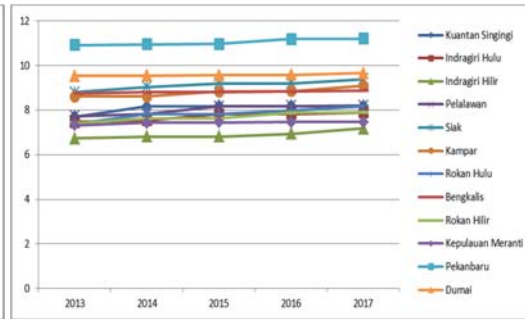
Grafik 2
Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga
Kabupaten/Kota se Provinsi Riau Tahun
2013-2017



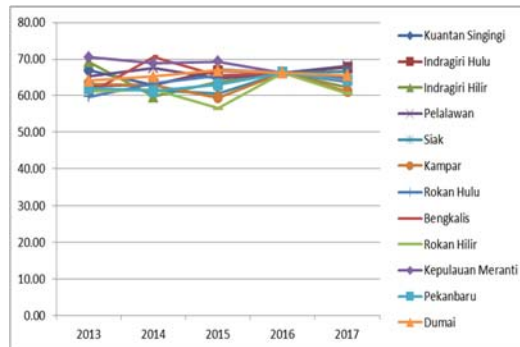
Grafik 3
Pendapatan Per Kapita Kabupaten/Kota se
Provinsi Riau
Tahun 2013-2017



Grafik 4
Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota se-
Provinsi Riau
Tahun 2013-2017



Grafik 5
Rata-rata Lama Sekolah Penduduk
Kabupaten/Kota se-Provinsi Riau Tahun
2013-2017



Grafik 6
Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja
Kabupaten/Kota se-Provinsi Riau Tahun
2013-2017

Rata-rata lama sekolah

Rata-rata lama sekolah menunjukkan seberapa lama penduduk usia 15 tahun ke atas mendapatkan pendidikan. Dari Grafik 5 menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah di kabupaten/kota di Provinsi Riau dari tahun 2013 sampai 2017 terus mengalami peningkatan. Rata-rata lama sekolah tertinggi di Kota Pekanbaru, pada tahun 2017 mencapai 11,21 tahun atau menamatkan sekolah sampai kelas II SMA, sedangkan rata-rata lama sekolah terendah di kabupaten Indragiri Hilir yaitu 7,18 tahun atau rata-rata hanya mengenyam pendidikan sampai kelas I SMP. Pertumbuhan rata-rata lama sekolah berkisar antara 0,00 sampai 6,10%. Pada tahun 2017, kabupaten yang mengalami pertumbuhan paling besar adalah kabupaten Indragiri Hilir yaitu 3,46% dan pertumbuhan paling kecil adalah Kota Pekanbaru 0,09%.

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

Tingkat partisipasi angkatan kerja di kabupaten/kota se-Provinsi Riau secara umum mengalami peningkatan yaitu sekitar 0,39%. Kabupaten yang memiliki rata-rata pertumbuhan TPAK tertinggi adalah Rokan Hulu, sedangkan kabupaten Indragiri Hilir merupakan kabupaten dengan rata-rata pertumbuhan terendah yaitu sebesar -2,30%. Pada tahun 2017, TPAK tertinggi adalah Kabupaten Pelalawan yaitu 68,06%, sedangkan TPAK yang terendah adalah Kabupten Rokan Hilir yaitu 60,63%. Secara keseluruhan rata-rata TPAK tahun 2017 sebesar 64,47%. TPAK pada tahun 2016 tidak tersedia datanya sampai level kabupaten/kota sehingga digunakan TPAK Provinsi Riau sebesar 66,25%.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeluaran konsumsi rumah tangga

Dalam penelitian ini, pemilihan model terbaik dilakukan melalui uji signifikansi *fixed effects* (Uji chow) dan uji signifikansi Hausman (*hausman test*). Selanjutnya, setelah didapatkan model terbaik, uji Lagrange Multiplier (LM test) dan λ LM test dilakukan untuk memilih struktur *varians covarians residual* dilakukan, selanjutnya dilakukan uji asumsi klasik.

Setelah diuji chow, uji hausman, uji LM, uji λ LM, dan Uji asumsi klasik, maka didapatkan model terbaik, yaitu *fixed effect* model dengan penimbang *cross section weight*. Persamaan regresinya sebagai berikut:

$$\ln K_{ons} = (-9,9997 + \gamma_i) * + 0,1892 \ln pdrbc * + 0,8507 \ln pop * + 0,6297 \ln rls * - 0,0019 t_{pak}$$

Adj R²= 0,9618; Prob(F-stat) = 0,0000

*)Signifikansi pada taraf 5%

Berdasarkan model regresi data panel yang terbentuk, diperoleh nilai *adjusted R²* sebesar 0,9618. Hal tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas yang terdiri dari pendapatan per kapita, jumlah penduduk, rata-rata lama sekolah, dan tingkat partisipasi angkatan kerja mampu menjelaskan variasi dari pengeluaran konsumsi rumah tangga sebesar 96,18%. Sisanya sebesar 3,82% dijelaskan oleh variabel lain, selain yang digunakan dalam model penelitian ini.

Probabilitas F-statistik sangat kecil mendekati 0 atau kurang dari taraf 5% menunjukkan bahwa minimal terdapat 1 variabel bebas yang digunakan dalam model berpengaruh signifikan terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga. Kemudian untuk uji parsial menunjukkan bahwa dengan taraf 5% variabel bebas yang digunakan dalam model penelitian ini untuk pendapatan perkapita, jumlah penduduk, dan rata-rata lama sekolah berpengaruh positif signifikan terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga, sedangkan variabel tingkat partisipasi angkatan kerja tidak berpengaruh signifikan.

Pengaruh dari masing-masing variabel bebas terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga kabupaten/kota di Provinsi Riau akan dijabarkan sebagai berikut:

1. Pengaruh pendapatan per kapita terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga.

Variabel pendapatan per kapita memiliki pengaruh positif dan signifikan pada taraf 5% karena memiliki *p-value* 0,0018. Nilai koefisien pendapatan per kapita sebesar 0,1892 menunjukkan meningkatnya pendapatan per kapita rumah tangga di tiap kabupaten/kota di Provinsi Riau 1% akan meningkatkan pengeluaran konsumsi rumah tangga sebesar 0,1892%, *ceteris paribus*. Hal ini sesuai dengan penelitian Pasomba (2015) yang menyimpulkan bahwa tingkat pendapatan berpengaruh positif dan signifikan terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga di Kabupaten Talaud.

2. Pengaruh jumlah penduduk terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga.

Jumlah penduduk kabupaten/kota di Provinsi Riau berpengaruh signifikan dan positif terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga kabupaten/kota di Provinsi Riau. Hal ini menjelaskan bahwa setiap peningkatan pada jumlah penduduk kabupaten/kota di Provinsi Riau akan meningkatkan pengeluaran konsumsi rumah tangga kabupaten/kota di Provinsi Riau. Pengaruh signifikansi dari jumlah penduduk terlihat dari *p-value* yang kurang dari 5%, yaitu sangat kecil mendekati 0. Nilai koefisien sebesar 0,8507 menunjukkan bahwa setiap peningkatan jumlah

penduduk sebesar 1% akan meningkatkan pengeluaran konsumsi rumah tangga sebesar 0,8507%, *ceteris paribus*. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosidi (2014), yang menyatakan bahwa jumlah penduduk berpengaruh signifikan terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga di Kabupaten Nagan Raya. Lipsey *et al.* (1995) juga menyatakan jumlah penduduk memiliki hubungan searah dengan banyaknya barang yang diminta. Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan *demand curve* bergeser ke arah kanan atas yang berarti meningkatnya jumlah penduduk akan meningkatkan banyaknya barang yang dibeli konsumen setiap tingkat harga.

3. Pengaruh rata-rata lama sekolah terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga.

Dari hasil estimasi model terpilih, variabel rata-rata lama sekolah berpengaruh positif dan signifikan, terlihat dari *p-value*nya yang kurang dari taraf 5%. Nilai koefisiennya sebesar 0,6297 yang artinya setiap peningkatan variabel rata-rata lama sekolah sebesar 1% maka akan meningkatkan konsumsi rumah tangga sebesar 0,6297%. Rata-rata lama sekolah ini mengindikasikan tingginya pendidikan dari rumah tangga, jadi semakin lama rumah tangga mengenyam pendidikan atau semakin tinggi tingkat pendidikannya akan meningkatkan pengeluaran konsumsi rumah tangganya. Hal ini senada dengan penelitian Wicaksono (2014), yaitu rata-rata lama sekolah berpengaruh positif dan signifikan terhadap pengeluaran konsumsi rumah tangga di Provinsi DIY.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: *Pertama*, sumbangan pengeluaran konsumsi rumah tangga terhadap pembentukan PDRB mencapai lebih dari 30%. Sehingga tingginya pertumbuhan ekonomi di masing-masing kabupaten ditopang oleh pengeluaran konsumsi rumah tangga. *Kedua*, konsumsi rumah tangga cenderung besar untuk subkomponen makanan dan minuman serta subkomponen transportasi dan komunikasi, sedangkan konsumsi pendidikan dan kesehatan kecil, hanya maksimal 2%. *Ketiga*, pendapatan perkapita, jumlah penduduk, dan rata-rata lama sekolah memiliki pengaruh signifikan dan positif terhadap besarnya pengeluaran konsumsi rumah tangga, sedangkan tingkat partisipasi angkatan kerja tidak berpengaruh signifikan terhadap besarnya pengeluaran konsumsi rumah tangga.

Berdasarkan permasalahan dan kesimpulan, peneliti mengemukakan beberapa saran sebagai berikut. *Pertama*, Pemerintah kabupaten/kota di Provinsi Riau dapat menjaga stabilitas konsumsi rumah tangga mengingat besarnya peran pengeluaran konsumsi rumah tangga terhadap perekonomian daerah dengan cara menjaga daya beli masyarakat dan tingkat inflasi harus terkendali. *Kedua*, untuk menjamin kesejahteraan dalam hal ini pembangunan berkelanjutan, rumah tangga perlu menyisihkan pendapatannya untuk tabungan. *Ketiga*, Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, pengeluaran konsumsi rumah tangga perlu diarahkan untuk meningkatkan proporsi alokasi pengeluaran untuk pendidikan dan kesehatan.

DAFTAR PUSTKA

- BPS Provinsi Riau. 2018. Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/Kota di Provinsi Riau Menurut Pengeluaran Tahun 2013-2017, BPS Provinsi Riau, Pekanbaru.
- Lipsey, R.G, Courant, P.N, & Ragan, C.T.S. 1995. Pengantar Makroekonomi, [Jilid I, Edisi Kesepuluh]. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Pasomba, Yudas. 2015. "Analisis Pengaruh Perkembangan Penduduk dan PDRB Terhadap Tingkat Konsumsi Masyarakat di Melongguane Kabupaten Talaud". *Jurnal Pembangunan dan Keuangan Daerah*.
- Rosidi, Imron. 2014. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi di Kabupaten Nagan Raya* (Thesis). Universitas Teuku Umar.
- Sukirno, Sadono. 2003. *Pengantar Teori ekonomi. Edisi Kedua*. PT. Raja Grafindo Persda. Jakarta
- Wicaksono, Aburizal. 2014. *Analisis Pengaruh Pendapatan dan Pendidikan terhadap Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Regresi Linier Data Panel*. Universitas Gajah Mada.

ANALISIS RANDOM FOREST PADA KLASIFIKASI CART KETIDAKTEPATAN WAKTU KELULUSAN MAHASISWA UNIVERSITAS TERBUKA

Gede Suwardika¹, I Ketut Putu Suniantara²

¹Prodi Statistika – Universitas Terbuka – Denpasar – Bali

²Prodi Sistem Informasi – STIKOM Bali – Denpasar - Bali

email korespondensi: isuwardika@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Classification and Regression Tree (CART) merupakan salah satu metode klasifikasi yang populer digunakan di berbagai bidang. Metode tersebut dinilai mampu menghadapi berbagai kondisi data dan memiliki kelemahan pada prediksi pohon klasifikasi, yaitu kurang stabil pada perubahan data learning yang akan menyebabkan perubahan besar pada hasil prediksi pohon klasifikasi. Metode ensemble random forest yang mengkombinasikan banyak pohon klasifikasi dikembangkan untuk meningkatkan kestabilan dan menentukan prediksi klasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode ensemble random forest untuk meningkatkan kestabilan dan akurasi prediktif CART. Kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi ketidaktepatan waktu kelulusan mahasiswa Universitas Terbuka. Hasil analisis menunjukkan bahwa random forest mampu meningkatkan akurasi klasifikasi ketidaktepatan waktu kelulusan mahasiswa yang mencapai konvergen dengan prediksi klasifikasi mencapai 93.23%.

Kata kunci: klasifikasi, CART, random forest

PENDAHULUAN

*Classification And Regression Trees (CART) merupakan salah satu metode klasifikasi nonparametrik yang populer digunakan. Metode ini telah digunakan dalam penyelesaian masalah di berbagai bidang seperti bidang kesehatan, marketing, sosial, finansial, dan lain sebagainya. Metode ini mampu menghadapi berbagai kondisi data dan memiliki banyak kelebihan, antara lain, mampu mengeksplorasi data berdimensi tinggi dengan komputasi yang efisien, dan dapat digunakan pada kombinasi data kontinu maupun kategorik, serta interpretasi yang mudah dilakukan. Diantara banyak kelebihan CART, kelemahan metode pohon klasifikasi ini yaitu kurang stabil pada perubahan data learning yang akan menyebabkan perubahan besar pada hasil prediksi pohon klasifikasi (Timofeev, 2004). Untuk mengatasi kelemahan metode CART diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi prediksi dari *classifier* yang kurang stabil.*

Wezel dan Potharst (2007) mengembangkan suatu metode untuk meningkatkan akurasi prediksi dari *classifier* yang tidak stabil, yaitu metode *Ensemble*. Metode *Ensemble* merupakan metode kombinasi banyak *classifier* tunggal dimana hasil prediksi masing-masing *classifier* digabungkan menjadi prediksi akhir melalui proses voting mayoritas untuk klasifikasi atau voting rata-rata untuk kasus regresi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *ensemble* seringkali menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan *classifier* tunggal. Salah satu metode *ensemble* yang terbaru ialah *Random Forest* yang dikembangkan dari proses *Bagging*. *Random Forest* pertama kali dikenalkan oleh Breiman pada Tahun 2003. Kelebihan metode ini

ialah lebih cepat dalam proses iterasi komputasi (Chan dan Paelinckx, 2008; Gislason, Benediktsson, dan Sveinsson, 2006).

Berbagai penelitian mengenai klasifikasi kelulusan yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa banyak sekali faktor yang mempengaruhi ketepatan klasifikasi kelulusan mahasiswa. Menurut Suryabrata (2008), faktor-faktor tersebut dapat bersumber dari diri mahasiswa (faktor internal) atau dari luar diri mahasiswa (lingkungan/faktor eksternal). Menurut Nurgenita (2015), dengan menggunakan analisis regresi logistik biner bahwa faktor yang mempengaruhi ketepatan kelulusan adalah fakultas, jenis kelamin, jalur masuk, IPK, dan beasiswa dengan akurasi klasifikasi 85%.

Penelitian tentang klasifikasi ketepatan waktu lulusan lainnya dilakukan oleh Suniantara (2016), menyatakan bahwa faktor yang memengaruhi lama studi mahasiswa adalah lama penyusunan skripsi, IPK, dan jurusan mahasiswa dengan ketepatan klasifikasi 87%. Akan tetapi, hasil klasifikasi tidak stabil saat ada penambahan variabel dan jumlah data. Margasari (2014) mendapatkan hasil akurasi klasifikasi CART 94,2% dan hasil akurasi klasifikasi regresi logistik biner sebesar 86,7% pada data profil mahasiswa FMIPA Universitas Brawijaya. Suniantara dan Rusli (2017) dalam penelitiannya mengatakan bahwa *bagging* CART mampu meningkatkan akurasi klasifikasi sebesar 4,38% dari klasifikasi CART tanpa *bagging*.

Berdasarkan pemaparan sebelumnya maka diterapkan metode *random forest* pada CART dengan tujuan meningkatkan kestabilan dan akurasi prediktif pohon yang dihasilkan. Hasil klasifikasi yang diperoleh akan dibandingkan dengan metode CART (*random forest*) untuk mendapatkan klasifikasi terbaik.

METODE PENELITIAN

Bagian ini mendeskripsikan secara singkat dan padat tentang metode penelitian yang digunakan termasuk spesifikasi bahan dan alat, pengambilan contoh (kualifikasi dan cacah), cara pengukuran, desain penelitian, tahapan cara kerja, parameter, pengumpulan, dan analisis data. Metode disajikan dalam bentuk paragraf dan dapat dilengkapi dengan tabel, gambar, atau bagan alur.

Penelitian ini dilakukan di Universitas Terbuka, UPBJJ Denpasar dengan waktu penelitian sepuluh bulan. Adapun variabel – variabel yang digunakan yaitu 1) variabel respon (Y) yang menyatakan status kelulusan mahasiswa tepat waktu dan tidak tepat waktu; 2) variabel bebas yaitu terdiri dari: jenis kelamin (X_1), jurusan/prodi (X_2), IPK (X_3), pendidikan orang tua (X_4), pekerjaan orang tua (bapak dan ibu) (X_5), penghasilan orang tua (X_6) dan status mahasiswa (X_7). Adapun tahapan penelitian ini sebagai berikut.

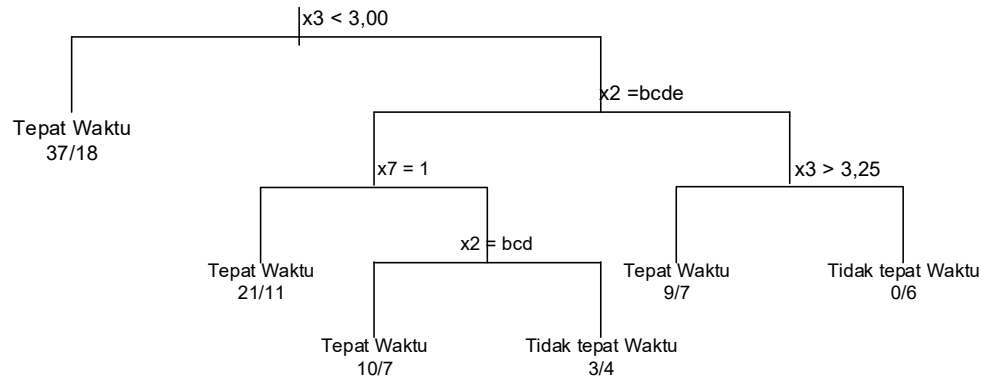
1. Analisis CART, dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Menentukan semua kemungkinan penyekatan pada tiap variabel penjelas.
 - b. Menghitung kehomogenan simpul pada semua variabel penjelas.
 - c. Jika simpul induk telah didapat, maka simpul anak kiri dan kanan dibuat dengan cara yang sama untuk semua variabel penjelas berdasarkan data yang sudah dikelompokkan oleh simpul induk.
 - d. Pembentukan pohon dilakukan sampai dipenuhi suatu aturan penghentian tertentu.
 - e. Pemangkasan pohon dilakukan untuk mendapatkan pohon akhir yang lebih sederhana.
 - f. Setelah diperoleh pengelompokan, kemudian melakukan interpretasi.
2. Analisis klasifikasi *Random Forest* dilakukan sesuai dengan tahapan berikut:
- a. Menentukan jumlah variabel prediktor yang nanti akan diambil secara acak untuk digunakan dalam proses pemilahan pohon klasifikasi yaitu sebanyak 3
 - b. mengambil n sampel dengan teknik *resampling* dengan pengembalian sehingga diperoleh dataset baru D^*
 - c. Membentuk model CART tanpa *pruning* dari dataset D^* dimana setiap pemilahan *node* dipilih pemilah terbaik dari 3 variabel prediktor yang diambil secara acak
 - d. Mengamati prediksi pengelompokan untuk tiap data sampel
 - e. Mengulangi langkah b-d dari 2-20 kali replikasi
 - f. Melakukan voting mayoritas terhadap dugaan pengelompokan tiap sampel data dari 2-20 iterasi yang telah dilakukan
 - g. Menghitung 1-APER klasifikasi *Random Forest*, *sensitivity*, *specificity*, standar deviasi 1-APER, dan G-means.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Klasifikasi CART

Metode klasifikasi CART menggunakan algoritma pohon keputusan (*decision tree*). Hasil analisis CART berupa pohon klasifikasi pada kasus ketepatan waktu lulusan mahasiswa Universitas Terbuka ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan pohon klasifikasi tersebut diketahui bahwa variabel yang digunakan sebagai pemilah pohon klasifikasi CART dan paling menentukan waktu kelulusan yaitu IPK (X_3), program studi (X_2), status mahasiswa (X_7).



Gambar 1

Pohon Klasifikasi CART

Berdasarkan pohon klasifikasi CART didapatkan hasil klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 1
Klasifikasi CART

		Kelas Sebenarnya	
		Tepat waktu	tidak tepat waktu
Kelas Prediksi	tepat waktu	77	43
	tidak tepat waktu	3	10

Berdasarkan Tabel 1 klasifikasi CART menyatakan bahwa terdapat sebanyak 77 data sampel waktu kelulusan diklasifikasikan tepat waktu sedangkan 3 lainnya salah diklasifikasikan. Pada data sampel tidak tepat waktu, terdapat 10 data sampel tepat diklasifikasikan tidak tepat waktu namun data sampel yang salah diklasifikasikan lebih banyak yaitu 43.

Tabel 1 digunakan untuk mengukur akurasi klasifikasi pada pohon klasifikasi CART dimana dapat dihitung nilai 1-APER, *sensitivity*, *specificity*, dan *G-means*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa 1-APER pohon klasifikasi CART bernilai 0,6541 atau dengan kata lain, data sampel yang tepat diklasifikasikan secara keseluruhan sebanyak 65,41%. *Sensitivity* pohon klasifikasi CART bernilai 0,1887 yang artinya hanya 18,87% data waktu kelulusan tepat diklasifikasikan tidak tepat waktu. Adapun *specificity* bernilai 0,9625 yang artinya sebanyak 96,25% waktu lulusan tepat diklasifikasi tepat waktu. Hal tersebut menunjukkan bahwa CART bagus dalam mengklasifikasikan tepat waktu kelulusan mahasiswa. Sedangkan akurasi klasifikasi untuk waktu kelulusan tidak tepat waktu sangat rendah. Berikut merupakan perhitungan nilai 1-APER, *sensitivity*, *specificity*, dan *G-means* hasil klasifikasi dengan CART.

$$1 - APER = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} = \frac{10 + 77}{133} = 0,6541$$

$$sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{10}{53} = 0,1887$$

$$specificity = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{77}{80} = 0,9625$$

$$G - measn = \sqrt{sensitivity \times specificity} = \sqrt{0,1887 \times 0,9626} = 0,4261$$

Pengujian signifikansi prediksi pohon klasifikasi CART digunakan uji *Press's Q*, dengan jumlah pengamatan total $N = 133$, jumlah pengamatan yang benar diklasifikasikan $n = 80$, dan jumlah kelas $K = 2$, maka perhitungan statistik *Press's Q* bernilai 12,6391. Adapun nilai kritis pada tingkat signifikansi 0,01 ialah 6,63.

$$Press's Q = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)} = \frac{[133 - (87.2)]^2}{133(2 - 1)} = 12,6391$$

Berdasarkan statistik *Press's Q*, nilainya lebih besar dari nilai kritis, sehingga dapat disimpulkan bahwa prediksi pohon klasifikasi CART signifikan. Berdasarkan pohon klasifikasi yang terbentuk pada Gambar 1, ketepatan waktu kelulusan dibagi menjadi dua kelas yaitu lulus tepat waktu dan tidak tepat waktu.

a. Kelulusan Tepat Waktu

Lulus tepat waktu menjadi 4 simpul dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Kelulusan tepat waktu dengan IPK kurang dari 3.
2. Kelulusan tepat waktu dengan IPK lebih dari 3; program studi selain Ilmu Administrasi Negara; dengan status mahasiswa bekerja
3. Kelulusan tepat waktu dengan IPK lebih dari 3; program studi selain Ilmu Administrasi Negara dan Ilmu Komunikasi; dengan status mahasiswa bekerja
4. Kelulusan tepat waktu dengan IPK lebih dari 3,25; program studi selain Akuntansi; dengan status mahasiswa tidak bekerja.

b. Kelulusan Tidak Tepat Waktu

Lulus tidak tepat waktu menjadi 2 simpul dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Kelulusan tidak tepat waktu dengan IPK lebih dari 3; status mahasiswa bekerja pada program studi Manajemen.
2. Kelulusan tidak tepat waktu dengan IPK lebih dari 3,25; program studi selain Akuntansi; dengan status mahasiswa tidak bekerja.

2. Klasifikasi dengan *Random Forest*

Klasifikasi dengan *Random Forest* merupakan modifikasi dari *Bagging* CART. Pemilihan pada *random forest* tidak melibatkan semua variabel namun sebagian saja diambil secara acak dalam setiap pemilihannya. Setiap pemilahan dilakukan

pengambilan acak sebanyak 2 variabel dari 7 variabel yang kemudian dicari pemilah terbaik dari 2 variabel tersebut.

Hasil klasifikasi *random forest* pohon klasifikasi yang dilakukan pada data ketepatan waktu kelulusan mahasiswa Universitas Terbuka, hampir sama dengan menggunakan *bagging* CART dimana terdapat 3 variabel yang paling sering digunakan sebagai pemilah pohon dan paling menentukan ketepatan kelulusan secara berurutan adalah Indek Prestasi Kumulati (X_3), Program Studi (X_2), dan status mahasiswa (X_7). Klasifikasi *random forest* CART dapat dilihat pada Tabel 2 Sebanyak 81 data sampel ketepatan waktu kelulusan diklasifikasikan tepat waktu sedangkan 1 lainnya salah diklasifikasikan sebagai ketidaktepatan waktu kelulusan. Pada data sampel tidak tepat waktu, hanya 43 data sampel tepat diklasifikasikan tidak tepat waktu. Sedangkan 8 data sampel salah disklasifikasi sebagai kelulusan tepat waktu.

Tabel 2
Klasifikasi *Random Forest* CART

		Kelas Sebenarnya	
		Tepat waktu	tidak tepat waktu
Kelas Prediksi	tepat waktu	81	8
	tidak tepat waktu	1	43

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa 1-APER pohon klasifikasi *Bosting* CART bernilai 0,9323 atau dengan kata lain, data sampel yang tepat diklasifikasikan secara keseluruhan sebanyak 93,23%. *Sensitivity* pohon klasifikasi *Bosting* CART bernilai 0,8431 yang artinya hanya 84,31% data waktu kelulusan tepat diklasifikasikan tidak tepat waktu. Adapun *specificity* bernilai 0,9878 yang artinya sebanyak 98,78% waktu lulusan diklasifikasi tepat waktu. Nilai ketiganya tidak jauh berbeda atau relatif berimbang yang artinya *Boosting* CART bagus dalam mengklasifikasikan baik untuk kelas lulus tepat waktu maupun lulus tidak tepat waktu. Perhitungan nilai 1-APER, *sensitivity*, *specificity*, dan *G-means* hasil klasifikasi dengan *random forest* sebagai berikut:

$$1 - APER = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} = \frac{43 + 81}{133} = 0,9323$$

$$sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{43}{33 + 8} = 0,8431$$

$$specificity = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{81}{81 + 1} = 0,9878$$

$$G - measn = \sqrt{sensitivity \times specificity} = \sqrt{0,8431 \times 0,9878} = 0,9126$$

Mengukur kecepatan akurasi prediksi untuk mencapai konvergen pada metode *ensemble* dilihat dengan menggunakan standar deviasi 1-APER *bosting* CART yang diperoleh sebesar 0,0192. Pengujian signifikansi prediksi klasifikasi *bagging* CART digunakan uji *Press's Q*. Diketahui bahwa jumlah pengamatan total $N = 133$, jumlah pengamatan yang benar diklasifikasikan $n = 124$, dan jumlah kelas $K = 2$, maka perhitungan statistik *Press's Q* bernilai 99,4361.

$$Pr_{ess's}Q = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)} = \frac{[133 - (124.2)]^2}{133(2 - 1)} = 99,4361$$

Adapun nilai kritis pada tingkat signifikansi 0,01 ialah 6,63. Berdasarkan statistik *Press's Q*, didapatkan nilai yang lebih besar dari nilai kritis. Karena statistik *Press's Q* melebihi nilai kritis, maka dapat disimpulkan bahwa prediksi *random forest* signifikan secara statistik.

3. Perbandingan Klasifikasi

Kinerja metode *random forest* diukur dari akurasi prediksi dan kecepatan akurasi prediksi untuk mencapai konvergen. Akurasi prediksi secara umum diukur dari nilai 1-APER dimana semakin besar 1-APER maka semakin baik akurasi prediksinya. Semakin besar *sensitivity* maka semakin baik akurasi prediksi klasifikasi tidak tepat waktu sedangkan semakin besar *specificity* maka semakin baik akurasi prediksi klasifikasi tepat waktu. Kemampuan dalam prediksi data diukur dari keseimbangan *sensitivity* dan *specificity* yang dirangkum dalam nilai *G-means* dimana semakin besar nilainya maka semakin baik. Sedangkan kecepatan akurasi prediksi untuk mencapai konvergen diukur dari standar deviasi 1-APER dimana semakin kecil semakin cepat atau semakin sedikit pohon yang dibutuhkan untuk mencapai akurasi yang konvergen.

Tabel 3
Ukuran Kinerja Metode Klasifikasi

Metode Klasifikasi	1 - APER	Sensitivity	Specificity	G-Means
CART	0,6541*	0,1887	0,9625	0,4261
Random Forest	0,9323* (0,031)	0,8431	0,9878	0,9126

Keterangan: *Statistik *Press's Q* signifikan () standar deviasi

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa 1-APER pohon klasifikasi CART bernilai 0,6541 yang artinya sebanyak 65,41% data sampel tepat diklasifikasikan. Sedangkan *random forest* menghasilkan 1-APER bernilai 93,23%. Melihat nilai 1-APER dari kedua metode dapat dikatakan metode *random forest* mampu meningkatkan akurasi klasifikasi CART secara umum.

Keseimbangan akurasi prediksi untuk tiap kelas dapat diukur dari nilai *G-means*. Aspek ini perlu diperhitungkan karena metode klasifikasi cenderung baik, dalam memprediksi kelas dengan data sampel yang lebih banyak namun buruk, dalam memprediksi kelas dengan data sampel sedikit. Berdasarkan Tabel 3 nampak bahwa pohon klasifikasi CART memiliki *G-means* bernilai 0,4161. Sedangkan *random forest* menghasilkan pohon klasifikasi yang memiliki nilai *G-means* (0,9126), dan lebih besar dibanding CART yang artinya akurasi prediksi metode *random forest* cenderung lebih seimbang dalam melakukan prediksi di tiap kelas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan dan kegiatan pelaksanaan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan klasifikasi CART pada klasifikasi ketepatan waktu lulusan mahasiswa Universitas Terbuka menunjukkan bahwa variabel yang digunakan sebagai pemilah pohon klasifikasi CART dan paling menentukan waktu ketepatan lulusan adalah IPK, status mahasiswa, program studi dan penghasilan keluarga.
2. Klasifikasi *random forest* mampu menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih baik dibandingkan dengan pohon klasifikasi CART.

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah dengan menambahkan variabel bebas lain untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Terbuka yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Breiman, L., J.H. Friedman, R.A. Olshen dan C.J. Stone. (1993). *Classification and Regression Trees*. Chapman and Hall: New York
- Breiman, L., Friedman, J., Olsen, R.A., dan Stone, C. (1984), *Classification and Regression Trees*. Belmont, California: Wadsworth.
- Breiman, L (1996a). "Bagging Predictors". *Machine Learning*, vol. 24. 123-140
- Breiman, L. (1996b). "Heuristics of Instability and Stabilization in Model Selection". *Annals of Statistics*, 24, hal. 2350–2383.
- Chan, J.C.W. dan Paelinckx, D. (2008), "Evaluation of Random Forest and Adaboost Tree-based Ensemble Classification and Spectral Band Selection for Ecotope

- Mapping using Airborne Hyperspectral Imagery". *Remote Sensing of Environment*, vol. 112, hal. 2999-3011.
- Gislason, P.O., Benediktsson, J.A., dan Sveinsson, J.R. (2006). "Random Forest for Land Cover Classification". *Pattern Recognition Letters*, vol. 27, hal. 294-300.
- Margasari, A. (2014). "Penerapan Metode CART (Classification and Regression Trees) dan Analisis Regresi Logistik Biner pada Klasifikasi Profil Mahasiswa FMIPA Universitas Brawijaya". *Student Journal UB*, vol 2 no 4.
- Nurgenita, Nita. (2015). *Identifikasi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa Program Sarjana IPB*. Skripsi Departemen Statistika FMIPA IPB Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Suniantara, I Ketut Putu. (2016). *Pendugaan Lama Studi Mahasiswa STIKOM BALI dengan Menggunakan Regresi Berstruktur Pohon*. Penelitian Internal Tahap I STIKOM BALI 2016.
- Suniantara, I Ketut Putu., Muhammad Rusli. 2017. "Ketepatan Klasifikasi Bagging CART Pada Klasifikasi Ketidaktepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa STIKOM Bali". *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*, Agustus 2017. STIKOM Bali.
- Suryabrata, S. (2008). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Timofeev, Roman. (2004). *Classification and Regression Trees (CART) Theory and Applications*. Berlin: CASE - Center of Applied Statistics and Economics Humboldt University
- Wezel, M.V. dan Potharst, R. (2007). "Improved Customer Choice Predictions using Ensemble Methods", *European Journal of Operational Research*, vol. 181, hal. 436-452.

PENENTUAN INDIKATOR KEMISKINAN PENDUDUK INDONESIA TAHUN 2017 DENGAN PEMODELAN *SPARSE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS*

Georgina Maria Tinungki

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin
Makassar

email korespondensi: ina_matematika@yahoo.co.id

ABSTRAK

Data terbaru dari Badan Pusat Statistika (BPS) bulan Maret 2018, menyatakan bahwa jumlah penduduk miskin (penduduk dengan pengeluaran per kapita per bulan di bawah Garis Kemiskinan) di Indonesia mencapai 25,95 juta orang (9,82%), berkurang sebesar 633,2 ribu orang dibandingkan dengan kondisi September 2017 yang sebesar 26,58 juta orang (10,12%). Data Indikator Kemiskinan Penduduk Indonesia ini terdiri atas 13 variabel dan 34 observasi. Dalam hal ini, kita berhadapan dengan data yang berukuran besar yaitu, data yang terdiri dari banyak variabel yang diharapkan hasil analisis terhadap data tersebut menghasilkan banyak informasi yang diperlukan dalam hal pengambilan keputusan. Akan tetapi, terkadang peneliti mengalami kesulitan dalam melakukan interpretasi informasi dari hasil *Principal Component Analysis (PCA)* yang diperoleh. Di sini *Sparse Principal Component Analysis* menggabungkan kekuatan *PCA* standar/klasik, reduksi data, dengan pemodelan *sparseness*, sehingga hasil reduksi dimensi data akan mudah diinterpretasi. Data yang diperoleh adalah data sekunder yaitu data Indikator Kemiskinan Penduduk Indonesia Tahun 2017 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika pada situs <http://www.bps.go.id>. Hasil yang diperoleh menunjukkan penerapan metode *Sparse PCA* pada data Indikator Kemiskinan Penduduk Indonesia Tahun 2017 dalam mereduksi 13 (tiga belas) variabel, menghasilkan empat (4) variabel baru *Principle Component (PC)* yang telah mampu menjelaskan 81% dari total variansi data

Kata kunci : indikator kemiskinan, pemodelan *sparseness*, *principal component analysis*

PENDAHULUAN

Berdasarkan Ensiklopedia Internasional definisi dari kemiskinan: "*Proverty is scarcity, death, or state of one who lacks a certain amount of material possessions or money*". Dengan kata lain kemiskinan adalah tidak memiliki apa-apa, atau orang yang tidak memiliki harta benda atau uang. BPS mengartikan kemiskinan sebagai ketidakmampuan untuk memenuhi standar minimum kebutuhan dasar yang meliputi kebutuhan makanan maupun non-makanan (Alexandre, 2007).

Menghadapi masalah indikator kemiskinan, kita dihadapkan dengan data yang berukuran besar yaitu, data yang terdiri dari banyak variabel yang menghasilkan banyak informasi yang diperlukan dalam hal pengambilan keputusan. Namun seringkali peneliti mengalami kesulitan dalam melakukan interpretasi informasi yang diperoleh. Sebagai solusinya suatu metode yang dapat menjembatani masalah tersebut adalah model *Sparse Principal Component Analysis* yang menggabungkan kekuatan *PCA* standar/klasik, reduksi data, dengan pemodelan *sparseness*, sehingga hasil reduksi dimensi data akan mudah diinterpretasi (Andreas, 2013).

Sparse PCA diperkenalkan oleh Zou *et al.* pada tahun 2004. *Sparse PCA* menggabungkan kekuatan *PCA* klasik, reduksi data, dan pemodelan *sparseness*, yang mengeluarkan variabel yang tidak efektif dari model *PCA* dengan mengecilkan beban variabel tersebut menjadi nol (Hsu *et al.*, 2014). Oleh karena itu, *Sparse PCA* memiliki kelebihan dalam membuat interpretasi *PC* menjadi lebih mudah. Selanjutnya Li *et al.*

pada tahun 2018 juga menerapkan metode *Sparse PCA* pada data berdimensi tinggi. Li *et al* (2018) membandingkan metode PCA dan *Sparse PCA*, hasil dari penelitian ini menunjukkan metode *Sparse PCA* dapat secara efektif memasukkan informasi-informasi penting ke PC yang terbentuk serta komponen beban (nilai *loading*) yang dihasilkan lebih mudah diinterpretasikan (Li *et al.* 2018).

METODE PENELITIAN

1. Indikator Kemiskinan

Indikator utama kemiskinan menurut BAPPENAS dapat dilihat dari; (1) kurangnya pangan, sandang, dan perumahan yang tidak layak; (2) terbatasnya kepemilikan tanah dan alat-alat produktif; (3) kurangnya kemampuan membaca dan menulis; (4) kurangnya jaminan dan kesejahteraan hidup; (5) kerentanan dan keterpurukan dalam bidang sosial dan ekonomi; (6) ketidakberdayaan atau daya tawar yang rendah; dan (7) akses terhadap ilmu pengetahuan yang terbatas.

Menurut Bank Dunia indikator kemiskinan yaitu:

- a. Kepemilikan tanah dan modal yang terbatas
- b. Terbatasnya sarana dan prasarana yang dibutuhkan, pembangunan yang bias kota
- c. Perbedaan kesempatan di antara anggota masyarakat
- d. Perbedaan sumber daya manusia dan sektor ekonomi
- e. Rendahnya produktivitas
- f. Budaya hidup yang jelek
- g. Tata pemerintahan yang buruk
- h. Pengelolaan sumber daya alam yang berlebihan

Dari sisi makanan, BPS menggunakan indikator yang direkomendasikan oleh Widyakara Pangan dan Gizi tahun 1998 yaitu kebutuhan gizi 2.100 kalori per orang per hari, sedangkan dari sisi kebutuhan non-makanan tidak hanya terbatas pada sandang dan papan melainkan termasuk pendidikan dan kesehatan. Model ini pada intinya membandingkan tingkat konsumsi penduduk dengan suatu garis kemiskinan (GK), yaitu jumlah rupiah untuk konsumsi per orang per bulan. Sedangkan data yang digunakan adalah data makro hasil Survei Sosial dan Ekonomi Nasional (BPS, 2017).

Dalam kehidupan masyarakat yang tergolong penduduk miskin berdasarkan kemampuannya memenuhi kebutuhan hidupnya, menurut Badan Pusat Statistik adalah:

- Penduduk dikatakan sangat miskin apabila kemampuan memenuhi konsumsi makanan hanya mencapai 900/kalori/orang/hari ditambah kebutuhan dasar atau setara dengan Rp. 120.000/orang/bulan.

- Penduduk dikatakan miskin apabila kemampuan memenuhi konsumsi makanan hanya mencapai antara 1900/2100 kalori/orang/hari ditambah kebutuhan dasar atau setara dengan Rp. 120.000-Rp. 150.000/orang/bulan.
- Penduduk dikatakan mendekati miskin apabila kemampuan memenuhi konsumsi makanan hanya mencapai 2100/23000 kalori/orang/hari dan kebutuhan dasar atau setara dengan Rp. 150.000-Rp. 175.000/orang/bulan.

2. Sparse Principal Component Analysis

Salah satu bentuk pengembangan terbaru dari PCA adalah *Sparse PCA*. *Sparse PCA* menggabungkan kelebihan PCA klasik, reduksi data, dengan pemodelan *sparseness*, yang mengeluarkan variabel yang tidak efektif dari model PCA dengan mengecilkan nilai *loading* dari variabel-variabel ini menjadi nol (Hsu *et al.*, 2014). Oleh karena itu, *Sparse PCA* memiliki kelebihan dalam membuat interpretasi komponen utama menjadi lebih mudah. Cara sederhana untuk melakukannya adalah dengan mengatur semua pembebanan dengan nilai absolut lebih kecil dari ambang batas tertentu menjadi nol. Metode ini disebut *thresholding* sederhana (Johnstone dan Lu, 2004).

Zou *et al.* (2004) memperkenalkan *Sparse PCA* menggunakan metode *Elastic Net* yang dikembangkan dari metode *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO) untuk menghasilkan PC yang dimodifikasi dari nilai-nilai *loading* yang *sparse*. Zou *et al.*, (2004) mengemukakan PCA dapat diformulasikan sebagai masalah optimasi pada regresi, sehingga nilai-nilai *loading* dapat diperoleh dengan menerapkan batasan *Elastic Net* pada koefisien regresi β .

Elastic Net merupakan suatu metode seleksi dengan menggabungkan regresi ridge dan LASSO. Dengan kata lain, *Elastic Net* menggabungkan batasan L_1 -norm dan L_2 -norm kuadrat pada β . Penggabungan dua batasan tersebut diharapkan dapat menyeimbangkan kelemahan dari masing-masing metode (*ridge* dan LASSO) dengan batasan L_1 -norm menghasilkan model yang lebih sederhana karena terjadi penyusutan beberapa β yang tepat nol, sedangkan batasan L_2 -norm kuadrat menghasilkan model yang tidak menyeleksi variabel namun meningkatkan efek pengelompokan dan penyusutan β (Ramadhini, 2014).

Batasan L_1 -norm dan L_2 -norm kuadrat menyusutkan penduga β ke arah nol. Meskipun kedua metode adalah metode penyusutan, namun batasan L_1 -norm dan L_2 -norm kuadrat memberikan pengaruh yang berbeda. Menggunakan batasan L_2 -norm kuadrat cenderung menghasilkan β yang kecil tapi tidak nol, sedangkan batasan L_1 -norm cenderung menghasilkan beberapa koefisien regresi tepat nol dan sebagian koefisien regresi lainnya bernilai kecil. Kombinasi batasan L_1 -norm dan L_2 -norm kuadrat

memberikan hasil diantara keduanya yaitu menghasilkan beberapa koefisien regresi tepat nol tetapi tidak sebanyak dengan hanya menggunakan batasan L_1 -norm (Ramadhini, 2014). Metode *Sparse PCA* dengan menempatkan batasan L_1 -norm dan L_2 -norm kuadrat ini dapat menghasilkan nilai-nilai *loading* yang *sparse* dan persentase *varians* yang lebih tinggi daripada metode *Sparse PCA* yang hanya menempatkan batasan L_1 -norm.

3. Metode Least Absolute Shrinkage and Selection Operator dan Elastic Net

Metode LASSO diperkenalkan pertama kali oleh Tibshirani pada tahun 1996. Penduga koefisien LASSO diperoleh dengan cara pemrograman kuadratik. LASSO merupakan salah satu teknik regresi pereduksian variabel bebas. LASSO menyusutkan koefisien regresi dari variabel yang memiliki korelasi tinggi dengan galat, menjadi tepat nol atau mendekati nol (Tibshirani, 1996). LASSO merupakan sebuah metode *Penalized Least Squares* (PLS) yang mengubah kendala dalam regresi *ridge* menjadi dalam bentuk L_1 -norm yang disebut juga dengan istilah regularisasi L_1 .

Misalkan terdapat sekumpulan data terdiri atas n pengamatan dan p variabel bebas. Misal $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_n)^T$ adalah variabel respon dan $\mathbf{X} = [\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_p]$ adalah model matriks dengan $\mathbf{x}_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}]^T$, $j = 1, \dots, p$ variabel bebas. $\hat{\beta}_{lasso}$ diperoleh dengan meminimumkan kriteria LASSO melalui persamaan (2.1) (Tibshirani, 1996).

$$\hat{\beta}_{lasso} = \arg \min_{\beta} \left\{ \left\| \mathbf{y} - \sum_{j=1}^p \mathbf{x}_j \beta_j \right\|^2 + \ell \sum_{j=1}^p |\beta_j| \right\} \quad (2.1)$$

dengan ℓ adalah parameter *tuning* yang menentukan penyusutan koefisien LASSO, $\ell \geq 0$.

Metode LASSO secara bersamaan menghasilkan model yang *sparse* dan akurat, sehingga menjadikan LASSO sebagai metode pemilihan variabel yang menguntungkan. Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zou dan Hastie (2003), LASSO memiliki beberapa keterbatasan. Salah satunya adalah jumlah variabel yang dipilih oleh LASSO dibatasi oleh jumlah pengamatan. Misalnya, jika diterapkan pada data *microarray* dimana ada ribuan (gen) ($p > 1000$) dengan kurang dari 100 sampel ($n < 100$), LASSO hanya dapat memilih paling banyak n variabel (jenis gen).

Oleh karena itu, Zou dan Hastie (2003) melakukan pengembangan dari metode LASSO untuk mengatasi keterbatasannya yang kemudian dikenal sebagai metode

Elastic Net. Untuk setiap ℓ_1 dan ℓ_2 non-negatif, penduga *Elastic Net* $\hat{\beta}_{en}$ diberikan melalui persamaan (2.24).

$$\hat{\beta}_{en} = (1 + \ell_2) \arg \min_{\beta} \left\{ \left\| y - \sum_{j=1}^p x_j \beta_j \right\|^2 + \ell_2 \sum_{j=1}^p |\beta_j|^2 + \ell_1 \sum_{j=1}^p |\beta_j| \right\} \quad (2.2)$$

Ketika $p > n$ dan $\ell_2 > 0$, *Elastic Net* berpotensi mencakup semua variabel pada *fitted model*, sehingga keterbatasan LASSO dapat dihilangkan. Keuntungan lain yang ditawarkan oleh metode *Elastic Net* adalah dari segi pengelompokkan variabel. *Elastic Net* cenderung memilih sekelompok variabel yang berkolerasi tinggi. Sebaliknya, jika dalam satu kelompok variabel memiliki korelasi berpasangan yang tinggi, LASSO cenderung memilih hanya satu variabel dari kelompok dan tidak memperhatikan variabel lainnya.

4. Pendekatan Sparse

Perhatikan bahwa setiap PC merupakan kombinasi linier dari p variabel, sehingga pembebanannya (nilai-nilai *loading*) dapat diperoleh dengan cara meregresikan PC pada p variabel.

Teorema 1 (Zou et al., 2006)

Untuk setiap i , W_i adalah PC ke- i . Misalkan $X_{n \times p}$ ($n > p$) adalah matriks yang memiliki rank penuh (*full-rank*), ℓ suatu bilangan non-negatif dan penduga *ridge* $\hat{\beta}_{ridge}$ diberikan oleh persamaan (2.3) berikut,

$$\hat{\beta}_{ridge} = \arg \min_{\beta} \{ \|W_i - X\beta\|^2 + \ell \|\beta\|_2^2 \} \quad (2.3)$$

\hat{v} diperoleh dengan menormalisasikan $\hat{\beta}_{ridge}$, $\hat{v} = \frac{\hat{\beta}_{ridge}}{\|\hat{\beta}_{ridge}\|}$, dengan $\hat{v} = v_j$

Teorema 1 menunjukkan hubungan antara PCA dan metode regresi. Peregresian PC pada variabel-variabel dibahas oleh Cadima dan Jolliffe pada tahun 1995. Cadima dan Jolliffe (1995) berfokus pada pendekatan PC dengan subset dari variabel k . Zou et al., (2004) melakukan pendekatan KU menggunakan regresi *ridge*. Setelah normalisasi, koefisien saling bebas terhadap ℓ . Oleh karena itu penalti regresi *ridge* dalam bentuk L_2 -norm kuadrat tidak digunakan untuk melakukan penalisasi koefisien regresi, tetapi untuk memastikan rekonstruksi PC.

Selanjutnya, tambahkan L_1 -norm ke persamaan (2.3) sehingga diperoleh persamaan (2.4) berikut (Zou, et al., 2006).

$$\hat{\beta} = \arg \min_{\beta} \{ \|W_i - X\beta\|^2 + \ell \|\beta\|_2^2 + \ell_1 \|\beta\|_1 \} \quad (2.4)$$

dan $\hat{v}_i = \frac{\hat{\beta}}{\|\hat{\beta}\|}$, merupakan penduga dari v_i dan $X\hat{v}_i$ adalah penduga KU ke- i .

Persamaan (2.4) disebut sebagai persamaan *naive elastic net* (Zou dan Hastie, 2003)

dimana persamaan (2.4) merupakan *elastic net* tanpa faktor penskalaan $(1 + \ell)$. Faktor penskalaan tidak mempengaruhi \hat{v}_i karena akan digunakan *fitted coefficients* yang dinormalisasi, sehingga pada persamaan (2.1), $(1 + \ell)$ dapat dihilangkan dan diperoleh hasil yang sama dengan persamaan (2.2). Atau dengan kata lain, persamaan (2.4) adalah regularisasi *naive elastic net* yang merupakan kombinasi dari L_1 -norm dan L_2 -norm kuadrat.

Selanjutnya, Zou *et al.* (2006) menyusun suatu algoritma untuk meminimalkan kriteria *Sparse PCA* berdasarkan persamaan (2.26). Misal $\hat{\mathbf{B}} = [\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k]$ merupakan matriks berukuran $p \times k$, p jumlah variabel bebas dan k jumlah KU yang terpilih, dan $\hat{\beta}_j$ suatu vektor penduga *naive elastic net*, substitusi $\mathbf{W}_j = \mathbf{X}\alpha_j$ untuk setiap $j = 1, \dots, k$, ke persamaan (2.4) sehingga diperoleh persamaan (2.5) (Zou *et al.*, 2006).

$$\begin{aligned}\hat{\beta}_j &= \arg \min_{\beta_j} \{ \|\mathbf{W}_j - \mathbf{X}\beta_j\|^2 + \ell \|\beta_j\|_2^2 + \ell_{1,j} \|\beta_j\|_1 \} \\ \hat{\beta}_j &= \arg \min_{\beta_j} \{ \|\mathbf{X}\alpha_j - \mathbf{X}\beta_j\|^2 + \ell \|\beta_j\|_2^2 + \ell_{1,j} \|\beta_j\|_1 \} \\ \hat{\beta}_j &= \arg \min_{\beta_j} \{ \|\mathbf{X}(\alpha_j - \beta_j)\|^2 + \ell \|\beta_j\|_2^2 + \ell_{1,j} \|\beta_j\|_1 \} \\ \hat{\beta}_j &= \arg \min_{\beta_j} \{ (\|\mathbf{X}(\alpha_j - \beta_j)\|)(\|\mathbf{X}(\alpha_j - \beta_j)\|) + \ell \|\beta_j\|_2^2 + \ell_{1,j} \|\beta_j\|_1 \} \\ \hat{\beta}_j &= \arg \min_{\beta_j} \{ (\alpha_j - \beta_j)^T (\|\mathbf{X}\| \|\mathbf{X}\|) (\alpha_j - \beta_j) + \ell \|\beta_j\|_2^2 + \ell_{1,j} \|\beta_j\|_1 \}\end{aligned}$$

dengan mensubstitusikan $\|\mathbf{X}\| = \sqrt{\mathbf{X}^T \mathbf{X}}$, maka diperoleh persamaan (2.5).

$$\hat{\beta}_j = \arg \min_{\beta_j} \{ (\alpha_j - \beta_j)^T \mathbf{X}^T \mathbf{X} (\alpha_j - \beta_j) + \ell \|\beta_j\|_2^2 + \ell_{1,j} \|\beta_j\|_1 \} \quad (2.5)$$

dengan $\|\beta_j\|_2^2 = \sum_{i=1}^p \beta_{ij}^2$ dan $\|\beta_j\|_1 = \sum_{i=1}^p |\beta_{ij}|$.

Catatan:

ℓ digunakan untuk semua k PC, sedangkan nilai $\ell_{1,j}$ dapat berbeda-beda untuk setiap $j = 1, \dots, k$ PC (Zou *et al.*, 2006).

5. Memilih Parameter Tuning

Pemilihan $\ell_{1,j}$ pada persamaan (2.3) dapat dilakukan dengan menggunakan *Cross Validation* (CV). CV yang sebaiknya digunakan adalah *5-fold* atau *10-fold* karena memberikan dugaan sisaan prediksi yang mempunyai bias tinggi namun memberikan MSE kecil dan juga variansi yang lebih kecil (Ramadhini, 2014).

Zou dan Hastie (2005) memilih parameter *tuning* $\ell_{1,j}$ menggunakan *10-fold CV*. Adapun untuk pemilihan ℓ , ditentukan oleh peneliti (dapat mempertimbangkan prinsip *parsimony*). ℓ yang dipilih adalah ℓ yang menghasilkan model matriks loading yang *sparse* dan proporsi keragaman kumulatif yang dihasilkan $\geq 80\%$.

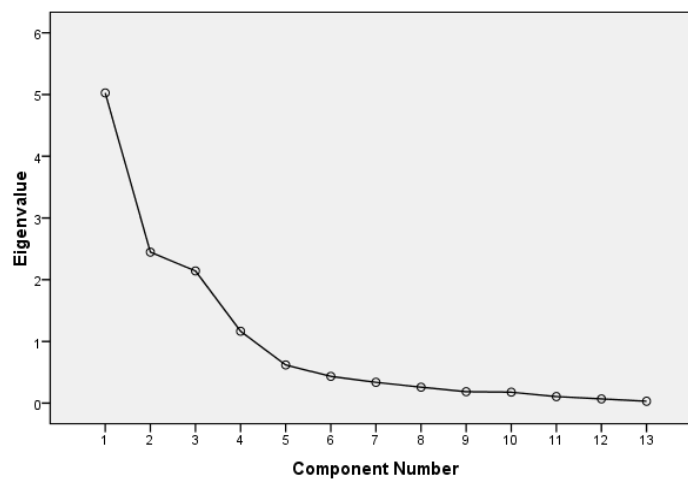
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Jumlah Komponen Utama yang Terbentuk menggunakan *Principal Component Analysis*

Untuk menentukan jumlah PC yang terbentuk, terdapat 3 kriteria yang bisa digunakan yaitu dengan melihat *scree plot*, nilai *eigen*, dan keragaman kumulatif yang dapat dijelaskan oleh PC.

a. *Scree Plot*

Scree plot adalah *plot* antara nilai *eigen* dengan banyaknya KU yang terbentuk. Jumlah KU yang terbentuk dapat diketahui dengan memperhatikan patahan siku dari *scree plot*. *Scree plot* data dengan metode PCA dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 1

Scree Plot data dengan metode PCA

Pada Gambar 1, terlihat bahwa kurva mulai meluruh setelah PC ke-4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan mengambil empat KU, sudah mencukupi untuk mewakili ketigabelas variabel lama.

b. *Nilai eigen*

PC yang terbentuk dapat ditentukan dengan memilih PC yang memiliki nilai *eigen* lebih besar dari 1. Nilai *eigen* dengan metode PCA disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1

Nilai *Eigen* dengan Metode PCA

Nilai eigen dengan metode PCA			
PC ke-	Nilai Eigen	PC ke-	Nilai Eigen
1	5.025562	8	0.259007
2	2.44679	9	0.18576
3	2.141998	10	0.177708
4	1.164892	11	0.106607
5	0.619113	12	0.068969
6	0.434757	13	0.031239
7	0.337597		

Sumber: Data Diolah, 2018

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 4 PC yang memiliki nilai *eigen* lebih besar dari 1. PC₁ memiliki nilai *eigen* sebesar 5.025562. Selanjutnya, PC₂ memiliki nilai *eigen* sebesar 2.44679, PC₃ memiliki nilai *eigen* sebesar 2.141998 dan PC₄ memiliki nilai *eigen* sebesar 1.164892. Adapun KU₅ hingga PC₁₃ memiliki nilai *eigen* kurang dari 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah PC yang terbentuk menurut kriteria nilai *eigen* adalah 4 PC.

Persentase Proporsi Keragaman Kumulatif

KU yang terbentuk dapat ditentukan dengan memilih PC yang dapat menjelaskan proporsi keragaman sampel secara kumulatif minimal 80%. Tabel 2 menunjukkan bahwa PC pertama menjelaskan 38,66% dari total variansi sampel. PC kedua menjelaskan 18,82% dari total variansi sampel. Adapun PC ketiga dan keempat masing-masing mampu menjelaskan 16,48% dan 8,96% dari total variansi sampel. Secara kumulatif, keempat PC pertama ini telah mampu menjelaskan 82.92% dari total variansi sampel. Sehingga, berdasarkan kriteria persentase proporsi keragaman kumulatif, dibutuhkan 4 PC untuk mereduksi 13 variabel tanpa kehilangan informasi penting yang terkandung di dalamnya.

Tabel 2
Proporsi Keragaman dan Keragaman Kumulatif dengan Metode PCA

PC ke-	Proporsi keragaman	Proporsi keragaman kumulatif
1	0.3866	0.3866
2	0.1882	0.5748
3	0.1648	0.7396
4	0.0896	0.8292
5	0.0476	0.8768
6	0.0334	0.9102
7	0.0260	0.9362
8	0.0199	0.9561
9	0.0143	0.9704
10	0.0137	0.9841
11	0.0080	0.9923
12	0.0053	0.9976
13	0.0024	1.0000

Sumber: Data Diolah, 2018

Jumlah PC yang dipilih adalah sebanyak empat (4) berdasarkan ketiga kriteria pemilihan jumlah KU yaitu *scree plot*, nilai *eigen* dan persentase keragaman kumulatif.

1. Matriks Loading menggunakan Metode Principal Component Analysis

Berdasarkan ketiga kriteria pemilihan jumlah PC yaitu *scree plot*, nilai *eigen* dan persentase keragaman kumulatif, diperoleh empat PC sebagai variabel baru. Keempat variabel ini memiliki nilai *eigen* yang telah terurut. Untuk menentukan variabel lama yang

paling banyak menjelaskan masing-masing keempat variabel baru ini, kita dapat melihat nilai *loading* tiap komponen. Nilai *Loading* tiap KU menggunakan metode PCA disajikan pada Tabel 3. Nilai *Loading* pada Tabel 3 menjelaskan hubungan (korelasi) antara variabel lama dengan variabel baru yang dibentuk dengan metode PCA.

Tabel 3
Matriks *Loading* Menggunakan Metode PCA

Variabel	Komponen Utama			
	PC_1	PC_2	PC_3	PC_4
X_1	-0.251	0.013	-0.437	0.286
X_2	0.188	0.322	-0.350	-0.427
X_3	0.409	0.016	-0.127	-0.037
X_4	-0.304	0.048	-0.300	0.205
X_5	0.373	-0.225	0.119	-0.149
X_6	-0.243	0.409	-0.217	-0.288
X_7	0.350	-0.079	-0.120	0.232
X_8	0.107	-0.368	-0.335	-0.387
X_9	0.231	-0.300	-0.308	0.010
X_{10}	0.323	0.082	-0.014	0.505
X_{11}	0.143	0.299	0.462	-0.234
X_{12}	0.200	0.472	-0.021	0.270
X_{13}	0.303	0.353	-0.289	-0.034

Sumber: Data diolah, 2018

Berdasarkan Tabel 4.3, nilai *loading* beberapa variabel tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga sulit untuk menentukan variabel mana yang membentuk PC. Oleh karena itu, tahapan analisis yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan metode *sparse* PCA yang memodifikasi matriks *loading* dari Tabel 3.

2. Pemilihan Parameter Tuning ℓ dan $\ell_{1,j}$

Pemilihan model terbaik penduga *Elastic Net* pada metode *Sparse* PCA dapat menggunakan *Cross Validation* (CV) dengan memilih $\ell_{1,j}$ yang memiliki nilai CV terkecil. Pada penelitian ini, diuji beberapa nilai ℓ untuk mendapatkan model yang sederhana namun tetap mampu menjelaskan keragaman data asli minimal 80%. Hasil dari pengujian nilai ℓ ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4
Jumlah Nilai *Loading* Tidak-Nol dan Proporsi Keragaman Kumulatif PC berdasarkan Nilai Parameter Tuning ℓ dan $\ell_{1,j}$

No	Nilai ℓ	$\ell_{1,1}$	$\ell_{1,2}$	$\ell_{1,3}$	$\ell_{1,4}$	Jumlah Nilai <i>Loading</i> $\neq 0$				Proporsi Kumulatif Keragaman
						PC_1	PC_2	PC_3	PC_4	
1	0	1	1	1	1	11	7	8	9	76.4
2	1	0.6464646	0.6969697	0.6767677	1	12	11	8	8	78.8
3	2	0.4848485	0.6565657	0.7676768	1	13	11	8	8	79.2
4	3	0.4040404	0.5252525	0.8282828	1	13	12	8	8	80
5	4	0.363636	0.525253	0.8484848	1	13	12	8	8	80.1
6	5	0.3333333	0.4444444	0.7171717	1	13	12	11	7	80.3
7	10	0.2525253	0.3737374	0.6868687	1	13	13	12	7	80.8
8	50	0.2020202	0.1919192	0.5353535	0	13	13	12	13	83

Sumber: Data diolah, 2018

Pada Tabel 4, model yang paling sederhana akan diperoleh jika nilai $\ell = 0$. Hal ini ditandai dengan jumlah nilai loading yang tidak bernilai nol tiap PC nya paling sedikit ditemukan pada model ini. Akan tetapi, proporsi keragaman data yang dapat dijelaskan keempat KU secara kumulatif belum mampu memenuhi kriteria minimal yang diinginkan. Pada nilai $\ell = 3$, model telah mampu memenuhi proporsi keragaman data yang dapat dijelaskan keempat PC secara kumulatif yaitu 80%. Begitupula jika nilai $\ell = 4$, $\ell = 5$, $\ell = 10$, dan $\ell = 50$ juga telah memenuhi kriteria minimal proporsi keragaman data yang dapat dijelaskan keempat PC secara kumulatif yaitu 80.1%, 80.3%, 80.8%, dan 83%. Berdasarkan kelima nilai ℓ ini, model yang paling sederhana dihasilkan jika $\ell = 3$ dan $\ell = 4$. Akan tetapi, proporsi keragaman data yang dapat dijelaskan keempat KU secara kumulatif oleh model jika nilai $\ell = 4$ lebih besar daripada $\ell = 3$. Sehingga, pada penelitian ini nilai yang ℓ terpilih adalah $\ell = 4$. Sedangkan untuk ℓ_1 pada model PC₁ yang terpilih 0.363636, ℓ_1 pada model PC₂ yang terpilih adalah 0.525253, ℓ_1 pada model PC₃ yang terpilih adalah 0.8485, dan ℓ_1 pada model PC₄ yang terpilih adalah 1.

3. Matriks Loading menggunakan Algoritma Sparse Principal Component Analysis

Sparse PCA menggabungkan kekuatan PCA klasik, reduksi data, dengan pemodelan yang sparseness. Sparse PCA mengeluarkan variabel yang tidak efektif dari model PCA dengan mengecilkan nilai loading menjadi nol. Tabel 5 merupakan hasil dari matriks loading menggunakan algoritma Sparse PCA.

Tabel 5
Matriks Loading menggunakan Metode Sparse PCA

Variabel	Principle Component			
	PC ₁	PC ₂	PC ₃	PC ₄
X ₁	0.111	-0.103	0.555	0
X ₂	-0.238	-0.470	0	0.376
X ₃	-0.423	-0.067	0	0
X ₄	0.215	-0.091	0.424	0
X ₅	-0.372	0.195	-0.207	0
X ₆	0.220	-0.468	0	0.278
X ₇	-0.362	0	0.081	-0.211
X ₈	-0.302	0.184	0.153	0.525
X ₉	-0.370	0.147	0.256	0.080
X ₁₀	-0.249	-0.055	0.080	-0.555
X ₁₁	0.034	-0.134	-0.606	-0.009
X ₁₂	-0.063	-0.454	0	-0.383
X ₁₃	-0.304	-0.464	0	0

Sumber: Data diolah, 2018

Berdasarkan Tabel 5, terdapat 11 nilai loading yang bernilai nol, sehingga terlihat bahwa matriks loading yang dihasilkan oleh metode Sparse PCA menjadi lebih sederhana. Peneliti lebih memilih model yang lebih sederhana karena dapat memberikan kemudahan dalam melihat hubungan antara PC yang terbentuk dengan variabel lama (variabel bebas). Hal ini menyebabkan variabel-variabel bebas yang tidak

berpengaruh dapat dikeluarkan. Prinsip *parsimony* adalah suatu hal yang penting ketika jumlah variabel bebas besar.

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh pengelompokan variabel-variabel asli terhadap PC yang terbentuk. Pengelompokan ini didasarkan pada variabel-variabel lama yang paling banyak menjelaskan tiap KU atau variabel-variabel lama yang memiliki korelasi (nilai *loading*) terbesar pada tiap-tiap KU.

Tabel 4.6
Pengelompokan Variabel Lama, Nilai *Loading*, dan Variansi yang dijelaskan Tiap PC Menggunakan *Sparse PCA*

Principle Component	Variabel Lama	Nilai Loading	Variansi yang dijelaskan
PC ₁	IPM (X ₃)	-0.423	35.7%
	Listrik (X ₅)	-0.373	
	AH (X ₇)	-0.362	
	Imunisasi (X ₉)	-0.370	
PC ₂	Kepadatan (X ₂)	-0.470	18.5%
	Luas Hunian (X ₆)	-0.468	
	Pengeluaran Makanan (X ₁₂)	-0.454	
	Pengeluaran Non Makanan (X ₁₃)	-0.464	
PC ₃	TPAK (X ₁)	0.555	16.0%
	Buta Huruf (X ₄)	0.424	
	TPT (X ₁₁)	-0.606	
KU ₄	Keluhan Kesehatan (X ₈)	0.525	9.9%
	TBAB Sendiri (X ₁₀)	-0.555	

Sumber: Data diolah, 2018

Pengelompokan variabel pada Tabel 6 harus memenuhi kriteria minimal nilai *loading* yang digunakan yaitu lebih besar dari 0.3 (tanda positif atau negatif dari nilai *loading* hanya menunjukkan hubungan antara PC dengan variabel asli). Akan tetapi, untuk X₈ dan X₁₃ walaupun mempunyai nilai *loading* lebih besar dari 0.3 (lihat Tabel 5) terhadap PC₁, pada Tabel 6 kedua variabel ini tidak dikelompokkan ke dalam KU₁ karena dengan pertimbangan masing-masing variabel X₈ dan X₁₃ lebih banyak menjelaskan PC₄ dan PC₂ daripada PC₁. Proporsi keragaman dari keempat PC secara kumulatif menggunakan metode *Sparse PCA* yaitu 80.1%. Hasil ini telah memenuhi standar kriteria persentase proporsi keragaman yang dapat dijelaskan oleh komponen-komponen utama secara kumulatif yakni minimal 80%.

4. Interpretasi Principle Component

Berdasarkan Tabel 5 akan dibentuk 4 KU sebagai kombinasi linier variabel-variabel asalnya yaitu sebagai berikut.

$$K_i = \mathbf{v}'_i \mathbf{X} = v_{1i}X_1 + v_{2i}X_2 + \dots + v_{pi}X_p \quad i = 1,2,3$$

$$KU_{\square} = \mathbf{v}'_1 \mathbf{Z} = 0.111Z_1 - 0.238Z_2 - 0.423Z_3 + 0.215Z_4 - 0.372Z_5 + 0.220Z_6 - 0.362Z_7 - 0.302Z_8 - 0.370Z_9 - 0.249Z_{10} + 0.034Z_{11} - 0.063Z_{12} - 0.304Z_{13}$$

Nilai dari KU_1 lebih banyak dijelaskan oleh variabel IPM, listrik, angka harapan hidup (AH), dan imunisasi. Hal ini dapat dilihat dari koefisien yang cukup besar dibanding variabel lainnya dan telah memenuhi kriteria nilai minimal *loading*. Koefisien pada keempat variabel tersebut bertanda negatif maka korelasi antara KU_1 dengan variabel IPM, listrik, angka harapan hidup (AH), dan imunisasi adalah negatif. Apabila KU_1 bernilai kecil maka sebaliknya, variabel IPM, listrik, angka harapan hidup (AH), dan imunisasi bernilai besar dan sebaliknya. Sehingga, kesimpulan mengenai variabel IPM, listrik, angka harapan hidup (AH), dan imunisasi juga dapat diambil dengan melihat nilai dari KU_1 .

$$PC_{\square} = \mathbf{v}'_2 \mathbf{Z} = -0.103Z_1 - 0.470Z_2 - 0.067Z_3 - 0.091Z_4 + 0.195Z_5 - 0.468Z_6 + 0.184Z_8 \\ + 0.147Z_9 - 0.055Z_{10} - 0.134Z_{11} - 0.454Z_{12} + 0.464Z_{13}$$

Nilai dari KU_2 lebih banyak dijelaskan oleh variabel kepadatan penduduk, luas hunian, pengeluaran makanan, dan pengeluaran non makanan. Hal ini dapat dilihat dari koefisien ketiga variabel tersebut yang cukup besar dibanding variabel lainnya dan telah memenuhi kriteria nilai minimal *loading*. Koefisien kepadatan penduduk, luas hunian, dan pengeluaran makanan bertanda negatif maka korelasi antara PC_2 dengan variabel kepadatan penduduk, luas hunian, dan pengeluaran makanan adalah negatif. Apabila PC_2 bernilai kecil maka variabel kepadatan penduduk, luas hunian, dan pengeluaran makanan bernilai besar dan sebaliknya. Adapun koefisien pengeluaran non makanan bertanda positif, artinya korelasi antara PC_2 dengan variabel pengeluaran non makanan adalah positif. Apabila PC_2 bernilai kecil maka variabel pengeluaran non makanan juga bernilai kecil dan sebaliknya. Sehingga, kesimpulan mengenai variabel kepadatan penduduk, luas hunian, pengeluaran makanan, dan pengeluaran non makanan juga dapat diambil dengan melihat nilai dari KU_2 .

$$KU_3 = \mathbf{v}'_3 \mathbf{Z} = 0.555Z_1 + 0.424Z_4 - 0.207Z_5 + 0.081Z_7 + 0.153Z_8 + 0.256Z_9 + 0.080Z_{10} \\ - 0.606Z_{11}$$

Nilai dari PC_3 dijelaskan oleh variabel TPAK, buta huruf, dan TPT. Koefisien variabel TPAK dan buta huruf bertanda positif maka korelasi antara KU_3 dengan kedua variabel tersebut adalah positif. Apabila KU_3 bernilai kecil maka variabel TPAK dan buta huruf juga bernilai kecil dan sebaliknya. Koefisien variabel TPT bertanda negatif maka korelasi antara KU_3 dengan variabel TPT, adalah negatif. Apabila PC_3 bernilai kecil maka variabel TPT bernilai besar dan sebaliknya. Sehingga, kesimpulan mengenai variabel TPAK, buta huruf, dan TPT juga dapat diambil dengan melihat nilai dari PC_3 .

$$KU_{\square} = \mathbf{v}'_4 \mathbf{Z} = 0.376Z_2 + 0.278Z_6 - 0.211Z_7 + 0.525Z_8 + 0.080Z_9 - 0.555Z_{10} - 0.009Z_{11} \\ - 0.383Z_{12}$$


Nilai dari PC_4 paling banyak dijelaskan oleh variabel keluhan kesehatan dan jumlah penduduk yang memiliki tempat BAB sendiri. Hal ini dapat dilihat dari koefisien variabel keluhan kesehatan dan TBAB sendiri yang lebih besar dari koefisien variabel lainnya. Koefisien keluhan kesehatan bertanda positif maka korelasi antara PC_4 dengan variabel keluhan kesehatan adalah positif. Apabila PC_4 bernilai kecil maka variabel keluhan kesehatan juga bernilai kecil dan sebaliknya. Koefisien TBAB bertanda negatif maka korelasi antara PC_4 dengan variabel TBAB sendiri adalah negatif. Apabila PC_4 bernilai kecil maka variabel TBAB Sendiri bernilai besar dan sebaliknya. Sehingga, kesimpulan mengenai variabel keluhan kesehatan dan jumlah penduduk yang memiliki tempat BAB sendiri juga dapat diambil dengan melihat nilai dari KU_4 .

Pada Tabel 6 diketahui bahwa PC pertama (PC_1) memiliki nilai persentase varian sebesar 35.7%. Berdasarkan kriteria nilai *loadingnya*, variabel yang membentuk PC_1 yaitu variabel IPM, listrik, angka harapan hidup, dan imunisasi PC_1 memiliki variansi paling besar diantara PC yang terbentuk lainnya, sehingga dapat dikatakan bahwa jumlahan dari variabel IPM, listrik, angka harapan hidup, dan imunisasi. PC_1 menghasilkan variansi yang besar, PC kedua (PC_2) dapat menjelaskan 18.5% dari total varians. Berdasarkan nilai *loadingnya*, variabel yang membentuk PC_2 adalah kepadatan, luas hunian, pengeluaran makanan, dan pengeluaran non makanan. Selanjutnya PC ketiga (PC_3) mampu menjelaskan variansi sebesar 16,0% dan variabel yang membentuk PC_3 yaitu TPAK, buta huruf, dan TPT. Selanjutnya PC keempat (KU_4) mampu menjelaskan variansi sebesar 11,2% dan variabel yang membentuk PC_4 yaitu keluhan kesehatan dan TBAB sendiri.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa metode *Sparse PCA* dapat diterapkan untuk mereduksi dimensi data Indikator Kemiskinan Penduduk Indonesia Tahun 2017. Penerapan metode *Sparse PCA* pada data Indikator Kemiskinan Penduduk Indonesia Tahun 2017 dalam mereduksi 13 (tiga belas) variabel, menghasilkan empat (4) variabel baru (PC) yang telah mampu menjelaskan 81% dari total variansi data. Penerapan metode *Sparse PCA* pada reduksi dimensi data juga menghasilkan matriks *loading* yang *sparse* sehingga memudahkan peneliti untuk melakukan interpretasi keempat (4) variabel baru (PC) yang dibentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexandre d'Aspremont, Laurent El Ghaoui, Michael I. Jordan, Gert R. G. Lanckriet (2007). "A Direct Formulation for Sparse PCA Using Semidefinite Programming" (PDF). *SIAMReview*. 49 (3):434448. arXiv:cs/0406021. doi:10.1137/050645506.
- Andreas M. Tillmann, Marc E. Pfetsch (2013). "The Computational Complexity of the Restricted Isometry Property, the Nullspace Property, and Related Concepts in Compressed Sensing". *IEEE Transactions on Information Theory*. 60 (2): 1248–1259. arXiv:1205.2081 . doi:10.1109/TIT.2013.2290112.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Data Indikator Kemiskinan Penduduk Indonesia Tahun 2015*.
- Cadima, J. F. dan I. T. Jolliffe, I. T. 1995. "Loadings and Correlations in the interpretation of *Principal Components*". *Journal of Applied Statistics*. 22(2): 203-214.
- H. Zou; T. Hastie; R. Tibshirani (2006). "Sparse principal component analysis" (PDF). *Journal of Computational and Graphical Statistics*. 15 (2): 262–286. doi:10.1198/106186006x113430
- Iain M Johnstone; Arthur Yu Lu (2009). "On Consistency and Sparsity for Principal Components Analysis in High Dimensions". *Journal of the American Statistical Association*. 104 (486): 682–693. doi:10.1198/jasa.2009.0121. PMC 2898454
- Hsu, Y. L., P. Y. Huang, dan D. T. Chen. 2014. Sparse Principal Component Analysis In Cancer Research. *Transl Cancer Res*. 3(3): 182–190.
- _____ dan _____. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis Fifth Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- _____ dan _____. 1998. *Applied Multivariate Statistical Analysis Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Johnstone, I. M. dan A. Y. Lu. 2004. *Sparse Komponen utama Analysis*. California: Stanford University and Renaissance Technologies.
- Ramadhini, Fitri. 2014. *Penyusutan Koefisien dan Seleksi Variabel Regresi dengan Elastic Net* [skripsi]. Yogyakarta: UGM.
- Tantular, B. 2011. Praktikum Analisis Data Multivariat II Menggunakan Software R: Modul 1 Analisis Komponen Utama. <https://berthoveens.files.wordpress.com/2011/07/modul-multi.pdf> dan bertho@unpad.ac.id. 20 Desember 2018(09:17).
- Zou, H., T. Hastie, dan R. Tibshirani. 2006. "Sparse Principal Component Analysis". *Journal of Computational and Graphical Statistics*. 15(2): 265–286.
- _____, _____, dan _____. 2004. "*Sparse Principal Component Analysis*". California: Department of Statistics, Stanford University.

PENJADWALAN PROSES PRODUKSI PADA INDUSTRI TAHU MENGUNAKAN METODE ALJABAR *MAX-PLUS*

Auliansyah¹, Ulfasari Rafflesia², Yulian Fauzi³

¹Alumni Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Dosen Pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

email korespondensi: ulfasari@unib.ac.id

ABSTRAK

Aljabar max-plus dapat digunakan untuk memodelkan dan menganalisis suatu sistem penjadwalan proses produksi. Penelitian ini membahas waktu penjadwalan untuk setiap proses yang dilakukan pada proses produksi tahu dengan menggunakan metode aljabar max-plus. Prosedur penelitian dimulai dengan terlebih dahulu menghitung nilai eigen dan mencari vektor eigen dari matriks aljabar max-plus yang terbentuk pada proses penjadwalan produksi. Hasil perhitungan matriks tersebut diperoleh waktu tiap kegiatan proses produksi mulai bekerja hingga selesai dan waktu selesainya proses produksi. Selanjutnya dikaji perilaku dinamik sistem melalui suatu simulasi yang berkaitan dengan keadaan sistem menggunakan program Scilab dan max-plus Algebra Toolbox. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem proses penjadwalan dengan menggunakan metode aljabar max-plus lebih efisien dibandingkan dengan penjadwalan produksi sebelum menggunakan metode aljabar max-plus.

Kata kunci: penjadwalan, proses produksi, aljabar *max-plus*, perilaku dinamik, keadaan sistem

PENDAHULUAN

Bahan pokok tahu hanya berupa kacang kedelai sehingga modal yang digunakan tidaklah terlalu besar namun hasilnya bisa maksimal (Lihannoor, 2010). Proses pembuatan tahu memerlukan beberapa tahap pengerjaan. Tahapan pengerjaannya melewati proses pembuatan bahan baku sampai bahan jadi tahu. Proses tersebut, diperlukan waktu penjadwalan yang tepat agar tahu yang dihasilkan sesuai dengan waktu setiap tahap pengerjaannya.

Industri tahu Sumber Mulya merupakan industri rumah tangga yang mengolah proses pembuatan tahu secara manual. Proses pembuatan yang masih dikerjakan secara manual membuat waktu dan tahap pengerjaan memakan waktu yang cukup lama sehingga sering terjadi keterlambatan pada setiap tahap pengerjaan pembuatan tahu. Industri ini memerlukan waktu penjadwalan produk dari suatu tahap ke tahap selanjutnya agar mendapatkan jadwal proses produksi tahu yang periodik pada setiap tahap pengerjaannya. Aljabar *max-plus* digunakan untuk memodelkan dan menganalisis jaringan, seperti sistem produksi, jaringan antrian, dan sebagainya. Pada penelitian ini, penulis akan membuat penyelesaian sistem aljabar matematika mengenai proses penjadwalan produksi tahu yang diproduksi.

Baker (1974) mengatakan bahwa penjadwalan merupakan alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan. Penjadwalan dibutuhkan untuk memproduksi order dengan pengalokasian sumber daya yang tepat, seperti waktu pengerjaan yang dibutuhkan, urutan pengerjaan, mesin yang digunakan, jumlah operator yang bekerja, dan kebutuhan material. Dengan penjadwalan yang efektif

dan efisien, perusahaan akan dapat memenuhi order tepat pada *due date* serta kualitas yang telah ditentukan.

Aljabar *max-plus* adalah himpunan $R \cup \{-\infty\}$ dengan R himpunan semua bilangan real yang dilengkapi dengan operasi maksimum disebut Aljabar *max-plus*, yang dinotasikan dengan \oplus dan \otimes dimana \oplus merupakan operasi maksimum dan \otimes merupakan operasi penjumlahan. Selanjutnya $(R \cup \{-\infty\}, \oplus, \otimes)$ dinotasikan dengan R_{max} dan $-\infty$ dinotasikan dengan ε . Elemen netral terhadap operasi \oplus yaitu elemen ε sedangkan elemen identitas terhadap operasi \otimes yaitu 0.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti membahas aplikasi dari aljabar *max-plus* dalam memodelkan proses produksi industri tahu. Model yang diperoleh akan didapatkan suatu jadwal yang periodik pada tahap pengerjaan sehingga waktu pengerjaan menjadi efisien.

METODE PENELITIAN

Penentuan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan mempertimbangkan bahwa industri tahu tersebut adalah merupakan produsen sekaligus distributor penjualan konsumsi pangan rumah tangga. Pengambilan data yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung (observasi langsung) pada industri tahu sebagai objek penelitian. Disamping itu, peneliti juga melakukan wawancara dengan pemilik industri, mengenai kegiatan industri yang bisa membantu jalannya penelitian.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini ialah data-data kegiatan produksi dan data penjadwalan setiap proses produksi tahu.

Adapun analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan pola sistem produksi tahu berdasarkan aktivitas selama proses produksinya.
2. Membuat tabel waktu perpindahan dari suatu proses ke proses selanjutnya.
3. Membuat diagram produksi.
4. Merancang model persamaan.
5. Mencari solusi dengan menggunakan *scilab* dan *max-plus algebra toolbox*, ver 1.01 sehingga diperoleh vektor *eigen* dan nilai *eigen* untuk mendapatkan jadwal proses produksi tahu yang periodik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses ini sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan Proses Pembuatan Tahu

Tabel 1
Sistem Produksi Tahu

No.	Aktivitas	Simbol
Pengolahan Bahan Baku		
1.	Pencucian	P_1
	Perendaman	P_2
Pembuatan		
2.	Penggilingan	P_3
	Pendidihan	P_4
	Penyaringan	P_5
	Peleburan	P_6
Akhir		
3.	Pencetakan	P_7
	Pemotongan	P_8

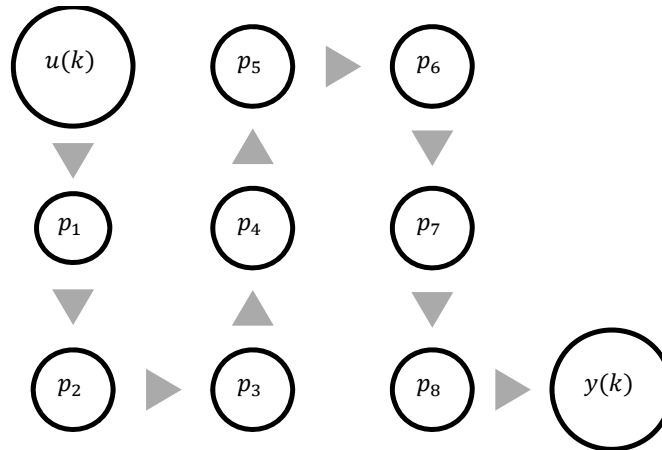
Tabel 2
Waktu yang dibutuhkan pada tiap proses

No.	d-indeks	Keterangan	Waktu (menit)
1.	d_1	Waktu yang dibutuhkan pada P_1	10
2.	d_2	Waktu yang dibutuhkan pada P_2	20
3.	d_3	Waktu yang dibutuhkan pada P_3	20
4.	d_4	Waktu yang dibutuhkan pada P_4	10
5.	d_5	Waktu yang dibutuhkan pada P_5	15
6.	d_6	Waktu yang dibutuhkan pada P_6	10
7.	d_7	Waktu yang dibutuhkan pada P_7	10
8.	d_8	Waktu yang dibutuhkan pada P_8	10

Tabel 3
Waktu perpindahan dari suatu proses ke proses selanjutnya

No.	t-indeks	Keterangan	Waktu (menit)
1.	t_1	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 1	7
2.	t_2	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 2	5
3.	t_3	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 3	3
4.	t_4	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 4	2
5.	t_5	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 5	5
6.	t_6	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 6	15
7.	t_7	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 7	7
8.	t_8	Waktu yang dibutuhkan menuju proses 8	2

Setelah membuat tabel 1, 2, dan 3 langkah selanjutnya adalah membuat konstruksi diagram produksi sebagai berikut:



Gambar 1
Kontruksi Diagram Produksi

Keterangan :
P₁ : Pencucian
P₂ : Perendaman
P₃ : Penggilingan
P₄ : Pendiidihan
P₅ : Penyaringan
P₆ : Peleburan
P₇ : Peleburan
P₈ : Pemotongan

2. Model Matematika Proses Produksi Tahu Sumber Mulya

Setelah diperoleh diagram produksi dan tabel-tabel di atas, maka diperlukan beberapa definisi untuk memudahkan pemodelan:

- $u(k)$ adalah waktu dimana bahan baku dimasukkan ke sistem untuk saat yang $ke - (k + 1)$.
- $x_i(k)$ adalah waktu dimana proses produksi yang $ke - i$ mulai bekerja saat yang $ke - k$.
- $y(k)$ adalah waktu dimana proses produksi selesai saat yang $ke - (k)$ meninggalkan sistem.

Langkah selanjutnya adalah mencari sistem untuk persamaan-persamaan dengan menggunakan aljabar *max-plus* dimana notasi \oplus menyatakan operasi maksimum (max) dan notasi \otimes menyatakan operasi tambah (plus), sehingga didapat persamaannya sebagai berikut :

$$x_1(k + 1) = 10 \otimes x_1(k) \oplus 2 \otimes u(k)$$

$$x_2(k + 1) = 15 \otimes x_1(k) \oplus 20 \otimes x_2(k)$$

$$x_3(k + 1) = 23 \otimes x_2(k) \oplus 20 \otimes x_3(k)$$

$$x_4(k + 1) = 22 \otimes x_3(k) \oplus 10 \otimes x_4(k)$$

$$x_5(k + 1) = 15 \otimes x_4(k) \oplus 15 \otimes x_5(k)$$

$$x_6(k + 1) = 30 \otimes x_5(k) \oplus 10 \otimes x_6(k)$$

$$x_7(k + 1) = 17 \otimes x_6(k) \oplus 10 \otimes x_7(k)$$

$$x_8(k+1) = 12 \otimes x_7(k) \oplus 10 \otimes x_8(k) \quad (1)$$

$$y(k+1) = 17 \otimes x_8(k) \quad (2)$$

Selanjutnya evolusi sistem pada persamaan tersebut dapat dibuat sebagai berikut:

$$x_i(k+1) = A \otimes x_i(k) \oplus \varepsilon \otimes u_i(k), \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8$$

$$y(k) = C \otimes x_i(k), \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8$$

Dari persamaan (1) diperoleh matriks aljabar *max-plus* sebagai berikut:

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 10 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 15 & 20 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & 23 & 20 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & 22 & 10 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 15 & 15 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 30 & 10 & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 17 & 10 & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 12 & 10 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \\ x_3(k) \\ x_4(k) \\ x_5(k) \\ x_6(k) \\ x_7(k) \\ x_8(k) \end{bmatrix} \oplus \begin{bmatrix} 2 \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \end{bmatrix} \otimes u(k) \quad (3)$$

Dan dari persamaan (2) diperoleh:

$$y(k) = [\varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad 17] \otimes \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \\ x_3(k) \\ x_4(k) \\ x_5(k) \\ x_6(k) \\ x_7(k) \\ x_8(k) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Dari persamaan (3) dan (4) diperoleh hasil sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} 10 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 15 & 20 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & 23 & 20 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & 22 & 10 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 15 & 15 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 30 & 10 & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 17 & 10 & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 12 & 10 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 2 \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \end{bmatrix}$$

dan $C = [\varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad \varepsilon \quad 17]$

Evolusi dari keadaan sistem dapat dibuat dalam bentuk:

$$\begin{aligned} x(k+1) &= A \otimes x(k) \oplus B \otimes u(k) \\ &= A \otimes x(k) \oplus B \otimes y(k) \end{aligned}$$

dimana, $u(k) = y(k)$ yang berarti saat bahan baku dimasukkan ke dalam sistem bertepatan ketika hasil produksi selesai ditawarkan ke konsumen, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} x(k+1) &= A \otimes x(k) \oplus B \otimes C \otimes x(k) \\ &= \bar{D} \otimes x(k) \end{aligned}$$

dimana, $\bar{D} = A \oplus B \otimes C$

Nilai \bar{D} dihitung dengan menggunakan Algebra *toolbox* dan *scilab* versi 1.01 (Subiono, 2009).

Gunakan nilai vektor *eigen* (vx) dan nilai *eigen* (lam) dengan mensimulasikan nilai keadaan awal $x_0 = [138; 140; 143; 145; 140; 150; 147; 139]$ untuk $k = 0, 1, 2, \dots, 6$ dengan menggunakan perintah $\rightarrow x = \text{maxplussys}(D_bar, x_0, 6)$ dan $\rightarrow y = \text{maxplusotimes}(C, x)$, sehingga hasil yang diperoleh :

$$x = \begin{bmatrix} 138 & 158 & 178 & 198 & 218 & 238 & 258 \\ 140 & 160 & 180 & 200 & 220 & 240 & 260 \\ 143 & 163 & 183 & 203 & 223 & 243 & 263 \\ 145 & 165 & 185 & 205 & 225 & 245 & 265 \\ 140 & 160 & 180 & 200 & 220 & 240 & 260 \\ 150 & 170 & 190 & 210 & 230 & 250 & 270 \\ 147 & 167 & 187 & 207 & 227 & 247 & 267 \\ 139 & 159 & 179 & 199 & 219 & 239 & 259 \end{bmatrix}$$

$$y = [156 \quad 176 \quad 196 \quad 216 \quad 236 \quad 256 \quad 276]$$

Nilai x merupakan waktu tiap kegiatan proses produksi mulai bekerja hingga selesai bekerja. Sedangkan nilai y merupakan waktu selesainya proses produksi, dimana tahu yang telah jadi siap dipasarkan (Rafflesia, 2012).

Hasil Implementasi

Setelah menyelesaikan masalah metode aljabar *max-plus* untuk industri tahu diperoleh jumlah aktivitas produksi penjadwalan akan mempengaruhi ukuran matriks. Pada studi kasus ini jumlah aktivitas produksi ada 8 aktivitas produksi penjadwalan, dimana untuk setiap proses aktivitas produksi tidak bisa ditukar, karena hal ini berpengaruh terhadap proses pembuatan tahu. Penerapan metode aljabar *max-plus* dalam setiap proses produksi dilihat berdasarkan waktu pada setiap proses penjadwalan produksi.

Berdasarkan hasil penyelesaian sistem penjadwalan menggunakan metode aljabar *max-plus* di atas diperoleh waktu keseluruhan proses perpindahan dalam pembuatan tahu adalah 21 menit 38 detik sedangkan waktu perpindahan proses pembuatan tahu sebelum menggunakan metode aljabar *max-plus* adalah 48 menit. Selain itu diperoleh waktu keseluruhan proses pengerjaan pembuatan tahu dengan menggunakan metode aljabar *max-plus* yaitu 2 jam 6 menit 38 detik sedangkan sebelum menggunakan metode aljabar *max-plus* dibutuhkan waktu sebesar 2 jam 33 menit.

Apabila waktu pengerjaan proses pembuatan tahu dengan menggunakan aljabar *max-plus* dimulai pada pukul 07.00 wib maka waktu selesai proses produksi berakhir pada pukul 09.07 wib sedangkan tidak menggunakan aljabar *max-plus* proses produksi berakhir pada pukul 09.33 wib. Dengan demikian sistem proses produksi yang

menggunakan metode aljabar *max-plus* akan lebih efisien dibandingkan yang tidak menggunakan metode aljabar *max-plus*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses penjadwalan dengan menggunakan aljabar *max-plus* dipengaruhi oleh jumlah aktivitas dalam sistem produksi. Semakin banyak jumlah aktivitas maka semakin rumit perhitungannya.
2. Sistem proses penjadwalan dengan menggunakan metode aljabar *max-plus* lebih efisien dibandingkan dengan penjadwalan produksi sebelum menggunakan metode aljabar *max-plus*.

Saran

Pada penelitian ini penulis hanya menerapkan sistem proses penjadwalan produksi industri tahu yang memiliki 8 variabel dengan jalur penjadwalan yang lebih sedikit, sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengambil studi kasus yang lebih besar dengan jalur penjadwalan yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. New York: John Wiley & Sonc. Inc.
- Rafflesia, U. (2012). Penerapan Aljabar *max-plus* pada Sistem Produksi Meubel Rotan. *Jurnal Gradien FMIPA Universitas Bengkulu*, 8(1), 775-779.
- Subiono. 2009. "Aljabar Maks-Plus dan Terapannya". Surabaya. ITS http://www.mathematics.its.ac.id/module/downlot_tugas.php?file=19570411%20198403%201%20001-bukumaxplus2012.pdf diakses 21 Oktober 2014

POTENSI KABUPATEN NGANJUK SEBAGAI PENYANGGA SUPLAI STOK BAWANG MERAH DI PROPINSI JAWA TIMUR

Dwi Iriyani

Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Surabaya

email korespondensi: dwiiriyani@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

*Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas strategis yang bernilai ekonomi tinggi dan seringkali memicu inflasi karena fluktuasi suplai. Konsumsi bawang merah penduduk Indonesia pada saat ini mencapai 650.000 ton/tahun, dan meningkat sekitar 5% setiap tahunnya sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri olahan. Dalam upaya mewujudkan kedaulatan pangan pemerintah Propinsi Jawa Timur berupaya mewujudkan kecukupan stok bawang merah dengan harga yang terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Pengkajian ini bertujuan untuk mengetahui potensi usahatani bawang merah di Kabupaten Nganjuk yang keluarannya bermanfaat untuk menentukan kebijakan pengamanan stok dan pengembangan usahatani bawang merah di daerah penyangga suplai stok bawang merah di Propinsi Jawa Timur. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa Kabupaten Nganjuk sangat berpotensi sebagai daerah penyangga suplai stok bawang merah dengan produksi mencapai 146.700 ton dan berkontribusi terhadap produksi nasional sebesar 12,08%.*

Kata kunci: Bawang merah, potensi, penyangga suplai

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman semusim yang dimanfaatkan sebagai sayuran bumbu. Tanaman ini menjadi salah satu komoditas hortikultura yang sangat penting di Indonesia, karena hampir semua masakan membutuhkan komoditas ini. Selain dipakai sebagai bahan bumbu masakan, dunia medis dan nutrisi meyakini bahwa bawang merah memiliki khasiat yang sangat baik bagi kesehatan antara lain membantu menurunkan kolesterol dalam darah (Nita, 2018). Oleh karena itulah bawang merah menjadi salah satu komoditas yang selalu dicari dan dibutuhkan. Konsumsi bawang merah penduduk Indonesia pada saat ini mencapai 650.000 ton, dan meningkat sekitar 5% setiap tahunnya sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri olahan.

Produksi bawang merah di Indonesia mengalami fluktuasi serta berbeda pada setiap daerah atau sentra produksi. Ketidakstabilan produksi menyebabkan pasokan bawang merah bervariasi antar waktu sehingga pada saat-saat tertentu Indonesia masih mengimpor bawang merah. Hal ini dikarenakan bawang merah merupakan tanaman musiman yang hanya ditanam pada musim-musim tertentu.

Pengaruh musim tidak hanya berdampak pada adanya fluktuasi produksi tetapi juga menyebabkan adanya fluktuasi harga. Sifat produk bawang merah yang mudah rusak (*perishable*) menyebabkan harga cenderung fluktuatif dan perubahan harga yang sangat cepat (Asmara dan Ardhiani, 2010).

Selain faktor musim, faktor yang mempengaruhi produksi komoditi pertanian antara lain adalah faktor sarana pertanian, cara budidaya dan karakteristik petani. Dengan kata lain, faktor input akan mempengaruhi output produksi pertanian, yang berfluktuasi pada setiap daerah sentra masing-masing komoditas di seluruh Indonesia. Fluktuasi harga bawang merah terjadi karena perubahan permintaan dan penawaran seringkali menyebabkan inflasi. Selama kurun waktu 2015 bawang merah telah menyebabkan inflasi sebanyak dua kali yakni bulan Maret dan bulan Juni 2015 (Sari, 2015; dan Pujiastuti, 2015). Setiap tahunnya terjadi siklus kenaikan harga bawang merah pada bulan Desember sampai Mei. Kondisi ini terjadi karena adanya defisit suplai di pasar. Jelang bulan puasa 2018 harga bawang merah kembali melonjak, menembus angka di atas Rp. 40.000/kg.

Oleh karena itu, pemerintah terus berupaya menstabilkan suplai bawang merah dengan melakukan pengembangan luas tanam di areal tanam baru dan melakukan intensifikasi untuk meningkatkan produksi. Pemerintah Propinsi Jawa Timur dalam rangka mewujudkan kedaulatan pangan ingin mewujudkan ketersediaan pangan yang cukup dan harganya terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Untuk menstabilkan harga maka pemerintah melalui Kementerian Pertanian dan Bulog bekerja sama untuk menjaga kecukupan stok dan harga bawang merah.

Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu sentra produksi bawang merah di Provinsi Jawa Timur. Bahkan lokasi tersebut merupakan salah satu sentra produksi bawang merah terbesar di Jawa Timur (BPS Jawa Timur, 2007). Salah satu lokasi di Kabupaten Nganjuk sebagai sentra produksi bawang merah adalah Desa Sukomoro, Kecamatan Sukomoro. Menurut penelitian Hindarti (2014), rata-rata produksi bawang merah di Kecamatan Sukomoro adalah sembilan ton per hektar, dengan keuntungan petani sebesar lebih dari 35 juta rupiah per hektar.

Bawang merah seperti komoditas hortikultura lainnya mempunyai sifat mudah rusak dan setelah panen dapat mengalami perubahan yang cenderung merugikan akibat kegiatan pasca panen yang buruk. Melihat produksi bawang merah yang berubah-ubah, harga bawang merah selalu berfluktuasi. Pada panen besar produksi melimpah dan harga bawang merah menjadi rendah, sedangkan pada waktu tertentu produksi rendah sehingga harga bawang merah menjadi tinggi. Upaya untuk mengendalikan harga yang berfluktuasi, perlu dilakukan usaha pengawetan yang mendatangkan keuntungan.

Menurut Soekartawi (1991), komponen dalam pengolahan hasil pertanian menjadi penting karena pengolahan yang baik dari produsen dapat meningkatkan nilai tambah hasil pertanian tersebut. Selain dari itu, pengolahan hasil pertanian juga akan

meningkatkan kualitas. Konsekuensi logis dari hasil olahan yang lebih baik akan menyebabkan total penerimaan yang lebih tinggi .

Kabupaten Nganjuk memiliki beberapa usaha industri yang mengolah Bawang Merah. Usaha industri yang berkembang di masyarakat adalah industri rumah tangga dan industri kecil. Pengolahan bawang merah Kabupaten Nganjuk menjadi bawang goreng memberikan nilai tambah terhadap usaha tani bawang merah. Besarnya nilai tambah yang diperoleh bawang merah di Kabupaten Nganjuk setelah diolah menjadi bawang goreng, belum diketahui.

Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu kabupaten dengan potensi pertanian yang dominan, dengan wilayah pertanian sebesar 43,026 hektar dan memiliki jumlah rumah tangga tani sebesar 75% dari total rumah tangga di Kabupaten Nganjuk. Peranan pertanian yang dominan dapat dilihat dari PDRB Kabupaten Nganjuk yakni sebesar 28,14% (Dirjen Otonomi Daerah, 2013).

Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu sentra produksi bawang merah nasional. Kontribusi produksi bawang merah Kabupaten Nganjuk terhadap produksi nasional sebesar 12.08% dengan produksi mencapai 146.700 ton. Selain menyandang daerah sentra produksi, di Kabupaten Nganjuk terdapat pasar bawang merah yang cukup besar, berlokasi di Kecamatan Sukomoro. Bawang merah yang ditransaksikan di Pasar Sukomoro sebagian besar berasal dari wilayah Kecamatan Sukomoro, Gondang, Rejoso, Bagor, dan sedikit dari Kecamatan Nganjuk. Walaupun ada juga perdagangan bawang merah dari Brebes (bawang merah lokal) dan Surabaya (bawang merah impor). Pengiriman bawang merah dari pasar Sukomoro terdistribusi merata, 48% penjualan bawang merah menuju ke arah Barat (Madiun, Solo, Jakarta), 36% ke arah Timur (Surabaya dan Jombang), dan 16% ke arah Utara (Agropolitan Nganjuk, 2012).

Beberapa kendala yang masih dihadapi oleh petani bawang merah di Kabupaten Nganjuk diantaranya: 1) pendapatan petani yang umumnya masih rendah, 2) keterbatasan dan penurunan kapasitas SDM pertanian, 3) tuntutan pembangunan pertanian berkelanjutan, 4) keterbatasan akses layanan usaha dan permodalan, 5) rantai tataniaga yang panjang, dan 6) sistem alih teknologi, kualitas SDM petani dan kelembagaan petani pada umumnya masih lemah (Dipertan Kab. Nganjuk, 2009).

Kabupaten Nganjuk merupakan sentra penghasil bawang merah di Propinsi Jawa Timur dengan total areal penanaman seluas 11.300 hektar, terluas kedua setelah Kabupaten Brebes di Jawa Tengah. Sentra penanaman bawang merah di Kabupaten Nganjuk berada di lima kecamatan, yaitu Bagor, Wilangan, Sukomoro, Gondang dan Rejoso. Produksi bawang merah di Kabupaten Nganjuk menyumbang 80% produksi bawang merah di Propinsi Jawa Timur, dengan frekuensi panen 2-4 kali dalam setahun.

Tidaklah mengherankan bagi warga Kabupaten Nganjuk apabila di mana-mana banyak orang menanam, memanen, menjemur, atau menjual belikan bawang merah. Apabila membeli bawang merah di Kabupaten Nganjuk, pusatnya ada di Pasar Sukomoro, yang merupakan surga bawang merah. Pasar yang berada di Jalan Surabaya-Madiun, Kecamatan Sukomoro ini dikenal sebagai pasar yang mengkhususkan diri pada transaksi jual-beli bawang merah. Di setiap sudut pasar ini hanya akan ditemui penjual dan pembeli bawang merah. Harga normal untuk satu kilogram bawang merah rata-rata berkisar antara Rp. 10.000,- hingga Rp. 13.000,-

Tanah pertanian di Kabupaten Nganjuk merupakan surga bagi penangkaran benih bawang merah. Kabupaten Nganjuk memiliki 400 kelompok tani hortikultura dengan setiap kelompok rata-rata terdiri dari 10 orang dengan kepemilikan tanah masing-masing petani seluas 0,25 hektar. Bibit selama ini masih didapat dengan menyisakan 20% hasil panen petani. Beberapa varietas bawang merah yang terdapat di Kabupaten Nganjuk adalah Bauji, Tajuk, dan varietas dari Thailand (Waryanto, 2015). Varietas Tajuk memiliki kemampuan adaptasi yang luar biasa apabila ditanam di luar wilayah Kabupaten Nganjuk, sehingga tujuan untuk memaksimalkan hasil produksi bawang merah bisa tercapai. Kementerian Pertanian Republik Indonesia merekomendasikan bahwa varietas bawang merah Tajuk merupakan varietas unggul yang mana bisa tumbuh dengan baik di seluruh Nusantara, di dua musim yaitu di dataran rendah maupun dataran tinggi.

PEMBAHASAN

Adanya perbedaan produksi pada musim kemarau dan musim penghujan, mengakibatkan fluktuasi produksi selalu terjadi pada usaha tani bawang merah yang disebabkan adanya perbedaan produksi di musim kemarau dan musim penghujan. Pada musim penghujan intensitas serangan hama terutama *Spodoptera exigua* dan penyakit karena *Fusarium*, *Alternaria* dan *Antraknose* semakin tinggi. Sehingga kegagalan panen sering terjadi pada musim penghujan. Hal ini disebabkan pada musim penghujan, kelembaban udara lebih tinggi dibandingkan musim kemarau sehingga intensitas serangan penyakit lebih tinggi. Pada musim kemarau suhu udara lebih tinggi dibandingkan musim penghujan sehingga intensitas serangan hama lebih tinggi dibandingkan intensitas serangan penyakit (Rosmahani et al., 1998). Hal ini berakibat pada musim penghujan produktivitas semakin menurun dan pasokan produksi bawang merah juga menurun sehingga terjadi fluktuasi harga. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan adanya varietas bawang merah yang sesuai untuk dibudidayakan pada musim kemarau dan musim penghujan.

1. Belum cukup tersedia varietas unggul bawang merah yang resisten terhadap hama dan penyakit serta sesuai pada musim penghujan

Sampai saat ini belum tersedia varietas unggul bawang merah yang resisten terhadap hama dan penyakit penting kecuali varietas Sumenep. Hanya saja varietas Sumenep kurang disukai konsumen karena warna umbi kekuningan dan bentuknya lonjong serta kecil. Namun sebenarnya varietas Sumenep sangat renyah dan enak untuk bawang goreng. Dan nampaknya hasil somaklonal varietas Sumenep mempunyai daya adaptasi yang luas pada beberapa agroekologi di dataran rendah hingga dataran tinggi (Baswarsiati et al., 2000).

Varietas bawang merah yang selama ini ditanam oleh petani umumnya varietas yang sesuai ditanam di musim kemarau saja namun rentan terhadap serangan hama ulat grayak serta penyakit penting pada bawang merah. Seperti halnya delapan varietas unggul yang telah dilepas Pemerintah antara lain varietas Bima Brebes, Maja, Keling, Medan, Super Philip, Kramat-1, Kramat-2, dan Kuning. Varietas unggul bawang merah yang sesuai pada musim penghujan dan telah dilepas Pemerintah hanya varietas Bauji. Usahatani bawang merah pada musim kemarau menghasilkan pasokan produksi yang tinggi karena cukup banyak ragam varietas yang dapat ditanam di musim kemarau. Pada musim penghujan petani tetap menggunakan varietas yang sesuai untuk musim kemarau seperti Super Philip, Bima, Kuning, Maja karena keterbatasan varietas yang sesuai untuk musim penghujan. Varietas Bauji yang telah dilepas menjadi varietas unggul untuk musim penghujan baru berkembang di Kabupaten Nganjuk dan sekitarnya. Varietas Bauji untuk sementara ini baru berkembang dengan luas areal tanam sekitar 5.000 hektar (Baswarsiati, 2000).

2. Ketergantungan petani bawang merah terhadap benih impor

Dalam usahatani bawang merah, benih merupakan salah satu faktor produksi yang memerlukan biaya tinggi, dengan kebutuhan benih sekitar 800 – 1.200 kg/ha. Tingginya kebutuhan benih bawang merah baik dalam bentuk benih komersial maupun benih sumber, ternyata belum diikuti produksi benihnya. Selain itu petani bawang merah di Indonesia sangat tergantung terhadap benih impor seperti varietas Super Philip dan varietas dari Thailand, India, dan Vietnam. Benih impor tersebut hanya bisa disimpan untuk 2-3 bulan. Belum banyak produsen yang mau bergerak di bidang perbenihan bawang merah (Indrawati dan Padmono, 2001). Kendala tersebut disebabkan antara lain: a) usaha perbenihan bawang merah membutuhkan modal yang besar, areal serta gudang yang luas; b) pengetahuan dan keterampilan SDM terutama dalam produksi benih masih rendah; c) daya simpan benih bawang merah rendah (2-5 bulan) dengan susut bobot yang tinggi; d) permasalahan penyimpanan benih dapat diatasi dengan

pembentukan benih berupa biji, namun keterampilan ini cukup sulit disosialisasikan pada petani bawang merah.

3. Serangan Hama Ulat Bawang Merah

Ulat bawang merah *Spodoptera exigua* dijumpai hampir pada setiap umur tanaman bawang merah. Ulat menyerang tanaman dengan cara memakan daun bagian dalam, daun bawang merah tinggal epidermisnya saja, sehingga pada daun terlihat bercak-bercak putih transparan. Serangan hama ini menyebabkan kehilangan hasil 56,94%-57% (Dibyantoro, 1993; Sastrosiswoyo, 1994) bahkan tanaman pernah rusak 100% di daerah Probolinggo hingga menyebabkan puso (Rosmahani dkk, 2001). Ulat berukuran panjang sampai \pm 25 mm, berwarna hijau atau coklat dengan garis tengah berwarna kuning. Serangga dewasa meletakkan telur pada daun bawang merah dan gulma yang tumbuh di sekitarnya. Siklus hidup hama ini sempurna yaitu telur, larva, pupa, dan imago yang berupa ngengat (Duriat et al., 1994).

Pola tanam yang umum dikerjakan oleh petani bawang merah terutama di lahan irigasi adalah: padi – bawang merah – bawang merah – bawang merah atau padi – bawang merah – cabai merah – bawang merah. Padi ditanam pada waktu musim penghujan. Waktu yang dipilih untuk merotasi tanah dengan tanaman padi tidak serentak. Sejak akhir musim penghujan sampai dengan pertengahan musim penghujan berikutnya petani menanam bawang merah pada lahannya atau kadang-kadang di sela dengan tanaman jagung. Pola tanam yang demikian merupakan pola tanam yang tidak memutus siklus hidup hama ulat *Spodoptera exigua*. Keadaan ini menyebabkan tersedianya semua inokulum hama ulat *Spodoptera exigua* dalam areal tanamana bawang merah yang luas.

Petani di Kabupaten Nganjuk dalam mengendalikan hama tersebut menggunakan insektisida yang beredar di pasaran sebagai andalan utama. Menurut Stallen dkk (1990) frekuensi dan dosis yang digunakan dalam mengendalikan ulat *Spodoptera exigua* cukup tinggi. Volume larutan insektisida yang digunakan pada setiap aplikasi berkisar 560 – 1.588 liter per hektar. Petani melakukan penyemprotan secara berkala 3 – 4 hari sekali, sehingga dalam satu musim tanam melakukan penyemprotan 15- 20 kali (Dibyantoro, 1995). Bahkan pada bulan Agustus interval penyemprotan meningkat menjadi 1 - 2 hari sekali, sehingga dalam satu musim tanam dapat mencapai 50 kali aplikasi insektisida (Rosmahani dkk, 1998). Jika udara panas terus menerus, maka pengendalian ulat dengan cara mekanis yaitu mengambil dan membuang kelompok telur maupun ulatnya. Disamping itu juga dengan cara aplikasi insektisida (interval 1 – 2 hari sekali), namun tetap tidak dapat mengendalikan populasi ulat *Spodoptera exigua* yang meningkat cepat dalam waktu satu minggu hingga menyebabkan tanaman bawang merah puso (Rosmahani dkk, 2001).

Hasil penelitian telah banyak menyajikan komponen-komponen pengendalian yang dapat dirakit dalam satu pengendalian secara terpadu (PHT), diantaranya adalah penerapan budidaya tanaman sehat, pergiliran tanaman, penanaman serentak, pengendalian secara mekanis, pengendalian secara hayati. Namun jika lingkungan kurang mendukung terutama pada saat tanam di bulan Agustus, keadaan udara sangat panas temperatur udara diatas 29⁰C, tidak ada curah hujan, sumber infeksi hama sudah tersedia di sekitar pertanaman karena sudah ada pertanaman sejak awal musim kemarau, populasi hama dapat meningkat sangat cepat dalam waktu 1 – 2 hari, untuk itu diperlukan alternatif komponen pengendalian yang lain. Komponen pengendalian yang harus disertakan adalah pengendalian fisik dengan jalan memberikan kerodong kasa pada seluruh tanaman dengan tinggi kerodong 175 cm, yang dipasang sejak sebelum bibit bawang merah ditanam sampai saat panen. Petani masih dapat masuk kedalam kerodong kasa untuk melakukan aktivitas pemeliharaan tanaman.

Keberhasilan kerodong kasa pada usahatani bawang merah ini adalah sebagai barrier fisik bagi masuknya hama ulat *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang merah. Ukuran lubang bahan kerodong kasa adalah sebesar 17 mesh, sehingga ngengat yang datang tidak dapat masuk kedalam pertanaman bawang merah. Jika ngengat hinggap pada permukaan bagian atas kerodong kasa dan bertelur maka masih ada kemungkinan telur jatuh pada daun bawang merah di dalam kerodong kasa. Hal ini dapat ditanggulangi dengan pengendalian mekanis yaitu dengan mengambil dan membuang telur yang ada pada tanaman bawang merah. Secara tidak langsung kerodong kasa dapat membantu memperbaiki lingkungan tumbuh bawang merah pada saat musim kemarau (saat tanam bulan Agustus). Pada saat itu kondisi udara panas dan kering dengan temperatur udara diatas 30⁰C. Pada kondisi tersebut bawang merah mengalami respirasi yang tinggi (Sumami dan Rosliani, 1995), keadaan ini menyebabkan tanaman menjadi lemas dan lemah. Penggunaan kerodong kasa secara fisik juga dapat mengurangi intensitas sinar matahari dan respirasi tanaman sehingga pertumbuhan tanaman bawang merah dapat berlangsung dengan normal sehingga dapat menghasilkan umbi dengan baik. Selain itu penggunaan kerodong kasa dapat mengurangi bahkan meniadakan penggunaan insektisida kimia dalam jumlah besar sehingga dapat menekan efek negatif insektisida baik di lapangan maupun di tingkat konsumen.

Kerodong kasa dapat diterapkan pada pertanaman yang sempit maupun yang luas, namun pada umumnya ukuran kerodong kasa yang diterapkan oleh petani per unit antara 500 m² sampai 2.000 m². Keberhasilan pengendalian hama ulat dengan menggunakan kerodong kasa ini dapat mencapai 100% dan bawang merah dapat dipanen dengan hasil optimal. Biaya penggunaan kerodong kasa untuk pertanaman

bawang merah dengan luas lahan 1.300 m² adalah sebesar Rp1.652.500,-. Biaya penggunaan kerodong kasa ini setara dengan biaya aplikasi penggunaan insektisida, dan kerodong kasa ini dapat digunakan untuk 6 - 8 kali musim tanam jika perawatan kasa dilakukan dengan baik (Rosmahani dkk, 2001).

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini adalah: (1) Kabupaten Nganjuk memiliki potensi yang besar sebagai daerah pengembangan bawang merah yang berfungsi sebagai penyangga stok bawang merah nasional dengan produksi 146.700 ton/hektar dan berkontribusi terhadap produksi nasional sebesar 12,08%. (2) Kabupaten Nganjuk merupakan sentra penghasil bawang merah di Propinsi Jawa Timur dengan total areal penanaman seluas 11.300 hektar. Sentra penanaman bawang merah di Kabupaten Nganjuk berada di lima Kecamatan, yaitu Bagor, Wilangan, Sukomoro, Gondang dan Rejoso. Produksi bawang merah di Kabupaten Nganjuk menyumbang 80% produksi bawang merah di Propinsi Jawa Timur, dengan frekuensi panen 2-4 kali dalam setahun. (3) Dalam rangka mewujudkan kedaulatan pangan, Pemerintah Propinsi Jawa Timur berupaya untuk menyediakan pangan yang cukup dengan harga yang terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Untuk menstabilkan harga maka pemerintah melalui Kementerian Pertanian dan Bulog bekerja sama untuk menjaga kecukupan stok dan harga bawang merah. (4) Pengaruh musim tidak hanya berdampak pada adanya fluktuasi produksi tetapi juga menyebabkan adanya fluktuasi harga. Sifat produk bawang merah yang mudah rusak menyebabkan harga cenderung fluktuatif dan perubahan harga yang sangat cepat. Upaya untuk mengendalikan harga bawang merah yang berfluktuasi perlu dilakukan usaha pengawetan yang mendatangkan keuntungan, melalui penanganan pasca panen, pengolahan hasil dan kemitraan usaha berbasis Pendekatan Kelompok Tani (Gapoktan) sehingga dapat mengatasi permasalahan teknis, ekonomi dan sosial petani bawang merah.

Saran: (1) Perlu dikembangkan penelitian untuk mendapatkan varietas unggul bawang merah yang sesuai ditanam pada musim penghujan serta tahan terhadap serangan hama dan penyakit sehingga produksi bawang merah pada musim penghujan tetap tinggi seperti pada musim kemarau. (2) Perlu ditingkatkan peran pemerintah untuk melakukan perbaikan terhadap sistem pemasaran bawang merah, melalui peningkatan peran KUD dalam membantu petani menyediakan fasilitas-fasilitas produksi maupun pemasaran sehingga dominasi para pedagang dalam penentuan harga dapat dikurangi. Dan Pemerintah Kabupaten Nganjuk dan Dinas Pertanian setempat perlu melakukan pendampingan, penyuluhan rutin, maupun pinjaman modal usaha dengan bunga ringan pada petani bawang merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmara R dan Ardhiani R. 2010. Integrasi Pasar dalam Sistem Pemasaran Bawang Merah. *AGRISE* 10 (3): 164 – 176.
- Baswarsiaty, L. Rosmahani dan E. Korlina. 2000. *Review Pengkajian Sistem Usahatani Bawang Merah Di Lahan Sawah*. Hasil Penelitian/Pengkajian Teknologi Pertanian Mendukung Ketahanan Pangan Berwawasan Agribisnis. Badan Litbang Pertanian. Bogor: Badan Litbang Pertanian.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Bawang Merah*. Nganjuk : BPS.
- Dibyantoro, A.L.H. 1993. Dayaguna Insektisida Reldan 24 EC Terhadap *Spodoptera exigua* Hubn. Pada Tanaman Bawang Merah. *Buletin Penelitian Hortikultura* 25(2): 54 – 60.
- Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur. 2015. *Masterplan Pengembangan Kawasan Tanaman Pangan dan Hortikultura Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Pertanian Propinsi Jatim.
- Dirjen Otonomi Daerah. 2013. *Impor dan Ekspor Sayuran Tahun 2012*. Jakarta
- Duriat, A.S., T.A. Soetiarso, L. Prabaningrum, R. Sutarya. 1994. *Penerapan Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu Pada Budidaya Bawang Merah*. Lembang: Badan Litbang Pertanian.
- Hindarti. 2014. Model Pengembangan Kelembagaan Pasca Panen, Pengolahan Hasil dan Kemitraan Usaha Bawang Merah di Sentra Produksi Melalui Pelatihan dan Pendampingan (Studi Kasus di Daerah Sentra Produksi Bawang di Kabupaten Nganjuk). *Agromix* Vol 6 No. 2: 72 – 93.
- Listianawati, N.N. 2014. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Bawang Merah di Desa Kupu, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Brebes*. Skripsi. Program Studi Agribisnis, Fakultas sains dan Matematika, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Rosmahani, B., Nusantoro, R.D. Wijadi, M. Mahuri, Koespiatin, S. Fatimah, Riswandi, S.Z. Sa'adah. 1998. *Pengkajian Paket Teknik Budidaya dalam Usahatani Bawang Merah di Luar Musim*. Hasil Penelitian dan Pengkajian Sistem Usahatani Jawa Timur. Karangploso: Balitbang. Puslit Sosek Pertanian.
- Soekartawi. 2000. *Pengantar Agribisnis*. PT. Raja Grafindo : Jakarta.
- Soekartawi. 1991. *Agribisnis Teori dan Aplikasi*. Rajawali Press : Jakarta
- Stallen, M.P.K., M.T. Koestoni and A.T. Arifin. 1990. *Evaluation of performance of knapsack sprayers used for cultivation of hot pepper and shallots in farmers field. In Improving spraying Techniques for Lowland Vegetables. Internal Communication LEHRI/ATA-395* (22): 9 – 13.
- Sumami, N. dan R. Rosliani. 1995. *Ekologi Bawang Merah*. Jakarta: Puslitbang Hortikultura, Badan Litbang Pertanian.

Waryanto B., Chozin MA., Dadang., Putri EIK.. 2015. Environmental efficiency analysis of shallot farming: a stochastic frontier translog regression approach. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 4(19): 87-100.

UPAYA PENCEGAHAN ANEMIA PADA REMAJA PUTERI SEBAGAI PILAR MENUJU PENINGKATAN KESEHATAN IBU

Ila Fadila¹, Heny Kurniawati²

¹Program Studi Agribisnis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka

²Program Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka

email korespondensi: ila@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Terhitung 2016 program MDGs dilanjutkan dengan program baru yaitu Sustainable Development Goals (SDGs), dengan aksi 17 tujuan. Satu diantaranya adalah dalam rangka meningkatkan kesehatan ibu. Kaitannya dengan kesehatan ibu, kesehatan seorang remaja puteri sebagai calon seorang ibu dan sekaligus sebagai penerus bangsa perlu menjadi perhatian utama. Dalam siklus hidup, tahap masa remaja sangat penting, karena terjadi proses tumbuh kembang. Bila proses ini berlangsung optimal, akan menghasilkan remaja puteri serta calon ibu yang sehat. Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2013, menunjukkan bahwa prevalensi anemia di Indonesia yaitu 21,7%. Kementerian kesehatan pada tahun 2014 juga mengeluarkan hasil penelitian bahwa penderita anemia berumur 15-24 tahun sebesar 18,4%. Berbagai cara perlu dilakukan dalam rangka mengatasi permasalahan penderita anemia utamanya pada remaja puteri sebagai calon ibu. Tulisan ini merupakan analisis hasil kajian literatur. Dari berbagai informasi baik hasil penelitian maupun hasil informasi laporan berbagai sumber, menunjukkan masih diperlukannya upaya yang keras dalam meningkatkan kesehatan dan pengetahuan remaja putri sebagai calon ibu. Peran seluruh masyarakat baik guru sebagai pendidik, orang tua, dan para tokoh masyarakat yang terlibat di dalam peningkatan kesehatan masyarakat secara menyeluruh sangat diperlukan.

Kata kunci: SDGs, anemia, remaja puteri, kesehatan ibu.

PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan Pencapaian Milenium Development Goals (MDGs) 2014 (Bappenas, 2015) menunjukkan bahwa sejak tahun 2010 Indonesia telah mencapai berbagai target MDGs. Status pencapaian MDGs dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori: (a) target yang telah dicapai; (b) target yang telah menunjukkan kemajuan signifikan dan diharapkan dapat dicapai pada tahun 2015; dan (c) target yang masih memerlukan upaya keras untuk pencapaiannya. Didukung oleh analisa teknis, salah satu target yang masih memerlukan upaya keras untuk pencapaiannya adalah kesehatan ibu melahirkan. Terhitung 2016 program MDGs dilanjutkan dengan program baru yaitu Sustainable Development Goals (SDGs), dengan aksi 17 tujuan. Satu diantaranya adalah dalam rangka meningkatkan kesehatan ibu.

Kesehatan seorang remaja puteri sebagai calon seorang ibu dan sekaligus sebagai penerus bangsa perlu menjadi perhatian utama. Hal ini berkaitan juga dengan target SDGs yang masih memerlukan upaya keras untuk pencapaiannya, yaitu kesehatan ibu melahirkan. Dalam siklus hidup, tahap masa remaja terutama remaja puteri sangat penting, karena pada masa ini terjadi proses tumbuh kembang, sehingga bila proses ini berlangsung secara optimal akan menghasilkan remaja puteri yang sehat dan pada akhirnya akan menghasilkan calon ibu yang sehat pula. *United Nations Population Fund* (UNFPA) menyatakan bahwa ketika remaja perempuan diberi kesempatan untuk mengakses pendidikan dan kesehatan mereka, termasuk kesehatan reproduksi, akan menciptakan peluang bagi remaja untuk merealisasikan potensi, maka

remaja dapat mengelola dengan baik masa depan diri mereka, keluarga, dan masyarakat (BKKBN, 2016).

Permasalahan gizi yang dihadapi remaja salah satunya adalah masalah anemia. Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2013, menunjukkan bahwa prevalensi anemia di Indonesia yaitu 21,7%. Penderita anemia berumur 5 -14 tahun sebesar 26,4% dan penderita berumur 15-24 tahun sebesar 18,4% (Kemenkes RI, 2014). Penderita anemia pada remaja juga dilaporkan tinggi berdasarkan data Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 2012 dengan rincian yaitu prevalensi anemia pada balita sebesar 40,5%, ibu hamil sebesar 50,5%, ibu nifas sebesar 45,1%, remaja putri usia 10-18 tahun sebesar 57,1%, dan usia 19-45 tahun sebesar 39,5%. Wanita mempunyai risiko terkena anemia paling tinggi terutama pada remaja putri. Anemia merupakan suatu keadaan dimana komponen di dalam darah yaitu hemoglobin (Hb) dalam darah jumlahnya kurang dari kadar normal. Remaja putri memiliki risiko sepuluh kali lebih besar untuk menderita anemia dibandingkan dengan remaja putra. Hal ini dikarenakan remaja putri mengalami menstruasi setiap bulannya dan sedang dalam masa pertumbuhan sehingga membutuhkan asupan zat besi yang lebih banyak. Penentuan anemia juga dapat dilakukan dengan mengukur hematokrit (Ht) yang rata-rata setara dengan tiga kali kadar hemoglobin. Batas kadar Hb remaja putri untuk mendiagnosis anemia yaitu apabila kadar Hb kurang dari 12 gr/dl (Tarwoto, 2010).

Masalah gizi pada remaja terjadi baik dalam bentuk gizi lebih maupun gizi kurang. Kejadian anemia merupakan salah satu sebab sekaligus akibat terjadinya gizi kurang pada remaja. Bila ditelusuri ke arah hulu, salah satu sebab terjadinya anemia dan kekurangan energi kronis adalah pola konsumsi sumber pangan zat besi. Pola konsumsi termasuk pengetahuan gizi remaja berdasarkan pedoman gizi seimbang perlu diteliti lebih jauh terutama pengetahuan tentang zat besi. Hasil penelitian Fauzi (2012) menyatakan bahwa pengetahuan gizi pada remaja khususnya tentang zat besi masih sangat rendah. Pedoman umum gizi seimbang yang sudah dicanangkan pemerintah sejak lama dapat menjadi acuan bagi pengetahuan gizi yang sehat. Remaja yang sehat merupakan aset sumberdaya manusia bagi kelangsungan hidup penerus bangsa. Berbagai temuan dan faktor yang menjadi penyebab terjadinya anemia pada remaja putri, kemudian bagaimana pencegahan dan cara mengatasinya serta elemen di masyarakat yang mana sajakah yang dapat berperan akan dibahas pada artikel ini. Tulisan ini merupakan analisis hasil kajian literatur, data dan informasinya bersumber dari data sekunder yang berupa jurnal hasil penelitian, buku cetak, peraturan pemerintah, dan literatur pendukung lainnya.

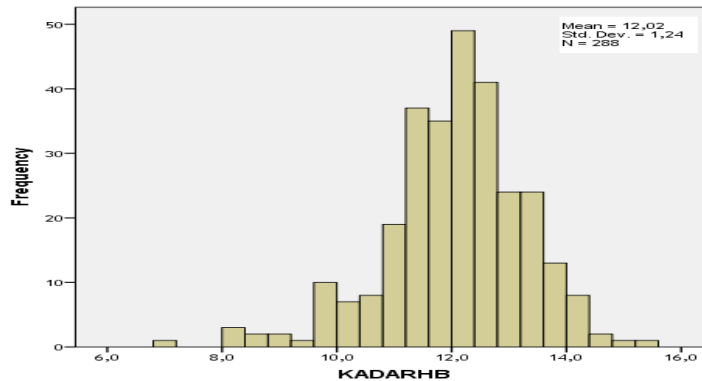
PEMBAHASAN

Remaja adalah masa dimana individu berkembang dari saat pertama kali menunjukkan tanda-tanda seksual sekundernya sampai saat ia mencapai kematangan seksual, dengan rentang usia 10-19 tahun (WHO, 2018). Di Indonesia pengertian remaja diatur dalam peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 25 tahun 2014, diartikan sebagai penduduk dalam rentang usia 10-18 tahun (Kemenkes RI, 2014), sedangkan menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN, 2016) rentang usia remaja adalah 10-24 tahun dan belum menikah. Menurut WHO populasi remaja di dunia diperkirakan 1,2 milyar atau 18% dari jumlah penduduk dunia, sedangkan di Indonesia diketahui jumlah kelompok usia 10-19 tahun menurut sensus penduduk 2010 sebanyak 43,5 juta atau sekitar 18% dari jumlah penduduk Indonesia (Infodatin, 2014).

Remaja puteri mempunyai risiko yang lebih tinggi terkena anemia daripada remaja putera. Alasan pertama karena setiap bulan pada remaja puteri mengalami haid. Seorang wanita yang mengalami haid yang banyak selama lebih dari lima hari dikhawatirkan akan kehilangan besi, sehingga membutuhkan besi pengganti lebih banyak daripada wanita yang haidnya hanya tiga hari dan sedikit. Alasan kedua adalah karena remaja puteri seringkali menjaga penampilan, keinginan untuk tetap langsing atau kurus sehingga berdiet dan mengurangi makan. Diet yang tidak seimbang dengan kebutuhan zat gizi tubuh akan menyebabkan tubuh kekurangan zat gizi yang penting seperti besi (Arisman, 2008). Dampak yang ditimbulkan dari anemia antara lain menurunnya kemampuan motorik anak, menurunnya skor IQ, menurunnya kemampuan kognitif, mental anak, menurunnya produktifitas remaja, komplikasi kehamilan dan janin pada ibu hamil, gangguan pertumbuhan, imunitas serta rentan terhadap racun dari logam berat (Ros & Horton, 1998).

Telah banyak hasil penelitian yang menunjukkan prevalensi anemia remaja yang masih tinggi dan faktor-faktor yang berhubungan, diantaranya adalah hasil penelitian Saidin (2002), Permaesih (2002) dan Leginem (2002), masing-masing 41%, 25% dan 88%. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan prevalensi anemia remaja masih di atas 20%, keadaan ini menunjukkan bahwa anemia pada remaja masih merupakan masalah kesehatan masyarakat. Hasil penelitian Fadila & Kurniawati (2017) menunjukkan hasil bahwa distribusi frekuensi kadar Hb remaja puteri, nilai minimum adalah 6.9 dan nilai maksimum 15.5 dengan rata-rata 12.0. Walaupun remaja puteri yang tergolong anemia masih cukup tinggi yaitu sebesar 43,4%, namun distribusinya mayoritas mendekati nilai kadar Hb dari mulai 10 sampai dengan 11,99. Prevalensi anemia 43,4% ini masih lebih tinggi dari Data Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 2012 yang menyatakan bahwa prevalensi anemia pada remaja puteri sebesar 39.5% dan masih jauh di atas prevalensi anemia pada kisaran umur 15-24 tahun sebesar 18,4% (Kemenkes RI, 2014).

Secara lebih rinci hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1
Distribsi Frekuensi Kadar Hb Remaja Puteri

Faktor-faktor Determinan

Berbagai penelitian menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya anemia pada remaja puteri secara umum meliputi tingkat pengetahuan gizi, pola konsumsi, sosial ekonomi, status kesehatan, aktifitas fisik, dan pola siklus menstruasi. Berikut adalah uraian singkat mengenai faktor-faktor determinan yang dimaksud.

Pengetahuan Gizi

Sebelum seseorang mengadopsi perilaku (berperilaku baru), ia harus tahu terlebih dahulu apa arti atau manfaat perilaku tersebut bagi dirinya atau keluarganya. Pengetahuan ini yang merupakan tahap awal agar seseorang mau dan mampu melakukan sesuatu sesuai yang semestinya. Perilaku dalam menerapkan sesuatu informasi terbentuk dimulai dengan domain kognitif yang merupakan rangsangan dari luar sehingga menimbulkan pengetahuan baru dalam diri manusia (Notoatmodjo, 2003). Kaitannya dengan pengetahuan gizi hasil penelitian (Fadila & Kurniawati, 2017) ditemukan distribusi pengetahuan gizi remaja puteri mayoritas berkumpul pada nilai 50 dan 60 , yaitu antara kategori kurang dan cukup, dengan nilai terendah adalah 6.7 dan tertinggi 80, serta nilai rata-rata 51.8. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Fauzi (2012) yang menyatakan bahwa pengetahuan gizi pada remaja khususnya tentang zat besi masih sangat rendah. Kemenkes (2012) menyatakan bahwa 88 persen remaja memiliki persepsi kurang tepat terkait dengan anemia serta tidak mengetahui sama sekali apa penyebab dari anemia. Hal ini berdasarkan survei yang dilakukan oleh lembaga demografi Universitas Indonesia pada remaja berumur 15-24 tahun di 4 provinsi.

Penyebab anemia	Wanita belum kawin (umur, tahun)			Pria belum kawin (umur, tahun)		
	15-19	20-24	Jumlah	15-19	20-24	Jumlah
Kurang mengonsumsi daging, ikan dan hati	15,0	22,7	17,5	10,5	14,9	12,3
Kurang mengonsumsi sayur-sayuran dan buah-buahan	27,5	32,5	29,1	12,4	17,4	14,5
Perdarahan	3,8	4,1	3,9	2,3	2,9	2,6
Haid	4,6	7,0	5,4	1,0	1,8	1,3
Malnutrisi	10,8	16,3	12,5	8,3	13,4	10,4
Penyakit infeksi	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	0,7
Lainnya	36,6	48,2	40,3	29,2	42,1	34,5
Tidak tahu	31,5	15,9	26,5	50,4	33,4	43,4
Tidak menjawab	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2
Jumlah	4.401	2.074	6.475	3.759	2.630	6.389

Gambar 2

Pengetahuan Remaja tentang penyebab anemia

(Sumber: <http://kesga.kemkes.go.id/images/pedoman/SDKI-2012-Remaja-Indonesia.pdf>)

Pengetahuan gizi yang rendah atau kurang menyebabkan sebagian remaja tidak memahami apakah makanan sehari-hari yang dikonsumsi sudah memenuhi syarat menu seimbang atau belum. Pengetahuan gizi juga akan membuka wawasan para remaja putri mengenai dampak dari kekeliruan perilaku gizi yang selama ini sudah dilakukan. Menurut Permaesih (2005), faktor pendidikan dapat mempengaruhi status anemia seseorang sehubungan dengan pemilihan makanan yang dikonsumsi. Tingkat pendidikan yang lebih tinggi akan mempengaruhi pengetahuan dan informasi tentang gizi. Kondisi ini memperlihatkan perlunya intervensi lebih lanjut mengenai pemberian informasi yang lebih intensif tentang pentingnya pengetahuan gizi khususnya yang berkaitan dengan pedoman gizi seimbang pada remaja putri.

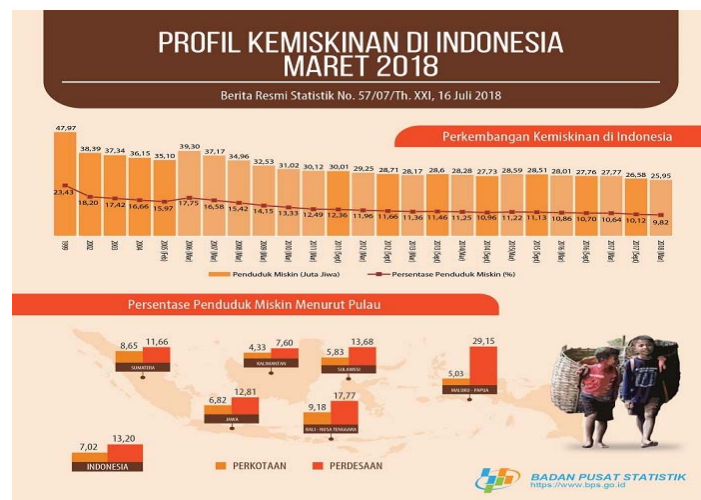
Pola Konsumsi

Banyaknya asupan zat besi menjadi faktor yang juga mempengaruhi kejadian anemia pada remaja putri. Hasil penelitian Aeni (2012) menjelaskan bahwa kejadian anemia pada remaja putri (*Studi Kasus pada SMK Negeri 1 Kota Tegal*) terjadi pada mereka yang banyaknya tingkat asupan zat besi memiliki kategori defisit (kurang), dan terjadi juga akibat kurangnya konsumsi makanan yang dapat meningkatkan absorpsi zat besi sehingga kebutuhan zat besi tidak terpenuhi. Ketidakcukupan ini disebabkan karena pola konsumsi masyarakat Indonesia yang masih menggunakan sayuran sebagai sumber utama zat besi. Sayuran merupakan sumber zat gizi yang baik tetapi sulit untuk diserap, sedangkan bahan pangan hewani merupakan sumber zat gizi yang baik jarang dikonsumsi terutama oleh masyarakat pedesaan (Hulu, 2004). Almatsier (2011) menyebutkan bahwa daging, ayam, dan ikan memiliki kandungan besi yang tinggi, sereal dan kacang-kacangan memiliki kandungan besi yang sedang, serta sebagian besar sayur-sayuran yang mengandung asam oksalat tinggi seperti bayam memiliki kandungan besi yang rendah. Kebiasaan masyarakat Indonesia dalam mengonsumsi teh dan kopi juga menjadi faktor lain yang menyebabkan banyaknya

penderita anemia. Kopi dan teh mengandung polifenol (asam fenolat, flavonoid, dan produk polimerisasi) yang berpengaruh pada proses penyerapan zat besi (inhibitor). Kalsium yang terdapat pada olahan susu dan keju juga dapat menjadi inhibitor absorpsi besi. Selain hal-hal tersebut, remaja putri sering melakukan diet (mengurangi makan) karena ingin langsing dan mempertahankan berat badan. Penyerapan zat besi akan maksimal jika difasilitasi oleh asam askorbat (vitamin C), seperti yang terkandung dalam buah kiwi, jambu biji, dan jeruk. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dari Kirana (2011) yang mengatakan bahwa semakin tinggi asupan protein, vitamin A, vitamin C, dan zat besi semakin tinggi pula kadar hemoglobinnya.

Sosial Ekonomi

Kondisi sosial ekonomi keluarga memiliki pengaruh pada pola konsumsi pangan secara makro, dimana jika pendapatan keluarga semakin besar maka semakin beragam pola konsumsi masyarakat. Pendapatan keluarga merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas makanan yang dikonsumsi oleh seluruh anggota keluarga, hal ini juga akan berpengaruh pada uang saku anak dan kebiasaan anak untuk makan. Sanjur (1982) menambahkan bahwa keluarga yang memiliki anggota keluarga banyak akan mempengaruhi belanja pangan, dimana pendapatan perkapita dan belanja pangan akan menurun sejalan dengan meningkatnya jumlah anggota keluarga. Menurut data BPS (2018) pada bulan maret jumlah penduduk miskin di Indonesia mencapai 25,95 juta orang (9,82%), berkurang sebesar 633,2 ribu orang dibandingkan dengan kondisi September 2017 yaitu 26,58 Juta orang (10,12%). Diharapkan dari berkurangnya angka kemiskinan maka akan memperbaiki pola konsumsi masyarakat Indonesia.



Gambar 3
Profil Kemiskinan di Indonesia
(Sumber : <https://www.bps.go.id/website/images/Kemiskinan-Maret-2018-ind.jpg>)

Status Kesehatan

Infeksi penyakit yang memperbesar risiko anemia adalah infeksi cacing dan malaria karena dapat menghambat pembentukan hemoglobin. Diare dan ISPA juga dapat mengganggu nafsu makan sehingga berakibat pada penurunan konsumsi gizi. Penelitian Farida (2006) menyatakan ada hubungan yang bermakna antara infeksi dan anemia dimana angka kejadian anemia remaja putri yang menderita infeksi dalam satu bulan terakhir lebih besar dibandingkan yang sehat. Status gizi adalah salah satu parameter untuk mengukur status kesehatan, karena status gizi merupakan cerminan akumulasi konsumsi zat gizi dari masa ke masa. Status Gizi mempunyai korelasi positif dengan kadar Hb, Seperti yang diungkapkan oleh Permaesih (2005) yang menyatakan bahwa ada hubungan yang bermakna antara status gizi dengan anemia. Remaja puteri yang memiliki status gizi kurus/kurang memiliki resiko 1,4 kali untuk menderita kukurangan Hb atau anemia dibandingkan dengan yang memiliki status gizi normal.

Aktifitas Fisik

Aktivitas fisik manusia mempengaruhi kadar hemoglobin dalam darah. Individu yang secara rutin berolahraga kadar hemoglobinnya akan naik. Hal ini disebabkan karena jaringan atau selakan lebih banyak membutuhkan O₂ ketika melakukan aktivitas. Tetapi aktifitas fisik yang terlalu ekstrim dapat memicu terjadinya ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh, yang dikenal sebagai stres oksidatif. Pada kondisi stres oksidatif, radikal bebas akan menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel dan merusak organisasi membran sel. Peroksidasi lipid membran sel memudahkan sel eritrosit mengalami hemolisis, yaitu terjadinya lisis pada membran eritrosit yang menyebabkan Hb terbebas dan pada akhirnya menyebabkan kadar Hb mengalami penurunan. Hal yang berbeda diungkapkan dalam penelitian Chibriyah (2017) dengan nilai P 0,623 dan Kosasi (2014) dengan uji analisis Mann Whitney 0,265 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara aktivitas fisik dengan kadar hemoglobin



Gambar 4
Aktivitas fisik

(Sumber: <http://www.lampost.co/berita-aktivitas-fisik-dan-peradangan>)

Pola Menstruasi

Haid adalah perdarahan secara periodik dan siklik dari uterus disertai pelepasan endometrium, sedangkan siklus haid adalah serangkaian periode dari perubahan yang terjadi secara berulang pada uterus dan organ-organ yang terjadi pada masa pubertas dan berakhir pada saat menopause. Salah satu penyebab anemia adalah kehilangan darah, dan wanita mengalami siklus kehilangan darah secara alami ini tiap bulan. Jumlah kehilangan darah dipengaruhi oleh siklus serta lamanya haid. Kehilangan darah yang banyak dapat mengakibatkan anemia. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dari Farida (2006) bahwa ada korelasi positif antara pola haid dan anemia. Dimana siklus haid yang lebih pendek dan lama haid yang berlangsung lebih dari 8 hari memungkinkan untuk kehilangan besi dalam jumlah lebih banyak dari pada yang memiliki siklus dan lama haid yang normal.

Pencegahan dan Pengobatan

Pencegahan dan pengobatan anemia dapat ditentukan dengan memperhatikan faktor-faktor penyebabnya, jika penyebabnya adalah masalah nutrisi, penilaian status gizi dibutuhkan untuk mengidentifikasi zat gizi yang berperan dalam kasus anemia. Anemia gizi dapat disebabkan oleh berbagai macam zat gizi penting pada pembentukan hemoglobin. Defisiensi besi yang umum terjadi di dunia merupakan penyebab utama terjadinya anemia gizi (Fatmah, 2011). Kurangnya zat besi dalam makanan dapat mengakibatkan anemia (Proverawati dan Asfuar, 2009).

Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi anemia akibat kekurangan konsumsi besi. Upaya pertama meningkatkan konsumsi besi dari sumber alami melalui pendidikan atau penyuluhan gizi kepada masyarakat, terutama makanan sumber hewani yang mudah diserap, juga makanan yang banyak mengandung vitamin C, dan vitamin A untuk membantu penyerapan besi dan membantu proses pembentukan hemoglobin. Kedua, melakukan fortifikasi bahan makanan yaitu menambah besi, asam folat, vitamin A, dan asam amino esensial pada bahan makanan yang dimakan secara luas oleh kelompok sasaran. Ketiga melakukan suplementasi besi folat secara rutin kepada penderita anemia selama jangka waktu tertentu untuk meningkatkan kadar hemoglobin penderita secara cepat (Depkes, 1996).

Pendidikan atau penyuluhan gizi adalah pendekatan edukatif untuk menghasilkan perilaku individu atau masyarakat yang diperlukan dalam meningkatkan perbaikan pangan dan status gizi (Suhardjo, 1989; Madaniyah, 2004). Harapannya adalah orang bisa memahami pentingnya makanan dan gizi, sehingga mau bersikap dan bertindak mengikuti norma-norma gizi (Suhardjo, 1989). Pendidikan gizi secara

komprehensif yaitu pada anak anemia, guru dan orang tua diberikan dengan harapan pengetahuan gizi anak, guru dan orang tua serta pola makan anak akan berubah sehingga asupan makan terutama asupan besi anak akan lebih baik. Dengan asupan besi yang lebih baik, maka kadar hemoglobin anak akan meningkat. Pada dasarnya program pendidikan gizi bertujuan merubah perilaku yang kurang sehat menjadi perilaku yang lebih sehat terutama perilaku makan (Sahyoun et al, 2004). Beberapa penelitian di berbagai negara menemukan bahwa pendidikan gizi sangat efektif untuk merubah pengetahuan dan sikap anak terhadap makanan, tetapi kurang efektif untuk merubah praktek makan (Februhartanty, 2005). Pengetahuan merupakan hasil proses penginderaan terhadap objek tertentu. Proses penginderaan terjadi melalui panca indera manusia, yakni indera penglihatan, pendengaran, penciuman rasa dan melalui kulit. Pengetahuan merupakan faktor dominan yang sangat penting untuk terbentuknya tindakan seseorang

Peran guru dalam menanggulangi anemia gizi pada remaja putri

Guru sebagai pendidik, diharapkan dapat memberikan pengetahuan secara langsung kepada anak didiknya terutama Remaja Puteri tentang pentingnya mencegah dan mengobati anemia sedini mungkin. Pendidikan gizi dan kesehatan di SLTP, SLTA, Madrasah Tsanawiyah, Aliyah, dan Pondok Pesantren dapat diintegrasikan pada mata pelajaran Biologi, IPA serta pendidikan jasmani dan kesehatan. Kegiatan ekstrakurikuler di sekolah seperti UKS, PMR serta Saka Bhakti Husada dapat menjadi sarana untuk memberikan penyuluhan tentang anemia. Guru juga sebagai fasilitator komunikasi dengan orang tua murid agar memperhatikan status gizi remaja putri.

Peran tokoh masyarakat dalam menanggulangi anemi gizi pada remaja puteri dan wanita

Tokoh masyarakat seperti Ketua Organisasi, Pimpinan Kelompok, Kader, serta petugas lain di luar kesehatan sangat berperan dalam memberikan penyuluhan dan motivasi kepada masyarakat, khususnya kelompok remaja puteri di luar sekolah, pekerja wanita informal, ibu-ibu rumah tangga agar selalu menjaga kesehatannya dengan mencegah dan mengobati anemia. Penyuluhan gizi dan kesehatan di luar sekolah dapat dilaksanakan melalui kegiatan Karang Taruna, Remaja Masjid, Majelis Ta'lim, PKK, berbagai komunitas lainnya seperti komunitas olah raga, komunitas berbasis hobi dan lain-lain. Koordinasi antara guru dan tokoh masyarakat dengan petugas kesehatan atau Puskesmas agar selalu ditingkatkan untuk menanggulangi masalah anemia gizi pada remaja puteri dan wanita.

Fortifikasi merupakan usaha mengganti nutrisi-nutrisi yang hilang dan membuat makanan pokok jauh lebih bergizi tanpa merubah rasa atau tampilannya. Fortifikasi tepung terigu dengan zat besi dapat mencegah secara signifikan pelemahan mental yang sering terjadi di kalangan remaja yang tidak mengkonsumsi zat besi secara cukup. Fortifikasi tersebut akan meningkatkan produktivitas orang dewasa, dan membantu menurunkan risiko penyakit anemia, serta mengurangi kemungkinan kematian ibu hamil. Di seluruh dunia, ada 57 negara yang melalui undang-undang mengharuskan fortifikasi tepung dengan zat besi dan atau asam folat. Terdapat lima negara yang mewajibkan fortifikasi, termasuk di dalamnya adalah Indonesia. Negara lain adalah Australia, Fiji, Selandia Baru dan Filipina (Unicef, 2009)

Salah satu cara pemerintah dalam mengurangi angka kejadian anemia khususnya pada remaja putri adalah dengan memberikan tablet tambah darah. Kegiatan ini merupakan implementasi dari peraturan menteri kesehatan no 88 tahun 2014 tentang standar tabel tambah darah bagi wanita usia subur dan ibu hamil serta surat edaran dirjen kesehatan masyarakat kementerian RI Nomor HK.03.03/V/0595/2016 tentang pemberian tablet tambah darah. Upaya ini dilakukan sebagai usaha pemerintah membangun SDM melalui pemenuhin gizi seimbang bagi remaja. Target pemerintah yang dituangkan dalam rencana strategis kementerian kesehatan tahun 2015-2019 adalah presentase remaja putri yang mendapat tablet tambah darah di tahun 2019 sebesar 30% (Kemenkes, 2015). Tablet tambah darah yang diberikan mengandung 200 mg zat besi dalam bentuk ferro sulfat/ferro fumarat atau ferro glukonat dan 0,25 mg asam folat.

PENUTUP

Dari berbagai informasi baik hasil penelitian maupun hasil informasi laporan berbagai sumber menunjukkan masih diperlukannya upaya keras dalam meningkatkan kesehatan ibu. Kaitannya dengan masalah tersebut maka upaya yang perlu dilakukan dan menjadi perhatian utama antara lain adalah menyiapkan para remaja puteri sebagai calon ibu dalam kondisi kesehatan yang prima. Faktor yang menyebabkan terjadinya kesehatan remaja yang tidak prima salah satunya adalah kasus anemia. Pengertian dan pemahaman tentang anemia, dan akibat serta penyebabnya serta cara pencegahan dan penanggulangannya masih harus terus disosialisasikan pada seluruh lapisan masyarakat, utamanya untuk para remaja puteri karena kasus anemia dengan prevalensi anemia tertinggi terjadi pada kelompok usia remaja. Sosialisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya melalui pendidikan gizi dan kesehatan reproduksi remaja serta pendidikan gizi bagi berbagai komunitas yang sudah ada, serta fortifikasi makanan dan pemberian tablet tambah darah. Peran seluruh masyarakat baik

guru sebagai pendidik, orang tua, dan para tokoh masyarakat yang terlibat di dalam peningkatan kesehatan masyarakat secara menyeluruh sangat diperlukan. Peran serta ini harus bergerak bersama menuju tercapainya kesehatan ibu yang diharapkan. Ibu sebagai pilar keluarga sangat berperan dalam menyetatkan keluarga secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA.

- Arisman, M.B. (2008). *Gizi Dalam Daur Kehidupan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Aeni, T. (2012). *Faktor – Faktor Penyebab Kejadian Anemia pada Remaja Putri (Studi Kasus pada SMK Negeri 1 Kota Tegal)*. Under Graduates thesis, Universitas Negeri Semarang.
- BKKBN. (2016). *Data survei Kesehatan Reproduksi Indonesia*. Jakarta.
- BPS. (2018). Persentase penduduk miskin Maret 2018 turun menjadi 9,82 persen. Diunduh pada 15 September 2018 di <https://www.bps.go.id/pressrelease/2018/07/16/1483/persentase-penduduk-miskin-maret-2018-turun-menjadi-9-82-persen.html>
- Departemen Kesehatan RI. (1996). *Pedoman Penanggulangan Anemia Gizi di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Bina Gizi Masyarakat.
- Fadila, I & Kurniawati, H (2017). *Analisis Pengetahuan Gizi Terkait Pedoman Gizi Seimbang dan Kadar Hb Remaja Putri*. Jurnal Biotika Vol 16. No 1(2018)
- Farida, I. (2006). Determinan Kejadian Anemia Pada Remaja Putri di Kecamatan Gebog Kabupaten Kudus Tahun 2006. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Fatmah. (2011). *Gizi dan Kesehatan Masyarakat: Anemia*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Fauzi, C A. (2012) *Analisis Pengetahuan dan Perilaku Gizi Seimbang Menurut Pesan ke 6,10,11,12 Dari Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) pada Remaja*. Jurnal Kesehatan Reproduksi Vol 3 No 2 Agustus 2012:91 - 105
- Februhartanty, J. (2005). *Nutrition Education: It Has Never Been an Easy Case for Indonesia*. *Food and Nutrition Bulletin*. 26(2): S267-S274
- Infodatin (2014). Situasi Kesehatan Reproduksi Remaja. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. ISSN 322442-7659
- Kemenkes RI, 2013-2014. *Prevalensi anemia di Indonesia*.
- Kemenkes RI, (2015). Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019. Keputusan menkes RI Nomor HK. 02.02/MENKES/52/2015. Kementerian Kesehatan Ri.

- Kirana, D. P. (2011). Hubungan Asupan Zat Gizi dan Pola Menstruasi dengan Kejadian Anemia Pada Remaja Putri di SMA N 2 Semarang. Prodi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Leginem. (2002). *Faktor-faktor yang berhubungan dengan status anemi pada mahasiswa Akedemi Bidan di kota Banda Aceh 2002*. Thesis Pasca Sarjana FKM-UI, 2002
- Madanijah, S. (2004). *Pendidikan Gizi*. Dalam Baliwati,YF., Khomsan, A., Dwiriani,CM. Pengantar Pangan dan Gizi. Penebar Swadaya: Jakarta
- Notoatmodjo, S. (2003). *Pendidikan Dan Perilaku Kesehatan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Permaesih, D, S Herman. (2005). *Faktor-faktor yang mempengaruhi anemia pada remaja*.Buletin Penelitian Kesehatan.vol.33.no.4. 2005
- Proverawati dan Asfuah. (2009). *Gizi untuk Kebidanan*. Jakarta : Nuha Medika.
- Ross J, Horton S. 1998. Economic Consequences of Iron Deficiency. Ottawa :Micronutrien. Initiative.
- Saidin M. (2002). *Efektifitas penambahan Vitamin A dan Zat Besi pada Garam Beryodium terhadap status Gizi dan konsentrasi belajar anak sekolah dasar*. Laporan Penelitian DIP tahun 2001. Pusat Penelitian Gizi dan Makanan.
- Sahyoun, NR., Pratt, CA., Anderson, A. (2004). *Evaluation of Nutrition Education Interventions for Older Adults: a Proposed Framework*. *J. Am. Diet Assoc.*104(1):58-69
- Tarwoto, W. 2010. *Kebutuhan Dasar manusia dan Proses Keperawatan*. Jakarta. Salemba Medika.
- Unicef (2009). Pentingnya Fortifikasi Tepung Terigu. Diakses tanggal 15 September 2018 di https://www.unicef.org/indonesia/id/reallives_12588.html

PROSES ADOPSI PETANI DALAM PROGRAM SEKOLAH LAPANG PERTANIAN BERKELANJUTAN DI KABUPATEN KAUR, PROVINSI BENGKULU

Lina Asnamawati¹, Dem Vi Sara², Alni³

¹ Jurusan Agribisnis UT Bogor; ² Jurusan Agribisnis UT Bogor; ³ Balai Penyuluhan Pertanian
Kab. Bengkulu Utara

email korespondensi: linaas@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Sekolah lapang dilakukan karena mewabahnya hama tanaman secara luas akibat penggunaan pestisida berlebihan. Adopsi merupakan proses mental, dalam mengambil keputusan untuk menerima atau menolak ide baru dan menegaskan lebih lanjut tentang penerimaan dan penolakan ide baru tersebut. Proses adopsi berupa tahapan kesadaran, minat, penilai, mencoba, dan menerapkan. Sekolah lapang pertanian menjadikan petani sebagai subjek penelitian melalui serangkaian uji coba yang dilakukan di plot percobaan. Pelaksanaan program sekolah lapang pertanian berkelanjutan di Kabupaten Kaur di Desa Sukajaya, Desa Trijaya, dan Desa Bukit Endah. Pelatihan yang dibuat pada saat sekolah lapang pertanian berkelanjutan yaitu pembuatan kandang kambing, mempelajari penyakit ternak kambing dan cara mengobatinya, membuat transek kebun kopi, mempelajari sanitasi kebun, kesuburan tanah, mempelajari organisme pengganggu tanaman lain dan musuh alami yang ditemukan, serta pembuatan pakan fermentasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adopsi petani terhadap sistem pertanian yaitu pengetahuan petani, keuntungan relatif, kompatibilitas, dan keselarasan

Kata kunci: Adopsi, Program Sekolah Lapang Pertanian Berkelanjutan

PENDAHULUAN

Sekolah lapang merupakan sarana belajar non formal untuk masyarakat dalam rangka meningkatkan pengetahuan, keterampilan, mengidentifikasi, dan menerapkan teknologi yang disesuaikan dengan sumber daya yang ada. Kegiatan sekolah lapang diperuntukkan meningkatkan usaha tani dan ternak menjadi lebih maju, efisien, berproduktifitas tinggi, dan berkelanjutan.

Sekolah lapang juga diperuntukkan meningkatkan pengetahuan, keterampilan, menyusun rencana usaha, melakukan identifikasi masalah, mengambil keputusan dan menerapkan teknologi. mengatasi masalah, mengambil keputusan, dan menerapkan teknologi yang sesuai dengan sumber daya setempat secara sinergis dan berwawasan lingkungan sehingga usaha tani lebih efisien, berproduktivitas tinggi dan berkelanjutan.

Sekolah lapang pertanian berkelanjutan dilaksanakan diberbagai daerah untuk meningkatkan produktivitas petani. Termasuk juga pelaksanaan sekolah lapang pertanian berkelanjutan dilaksanakan di Kabupaten Kaur tepatnya di tiga desa yaitu Desa Sukajaya, Desa Trijaya, dan Desa Bukit Endah. Kondisi pertanian di Kabupaten Kaur perlu mendapatkan perhatian karena usaha tani di daerah tersebut memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan.

Kegiatan sekolah lapang di kabupaten Kaur dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan petani yang berlandaskan pengetahuan ilmiah. Selama ini banyak kegiatan pelatihan dilakukan namun tidak dipraktekkan secara berkelanjutan. Petani juga menggunakan pestisida dan insektisida secara berlebihan yang berpengaruh pada rusaknya ekosistem.

Sekolah lapang digiatkan untuk mendukung sektor pertanian yang lebih baik. Keberhasilan dalam pertanian dibuktikan dengan terpenuhinya kesejahteraan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari. Petani yang telah mengikuti kegiatan sekolah lapang diharapkan mampu meningkatkan produktivitas pertaniannya. Pada Sekolah lapang pertanian berkelanjutan diberikan juga penggunaan pemberantasan hama secara alami sehingga dapat menurunkan biaya produksi. Dengan mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan diharapkan mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia.

Petani yang mengikuti Sekolah Lapang Pertanian Berkelanjutan merupakan hal yang penting karena pembangunan pertanian tidak dapat dilaksanakan oleh petani itu sendiri. Perlu memanfaatkan teknik-teknik atau metode yang efisien dalam kegiatan usaha tani mereka.

Permasalahan yang terjadi pada saat pelatihan bahwa proses adopsi yang dilakukan untuk petani bukanlah hal yang mudah. Adopsi suatu inovasi adalah suatu proses dimana seorang petani memperhatikan, mempertimbangkan, dan akhirnya menerima atau menolak suatu inovasi (Mosher, 1978). Sehingga dalam artikel ini, menganalisis bagaimana proses adopsi sekolah lapang pertanian berkelanjutan yang dilakukan di Kabupaten Kaur serta faktor-faktor apa saja yang mendukung proses adopsi yang dilakukan pada saat Sekolah lapang Pertanian Berkelanjutan

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian sekolah lapang pertanian berkelanjutan di kabupaten Kaur menggunakan metode deskriptif eksploratif yaitu dengan memaparkan kondisi realitas yang diamati sesuai kondisi yang ada pada masyarakat. Serta disusun berdasarkan kajian ilmu pengetahuan. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Kaur di tiga desa yang mengikuti pelatihan yaitu Desa Sukajaya, Desa Trijaya, dan Desa Bukit Endah.

Berdasarkan data dilapangan bahwa terdapat 22 peserta dari tiga desa tersebut yang mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan. Penelitian dilakukan pada bulan juli sampai dengan agustus 2018. Pilihan lokasi di Kabupaten Kaur karena Kabupaten Kaur memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan, diantaranya pada sektor pertanian memproduksi tanaman pangan padi, kacang hijau, ubi jalar, dan palawija. Demikian juga produksi perkebunan tanaman sawit dan karet yang banyak dimiliki oleh masyarakat, serta produk unggulan yaitu jahe gajah.

Wawancara terhadap pegawai balai penyuluhan pertanian Kabupaten Kaur dilakukan secara informal dengan menggunakan pedoman wawancara. Topik pertanyaan yang disampaikan berupa kondisi sekolah lapang, proses adopsi yang

dilakukan oleh peserta, menggali unsur-unsur local, dan daya kreatif petani mulai dari penanganan bibit, membuat pangan fermentasi ternak, benih, pengairan, pemeliharaan tanaman, pupuk organik, obat pembasmi hama yang berbasis kearifan lokal yang ada di masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip pembelajaran dalam Sekolah Lapang Pertanian Berkelanjutan

Sekolah Lapang Pertanian berkelanjutan merupakan cara yang digunakan untuk mendukung pertanian yang menguntungkan dan ramah lingkungan. Pembelajaran yang dilakukan dalam sekolah lapang yaitu pengamatan terhadap objek. Hal yang dilakukan dalam Sekolah Lapang Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Kaur yaitu berupa pembuatan pupuk organik, pembuatan kandang kambing, mempelajari penyakit ternak kambing dan cara mengobatinya, membuat transek kebun kopi, mempelajari sanitasi kebun, kesuburan tanah, mempelajari organisme pengganggu tanaman lain serta musuh alami yang ditemukan, serta pembuatan pakan fermentasi.

Prinsip pembelajaran dalam sekolah lapang pertanian berkelanjutan yaitu materi pendidikan orang dewasa dengan cara mengalami, mengungkapkan, menganalisis, menyimpulkan, dan menerapkan. Urutan kegiatan yang dilakukan pada saat sekolah lapang pertanian berkelanjutan, pertama yaitu melakukan pelatihan orang dewasa yang menitikberatkan pada pengalaman sehari-hari dari kegiatan usaha tani yang dilakukan oleh petani. Kedua; petani melakukan proses mengalami, menyimpulkan dan menerapkan. Pada tahap ketiga; petani belajar mulai dari pengalaman, mengungkapkan, menganalisis, menyimpulkan, dan menerapkan sehingga akan terlihat peserta yang lebih kritis. Pada tahap keempat; peserta sekolah lapang pertanian berkelanjutan lebih memahami materi yang diberikan serta dapat menyelesaikannya.

Hal-hal yang dilakukan pada saat sekolah meliputi:

1. Tempat belajar yaitu di Balai penyuluhan pertanian Kabupaten Bogor yang memiliki lahan untuk percobaan.
2. Materi yang diberikan yaitu melakukan praktek/penerapan, pengamatan, diskusi, tukar informasi dan pengalaman antara petani dari tiga desa yang berbeda.
3. Kegiatan di dampingi oleh fasilitator yang mengarahkan dalam melakukan diskusi.

Petani di tiga desa melakukan usaha tani dengan komoditas karet, kopi, dan coklat. Dalam kegiatan ini juga dikembangkan ternak kambing. Perpaduan kegiatan antara komoditas perkebunan dan kambing akan menambah penghasilan bagi petani dan menjadi usaha yang saling mendukung.

Proses Adopsi Petani dalam Sekolah Lapang Pertanian Berkelanjutan

Adopsi merupakan proses perubahan perilaku baik yang berupa pengetahuan, sikap, maupun keterampilan diri, setelah menerima inovasi (Mardikanto, 1993). Selanjutnya Suparlan (1986) mengungkapkan bahwa adopsi inovasi dipengaruhi oleh struktur sosial masyarakat dan pranata sosial, serta persepsi masyarakat terhadap inovasi.

Adapun proses adopsi yang dilakukan yaitu 1). Mendorong sinergi antar subsistem; 2). Memberikan akses petani untuk memiliki modal yang besar; 3) Melakukan berbagai metode untuk meningkatkan produktivitas petani dengan inovasi baru dan 4). Memberikan tambahan modal untuk usaha.

Pelaksanaan kegiatan budidaya tanaman dilakukan pada minggu kedua. Kegiatan ini dilakukan dengan menggali informasi dari petani untuk mengetahui pemahaman petani tentang kegiatan budidaya tanaman yang mereka lakukan. Mereka juga diajarkan tentang pembuatan kandang kambing, penyakit ternak kambing dan cara pengobatannya serta pembuatan pakan ternak. Selanjutnya diajarkan juga tentang cara mengatasi serangan hama, dan membuat sanitasi kebun.

Faktor-Faktor yang Berkaitan dengan Proses Adopsi Petani dalam Sekolah Lapang Pertanian Berkelanjutan

Kemampuan petani dalam proses adopsi mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan dipengaruhi oleh beberapa hal. Seperti yang diungkapkan oleh Liongberger dan Gwin (1982) bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi yaitu variabel internal (personal), variabel eksternal (situasional) dan variabel kelembagaan (pendukung). Adapun hal yang dianalisis dalam artikel ini berkaitan dengan faktor pengetahuan petani, keuntungan relatif, kompatibilitas, keselarasan, kompleksitas, tribilitas, dan observabilitas.

Pengetahuan Petani

Pengetahuan merupakan hasil “tahu” dan ini terjadi setelah orang melakukan penginderaan terhadap suatu obyek tertentu. Penginderaan terjadi melalui panca indera manusia yaitu: indera penglihatan, pendengaran, penciuman, rasa, dan raba. Sebagian besar pengetahuan manusia diperoleh melalui mata dan telinga (Soekidjo, Notoadmodjo 2003). Pengetahuan yang dimiliki oleh petani sangat bermanfaat untuk mendukung kegiatan sekolah lapang pertanian berkelanjutan. Pengetahuan petani akan bertambah jika ada kontak dengan inovasi dan merasakan ada fungsi dari inovasi yang diberikan.

Pada Sekolah lapang pertanian berkelanjutan, petani merasakan perubahan pengetahuan yaitu dalam hal pembuatan pupuk organik untuk tanaman, fermentasi ternak, pembuatan kandang, mempelajari penyakit ternak kambing dan cara

mengobatinnya, membuat transek kebun kopi, mempelajari sanitasi kebun, kesuburan tanah,

Pengetahuan yang dimiliki oleh petani akan memberikan keuntungan bagi petani dan akan mendorong untuk memiliki kemauan yang kuat, lebih meluangkan waktu untuk berbuat serta memiliki ketekunan untuk mengikuti kegiatan.

Keuntungan relatif

Sekolah lapang yang dilakukan di Kabupaten Kaur sangat memberikan keuntungan bagi petani. Hal tersebut membuat kemajuan usahatani masyarakat petani. Sekolah lapang yang dilakukan juga mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan petani mampu mengenali potensi menyusun rencana usaha, serta menerapkan teknologi yang diberikan.

Sekolah lapang yang diselenggarakan telah mampu meningkatkan produktivitas petani serta mengendalikan hama tanaman perkebunan yang merugikan petani dengan menggunakan cara alami yaitu berasal dari tanaman kopi yang diolah. Suatu inovasi memungkinkan petani meraih tujuannya dengan lebih baik, atau biaya yang rendah. Teknologi yang diberikan untuk petani juga relatif murah karena berasal dari sumber daya yang dimiliki oleh petani sehingga petani tidak merasa dirugikan dengan cara-cara yang telah diajarkan pada saat sekolah.

Keuntungan yang diperoleh oleh petani setelah mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan yaitu keuntungan dari segi ekonomi meningkatkan produktivitas dalam berusaha tani serta memberikan keuntungan sosial yaitu meningkatkan status sosial petani karena lebih memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam berusaha tani, serta memiliki kepuasan bahwa mampu meningkatkan produktivitas hasil usahanya menjadi lebih baik.

Kompatibilitas/keselarasan

Kompatibilitas merupakan apabila suatu inovasi dianggap konsisten dengan nilai-nilai yang ada, pengalaman masa lalu, dan kebutuhan penerima. Ide yang tidak kompatibel dengan ciri-ciri sistem sosial tidak akan diadopsi. Kompatibilitas memberi jaminan lebih besar dan risiko lebih kecil bagi penerima, dan membuat ide baru itu lebih berarti baginya. Kompatibilitas juga dikaitkan dengan nilai sosial budaya dan kepercayaan dengan inovasi yang pernah dinformasikan sebelumnya.

Petani yang mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan dapat menerima inovasi karena sesuai dengan kebutuhan dan budaya yang ada di masyarakat. Seperti pelatihan pembuatan pupuk organik dan fermentasi pakan ternak. Petani merasakan

kompatibel terhadap dirinya sehingga keterampilan yang di ajarkan mudah diterapkan oleh petani.

Kompleksitas (kerumitan inovasi)

Petani di tiga desa yang mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan tidak merasa materi yang diberikan sulit untuk mereka adopsi. Karena materi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan dan pengetahuan yang mereka inginkan.

Suatu inovasi akan sulit diterima petani, tetapi apabila teknologi tersebut mudah dipraktikkan maka makin cepat pula proses adopsi inovas dilakukan. Sekolah lapang Pertanian merupakan proses meyakinkan petani dengan cara dan model yang menguntungkan bagi petani dan ramah lingkungan. Kegiatan yang dilakukan membuat pupuk organik sangat ramah lingkungan karena menggunakan bahan-bahan yang berada dilingkungan usaha tai para peserta sekolah lapang pertanian berkelanjutan.

Triabilitas (dapat dicoba)

Triabilitas (triability), ialah dapat dicoba atau tidaknya suatu inovasi oleh penerima. Inovasi yang diberikan pada saat sekolah lapang pertanian berkelanjutan merupakan inovasi yang dapat dicoba oleh para petani pada waktu kapanpun dan dimana pun. Inovasi yang diberikan oleh para penyuluh yaitu inovasi yang mudah untuk diujicobakan sehingga lebih cepat diadopsi oleh petani.

Inovasi pembuatan pupuk organik yang diberikan pada saat sekolah lapang pertanian berkelanjutan terutama berkaitan dengan pemberantasan hama mudah untuk dicoba oleh petani, inovasi pembuatan fermentasi ternak, pembuatan kandang, mempelajari penyakit ternak kambing dan cara mengobatinya, membuat transek kebun kopi, mempelajari sanitasi kebun, kesuburan tanah, semua inovasi tersebut mudah dipelajari oleh petani.

Observabilitas (dapat diamati)

Observabilitas adalah tingkat dimana hasil-hasil suatu inovasi dapat dilihat oleh orang lain. Hasil inovasi-inovasi tertentu mudah dilihat dan dikomunikasikan kepada orang lain. Hasil sekolah lapang yaitu petani mampu menerapkan pembuatan pupuk organik untuk lahan pertaniannya. Pupuk organik yang dibuat berasal dari biji kopi yang sudah tidak terpakai.

KESIMPULAN

Proses adopsi merupakan suatu proses dimana seorang petani memperhatikan dan mempertimbangkan. Peserta yang mengikuti sekolah lapang pertanian

berkelanjutan merupakan peserta yang memiliki tingkat kekosmopolitan yang rendah, namun kebanyakan dari mereka memiliki motivasi yang tinggi untuk mengikuti kegiatan.

Prinsip dalam kegiatan sekolah lapang pertanian berkelanjutan yaitu kegiatan berdasarkan pengalaman petani sehari-hari, mengalami, menyimpulkan, menerapkan, dan terakhir menyelesaikannya. Pelaksanaan program sekolah lapang pertanian berkelanjutan di Kabupaten Kaur di Desa Sukajaya, Desa Trijaya, dan Desa Bukit Endah. Ada beberapa faktor yang menentukan proses adopsi petani dalam mengikuti sekolah lapang pertanian berkelanjutan yaitu pengetahuan petani, keuntungan relatif, kompatibilitas, dan keselarasan.

DAFTAR PUSTAKA

Lionberger, Herbert and Paul Gwin. 1982. *Communication Strategis A Guide for Agricultural Change Agent*. USA: University of Missouri Columbio.

Mosher,A.T. 1978. *Menggerakkan dan Membangun Pertanian*. CV. Yasaguna. Jakarta

Mardikanto, T. 1993. *Penyuluhan Pembangunan Pertanian*. Sebelas Maret University Press. Surakarta.

Suparlan,P. 1986. *Struktur Sosial*. Presindo: Jakarta.

Soekidjo, N. (2003). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : PT Rineka Cipta.akarta.

ANALISIS PANGSA PASAR DAN KONSENTRASI PASAR BAWANG MERAH LOKAL VARIETAS LEMBAH PALU DI KEC. SIGIBROMARU

Nurdyah, SP.,M.Si

Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Palu

email korespondensi: nurdiah@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Analysis of market share and market concentration of onion varieties lembah palu at sigi biromaru districts as the biggest producer of local onions in the lembah palu. The research method used simple random sampling, ad snow ball sampling method. The technique of data analysis share market at marketing agency onion varieties Lembah Palu, ratio of market concentration , ad Herfindahl Hirschman Index (HHI). Based on result of the research, there are four fried onion industries that control market share, who mastered the purchase of onion varieties of lembah palu at sigi biromaru district. Where, the value of MS_n for one industry (0,251 %), the second industry (0.211 %), the third industry (0.184%), and the fourth industry (0.134%) with total purchase of onion varieties in Lembah Palu at sigi biromaru district 78.0%, ratio of market concentration is 0.780 with market structure olygpsoni, where the value of HHI 1.024, shows market of onion varieties Lembah Palu at sigi biromaru district at a level small competition between producers and consumers with high level of concentration.

Kata kunci: pangsa pasar, bawang merah, varietas lembah palu

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan bagian komoditi hortikultura yang sangat potensial dikembangkan menjadi produk berorientasi industri. Trend peningkatan konsumsi bawang merah ini seiring dengan berkembangnya industri makanan dengan bahan baku bawang merah, proyeksi permintaan akan tumbuh pada tahun 2015-2019. Dimana jumlah penduduk akan tumbuh dikalikan perkonsumsi perkapita yaitu pada tahun 2015 (637.966 ton) sampai tahun 2019 (684.028 ton), tingkat pertumbuhan 1.73 persen (Pusdiktan, 2017). Maka untuk itu ketersediaan bawang merah setiap tahunnya harus mampu memenuhi permintaan pasar, khususnya untuk sektor industri dan konsumsi. Dengan mendorong sub sistem agroproduksi bawang merah disetiap daerah, yang memiliki lahan cukup potensial untuk dijadikan sebagai sentral bawang merah nasional.

Salah satu sentra produksi bawang merah di Provinsi Sulawesi Tengah adalah Kabupaten Sigi. Selain dari faktor sejarah yang puluhan tahun sudah dibudidayakan oleh petani Sigi, struktur tanah dan kondisi iklim di daerah Kab. Sigi sangat cocok dikembangkan Bawang merah lokal varietas Lembah Palu. Varietas ini memiliki tekstur yang apabila diolah menjadi bawang goreng sangat padat, gurih, dan beraroma yang khas (Limbong, 1987). Varietas bawang merah Lembah Palu memiliki karakteristik sangat adaptif dengan iklim kering, dan kondisi ini sesuai dengan tipe iklim di Kabupaten Sigi disepertaran Lembah Palu termasuk E1, E2, dan E3. Dimana bulan kering lebih dari empat bulan, curah hujan cukup rendah (400-1.000 mm/tahun), suhu udara panas (rata-rata 30-35° C) (Rismunandar, 1988).

Varietas bawang merah Lembah Palu di Kabupaten Sigi memang menjadi sektor unggulan untuk komoditi hortikultura. Pada tahun 2015 rata-rata produksi 625.84 ton pertahun, dengan luas lahan 127. 57 ha (Dinas Pertanian Sigi, 2015). Kondisi ini pun termasuk mengalami penurunan produksi, seperti (1) biaya agroproduksi yang tinggi, (2) serangan hama dan penyakit, (3) aspek pemasaran khususnya untuk harga ditingkat petani sangat rendah (Pagala, 2017). Sehingga setiap tahun terjadinya pengurangan luas lahan bawang merah varietas Lembah Palu, yang mempengaruhi produksi bawang merah serta pendapatan petani bawang merah di Kabupaten Sigi.

Pada aspek yang lain, kontribusi bidang pertanian untuk Kabupaten Sigi yang tersebar di 15 kecamatan adalah 50,92% dari total PDRB Kabupaten Sigi. Berdasarkan jumlah penduduk yang bekerja disektor pertanian dari total penduduk 226.867 jiwa mencapai 47,68% (BPS Kabupaten Sigi, 2015). Indikator ini menunjukkan bahwa bidang pertanian menjadi penunjang sektor lainnya, yang dapat mempengaruhi ekonomi petani di Kabupaten Sigi. Maka pengembangan varietas bawang merah Lembah Palu berbasis industri, dapat memberikan nilai tambah petani di sub sistem agroproduksi dan keuntungan (profit) disub sistem pemasarannya. Hal ini sejalan dengan pendapat Soekartawi (1999), bahwa permasalahan pemasaran hasil pertanian selalu terjadi pada rantai pasar yang panjang. Dimana banyaknya lembaga pemasaran yang terlibat sampai pada konsumen akhir, sehingga keuntungan di dapat lebih pada lembaga pemasaran yang ada bukan pada petani sebagai produsen komoditi pertanian. Sehingga harga bawang merah varietas Lembah Palu ditingkat petani, cenderung dibentuk oleh rantai pasar yang ada, serta struktur pasar yang di dominasi oleh beberapa industri yang besar.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sigi Biromaru salah satu sentra produksi bawang merah varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi. Dimana Kecamatan Sigi Biromaru memiliki luas panen 367,00 ha dari rata-rata luas panen Kabupaten Sigi 127,57 ha, produksi 2.289,23 ton dari rata-rata produksi Kabupaten Sigi 625,84, dan produktivitas 6,24 ton/ha dari rata-rata produktivitas Kabupaten Sigi 4,91 ton/ha (Dinas Pertanian Sigi, 2015). Adapun pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus – Desember 2017 di Desa Souluwe, Desa Bulupontu, dan Desa Oloboju. Dengan menggunakan metode acak sederhana (*simple random sampling*) untuk menentukan responden yang terpilih. Jumlah sampel diambil dari 220 petani sebesar 15% atau sama dengan 33 orang sampel ($15\% \times 220 = 33$) (Suparmoko, 1997). Responden ditingkat pedagang dipilih dengan menggunakan metode *snow ball*

sampling, pada lembaga pemasaran yang terlibat yaitu pedagang pengumpul, pedagang pengecer, serta industri pengolahan bawang goreng.

Jenis dan Sumber Data

Jenis penggunaan data dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang berasal dari petani, pelaku pemasaran, dan industri. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dinas terkait dan sumber data lainnya sebagai pendukung penelitian.

Teknik Pengambilan dan Pengumpulan Data

Metode pengambilan data penelitian yaitu mengumpulkan data secara langsung dilokasi penelitian (*observasi*), teknik wawancara, serta pengisian kuesioner. Metode yang dilakukan dalam pengambilan dan pengumpulan sampel penelitian yaitu:

1. *Simple random sampling* atau acak sederhana digunakan untuk menentukan jumlah sampel petani bawang merah varietas Lembah Palu di Kecamatan Sigi Biromaru.
2. *Snow ball sampling* digunakan untuk mengetahui banyaknya lembaga pemasaran dan jalur pemasaran setelah petani bawang merah varietas Lembah Palu.

Metode Analisis Data

Pangsa Pasar Pedagang Pengumpul

Untuk menghitung pangsa pasar dilakukan dengan menggunakan jumlah penerimaan penjualan atau kapasitas produksi bawang merah varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi (Besanko *et al*, 2010). Perhitungan pangsa pasar pedagang pengumpul dapat menggunakan rasio antara penjualan komoditi bawang merah di tingkat Kecamatan dan jumlah penjualan di tingkat Kabupaten. Dengan analisis pangsa pasar ini, maka akan terlihat dengan jelas pedagang pengumpul mana yang memiliki *market power* atau pangsa pasar lebih besar mampu mempengaruhi harga ditingkat produsen serta bersaing dengan pedagang pengumpul lainnya.

$$\text{Market Share } (MS_n) = \frac{S_n}{S_A} \times 100\%$$

Keterangan:

Market Share (MS_n) = Pangsa Pasar Pedagang Pengumpul “n” (0-100%)

S_n = Penjualan Pedagang Pengumpul “n” (Ton/bulan)

S_A = Total Penjualan Bawang Merah Varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi (Ton/bulan)

n = Banyaknya Pedagang Pengumpul yang terlibat

Konsentrasi Pasar (*Market Concentration*)

Konsentrasi pasar merupakan kombinasi pangsa pasar dengan perusahaan *oligopolis* yang saling ketergantungan (Jaya, 2001). Konsentrasi pasar digunakan untuk mengukur *structural power* dengan melibatkan jumlah absolut perusahaan serta ukuran distribusinya (Baye, 2010). Dengan melihat perkembangan jumlah penjualan setiap pembeli (pedagang) untuk menghitung konsentrasi rasio empat pedagang terbesar (CR4) (Kohl dan Uhl, 2002). Konsentrasi rasio (CR) merupakan perbandingan antara jumlah barang dibeli oleh pedagang tertentu dengan jumlah barang yang dijual oleh semua pedagang, dan dikalikan 100%.

$$CR = \frac{\text{Jumlah barang yang dibeli oleh pedagang tertentu}}{\text{Jumlah barang yang dijual oleh semua pedagang}} \times 100 \%$$

Perhitungan nilai CR digunakan di pedagang pengumpul bawang merah varietas Lembah Palu pada tingkat Kecamatan masing-masing lembaga yang melakukan pengelompokkan. Sehingga rasio dapat diperoleh ketika mengukur output oleh pedagang pengumpul pada total volume bawang merah yang terjual dilokasi penelitian. Maka jika diurutkan menurut pangsa pasar secara menurun yaitu : pedagang pengumpul terbesar pertama (1), pedagang pengumpul terbesar kedua (2), dan seterusnya ($S_1 \geq S_2 \geq \dots S_i \geq \dots S_n$). Rasio konsentrasi pedagang pengumpul (CRn) merupakan jumlah pangsa pasar dari pedagang pengumpul m terbesar, bentuk matematisnya sebagai berikut:

$$CRn = \sum_{i=1}^n S_i$$

Dimana :

S_i = Pangsa pasar pedagang pengumpul bawang merah terbesar

N = Jumlah pedagang pengumpul

CR = Rasio konsentrasi pasar bawang merah pedagang pengumpul terbesar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pangsa Pasar

Kondisi sistem pemasaran bawang merah varietas Lembah Palu khususnya di Kecamatan Sigi Biromaru disalurkan pada industri bawang goreng yang berada di Kabupaten Sigi dan Kota Palu, selain dipasarkan secara langsung pada konsumen akhir. Perantara penjualan bawang merah varietas Lembah Palu dari petani ke industri bawang goreng disebut pedagang pengumpul antar desa antar pedagang pengumpul kecamatan. Hampir 90% petani menjual produknya ke pedagang pengumpul karena terjadinya ikatan yang kuat antara petani dan pedagang serta pedagang dan industri

bawang goreng. Berdasarkan hasil penelitian dilokasi terdapat 10 pedagang pengumpul ditingkat kecamatan yang aktif melakukan pembelian di petani, 6 pedagang pengumpul besar antar kabupaten yang juga aktif melakukan kemitraan ditingkat petani, dan 4 pedagang pengumpul kecil aktif melakukan pembelian tanpa kemitraan.

Berdasarkan hasil analisis pedagang pengumpul ditingkat desa dan kecamatan belum melakukan pencatatan transaksi pembelian dan penjualan harian, demikian juga di tingkat petani pencatatan penjualan satu kali produksi belum melakukan. Sehingga perhitungan pangsa pasar serta kosentrasi pasar bawang merah varietas Lembah Palu belum memenuhi syarat. Tapi perhitungan pangsa pasar dan kosentrasi pasar dapat dilakukan pada tingkat penjualan pedagang pengumpul ditingkat industri (Jaya, 2001). Tabel 1 memperlihatkan pangsa pasar bawang merah varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi.

Tabel 1
Pangsa Pasar (MS_n) Bawang Merah Varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi Tahun 2017

No	Jenis Industri	Rata-rata Pembelian	MS_n (%)	CR 4
		Bawang merah (kg/tahun)		
1	Industri 1	6764	0,251	0,780
2	Industri 2	5694	0,211	
3	Industri 3	4968	0,184	
4	Industri 4	3622	0,134	
5	Industri 5	3116	0,116	
6	Industri 6	2786	0,103	
Jumlah		26950,00	100,0	

Sumber : Data primer setelah diolah, 2017

Tabel 1 adalah analisis pangsa pasar bawang merah varietas Lembah Palu ditingkat pedagang pengumpul dan industri bawang goreng di Kota Palu dan Kabupaten Sigi. Berdasarkan analisis pangsa pasar bawang merah varietas Lembah Palu terdapat 4 industri bawang goreng yang menguasai pembelian bawang merah varietas Lembah Palu. Dimana rasio pembeliannya terdapat nilai untuk industri satu 0.251 %, industri dua 0.211 %, industri ketiga 0.184 %, dan untuk industri keempat 0.134 %. Industri kelima kapasitas pangsa pasarnya lebih kecil 0.116 %, dan industri enam 0.103 %. Empat industri besar cenderung menguasai pangsa pasar yang dapat mempengaruhi dan membentuk harga bawang merah varietas Lembah Palu di Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi, kedua industri yang memiliki pangsa pasar kecil lebih mengikuti perkembangan harga dari empat industri besar tersebut. Sehingga keempat industri tersebut memiliki pangsa pasar lebih luas dalam mengintervensi harga pasar bawang merah varietas Lembah palu 0,780%.

Kosentrasi Pasar

Tabel 1 menunjukkan kosentrasi pasar (CR4) memiliki nilai CR4 (0.78%). Hal ini menunjukkan bahwa ada empat perusahaan besar memiliki pangsa pasar yang luas dan menguasai 78% dari total keseluruhan pembelian bawang merah varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi. Baik tingkat persaingan penentuan harga maupun jumlah pembelian, yang memiliki *market power* di tingkat petani sangat kuat. Adapun di tingkat pedagang pengumpul pada petani terkonsentrasi pola persaingan kecil. Situasi ini memberikan gambaran bahwa pasar bersifat oligopsoni, dicirikan pada nilai CR4 antara 60 sampai 80 persen (Kohls dan Uhl, 2002). Industri makin terkonsentrasi serta jumlah produsen yang terlibat pada kondisi pasar yang terbuka makin kecil, dan persaingan pun ditingkatkan produsen semakin kecil. Semakin rendah rasio kosentrasi pasar maka tingkat persaingan pun lebih tinggi (Jaya, 2001).

Konsentrasi pasar yang bersifat oligopsoni adalah kondisi pasar dengan beberapa penjual untuk bersaing dalam suatu industri yang bersaing pada harga maupun non harga. Kondisi pasar oligopsoni merupakan tipe homogen/terdiferensiasi, dimana ada hambatan masuk pasar untuk perusahaan yang baru yang akan dan bersaing pada struktur pasar bawang merah varietas Lembah Palu yang sudah terbentuk (Kohl dan Uhl, 2002). Pada kondisi ini posisi petani hanya penerima harga (*price taker*) saja dan posisi tawar (*bargaining position*) petani lemah. Begitupun pada uji lanjutan analisis pangsa pasar bawang merah varietas Lembah Palu ditingkatkan industri melalui (Herfindahl-Hirschman Index) pada tabel 2.

Tabel 2
Herfindahl Hirschman Index (HHI) Bawang Merah Varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi Tahun 2017

No	Jenis Industri	Rata-rata Pembelian Bawang merah (kg/tahun)	Pangsa pasar (w)	Pangsa pasar setelah dikuadratkan
1	Industri 1	6764000	0,251	0,063
2	Industri 2	5694000	0,211	0,044
3	Industri 3	4968000	0,184	0,033
4	Industri 4	3622000	0,134	0,017
5	Industri 5	3116000	0,116	0,013
6	Industri 6	2786000	0,103	0,010
Jumlah		26950000	1,000	0,180
HHI=10000 $\sum w_i^2 = (1.024) 0,032$				

Sumber : Data primer setelah diolah, 2017

Tabel 2 nilai HHI pada perusahaan industri bawang goreng, yaitu 1.104. Dimana nilai HHI berada diantara 0 - 10.000. Artinya jika nilai HHI = 0, maka menunjukkan perusahaan – perusahaan industri kecil. Justru jika nilai HHI diatas 0 - 10.000, menunjukkan pangsa pasar bawang merah varietas bernilai 1 (Baye, 2010). Posisi CR 4 berada pada sedikit persaingan produsen dan konsumen (pasar terkonsentrasi). Hasil analisis HHI sesuai pada kesimpulan analisis CR 4 bahwa kondisi pasar bawang merah

varietas Lembah Palu di Kabupaten Sigi menghadapi pasar pada tingkat persaingan kecil dan kosentrasi tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis pangsa pasar bawang merah varietas Lembah Palu di Kecamatan Sigi Biromaru Kab. Sigi Provinsi Sulawesi Tengah, bahwa pangsa pasar bawang merah varietas Lembah Palu terdapat empat perusahaan besar industri bawang goreng yang menguasai pangsa pasar baik dari segi harga maupun tingkat pembelian pada pedagang pengumpul dan petani. Sehingga struktur harga bawang merah cenderung dibentuk oleh empat industri besar bawang goreng yang terdapat di Kabupaten Sigi dan Kota Palu. Dimana nilai pangsa pasarnya, yaitu industri satu 0.251%, industri dua 0.211%, industri tiga 0.184%, dan industri empat 0.134%. Adapun industri kelima dan enam memiliki nilai pangsa pasar paling rendah, yaitu 0.116% industri kelima, 0,103% industri keenam. Sehingga industri lima dan enam cenderung mengikuti perkembangan pasar dari struktur harga yang dibentuk oleh keempat industri terbesar.
2. Hasil analisis kosentrasi pasar bawang merah varietas Lembah Palu berada pada nilai CR4 0.78%. Hal ini menunjukkan bahwa 78 % pembelian bawang merah varietas Lembah Palu di kuasai 4 industri bawang goreng di Kabupaten Sigi dan Kota Palu. Dimana posisi pasar bersifat *oligopsoni*, dengan ciri pasar tingkat persaingan kecil tapi tingkat kosentrasinya tinggi. Uji lanjutan analisis HHI (Herfindahl-Hirsman Index) menunjukkan nilai HHI berada pada 0-10.000, yaitu 1.024. Indikatornya pangsa pasar berada pada nilai 1, letak persaingannya CR4 antara produsen dan konsumen (pasar terkonsentrasi).

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Bawang merah varietas Lembah Palu memiliki pangsa yang sangat potensial untuk bisa menembus jalur pemasaran yang cukup besar, diluar jalur pemasaran yang terbentuk. Oleh karena itu, maka jalur pemasaran alternatif harus dapat memberikan solusi baik bagi pembentukan harga umbi bawang merah varietas Lembah Palu sebagai bahan baku bawang goreng palu dari dominasi struktur pasar lokal yang sudah terbentuk. Terkhusus dominasi empat industri bawang goreng yang dapat membentuk, mengintervensi, dan mempengaruhi harga bawang merah varietas Lembah Palu di Kecamatan Sigi Biromaru.

2. Kondisi pasar bawang merah varietas Lembah Palu menunjukkan sifat pasar *oligopsini*, struktur pasar dimana petani hanya penerima harga (*price taker*). Oleh sebab itu dengan menciptakan pangsa pasar lebih besar, maka jalur pemasaran bawang merah varietas Lembah Palu akan mampu mempengaruhi keempat industri besar bawang goreng yang menguasai pembelian dan penentuan harga tersebut. Keempat industri bawang goreng akan lebih cenderung mengikuti dinamika pasar secara terbuka dari struktur pasar yang sudah terbentuk

DAFTAR PUSTAKA

- Baye, Michael. 2010. *Managerial Economics and Business Strategy*. Seventh Edition. McGraw-Hill Irwin, Singapore.
- Besanko *et al.* 2010. *Economics of Strategy*. Fifth Edition. International Student Version. John Wiley & Sons (Asia).
- Ditjen Hortikultura. 2010. *Pedoman umum pelaksanaan pengembangan hortikultura tahun 2010*. Ditjen Hortikultura, Jakarta.
- Jaya, WK. 2001. *Ekonomi Industri. Edisi Kedua*. Badan Penerbit Fakultas Ekonomi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Kohl dan Uhl. 2002. *Marketing of Agricultural Product*, Ninth Edition Prentice-Hall. 544 pp
- Pusat Data dan Sistem Informasi Kementrian Pertanian. 2015. *Outlook Bawang Merah*.
- Pagala, A.Y. 2017. Analisis Struktur Pasar Bawang Merah Varietas Lembah Palu. Jurnal Agroland Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu, 23 (2) :
- Soekartawi. 2002. *Prinsip Dasar Ekonomi Pertanian*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Suparmoko, B. 1997. *Metode Penelitian Praktis (untuk Sosial dan Ekonomi)*, Edisi 3, BPPE-UGM., Yogyakarta.

TINGKAT KEPEDULIAN NELAYAN PANCING DI PPN AMBON TERHADAP PENDIDIKAN

Meitha Monita Kaihatu¹, Rinda Noviyanti², Lilian Sarah Hiariey³

^{1,3}Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Ambon

²Program Studi Agribisnis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka

email korespondensi: meitha@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Sebagai sebuah komunitas, nelayan memiliki karakteristik yang berbeda dengan komunitas lainnya. Komunitas nelayan tinggal, menetap, dan melakukan aktivitas di pesisir laut. Mereka memiliki kebiasaan dan kebudayaan hidup individu dan komunitasnya sendiri. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai September 2018 di pelabuhan perikanan nusantara (PPN) kota Ambon. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepedulian nelayan terhadap pendidikan, baik pendidikan formal maupun nonformal. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner dan wawancara pada 26 nelayan yang berkegiatan di PPN Ambon. Data primer yang diperoleh dari kuesioner dan wawancara di lapangan disajikan dalam bentuk tabulasi, grafik, dan uraian. Analisis data dilakukan secara diskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa 96,15% nelayan menyatakan bahwa pendidikan formal merupakan sesuatu yang sangat penting. Untuk pendidikan nonformal, 57,69% nelayan menyatakan sangat penting. Untuk simpanan pendidikan formal 92,31% nelayan memilikinya, sedangkan untuk pendidikan non formal ada 61, 54% nelayan yang memilikinya. Kesimpulan penelitian ini adalah nelayan sudah memiliki tingkat kepedulian yang baik terhadap pendidikan.

Kata kunci: tingkat peduli, nelayan, pendidikan, ambon.

PENDAHULUAN

Sebagai kota yang dikelilingi laut, sektor perikanan menjadi salah satu sektor unggulan di Ambon. Pemanfaatan sumber daya perikanan baru mencapai angka 38,68% dari total potensi lestari (BPS, 2016). Masih ada peluang besar untuk nelayan dan investor untuk melakukan aktivitas penangkapan. Peningkatan produksi perikanan ini harus memperhatikan potensi lestari yang ada, jangan sampai proses eksploitasi sumber daya perikanan berlebihan, tetapi tidak perhatikan kapasitas potensi lestari.

Nelayan adalah ujung tombak dari tersedianya sumber daya ikan yang dibutuhkan oleh masyarakat. Mereka memiliki peran yang sangat strategis pada sektor kelautan dan perikanan, yaitu dalam hal ketahanan pangan, dalam penciptaan lapangan kerja, keberlanjutan sumber daya, peran geopolitik, dan peran dalam peningkatan devisa (Satria, 2002). Dalam proses penangkapan ikan, mereka melakukan dengan berbagai cara dan menggunakan alat tangkap yang bermacam-macam. Salah satu alat yang dipakai yang digunakan nelayan di Ambon adalah jaring.

Nelayan jaring di Ambon bukan merupakan mayoritas, tetapi keberadaan mereka membawa pengaruh terhadap keberlangsungan sumber daya perikanan di Ambon. Kehidupan komunitas nelayan di Ambon tidak berbeda dengan di daerah lain. Keluarga nelayan umumnya tinggal di pesisir laut dengan alasan jarak yang dekat dengan tempat mereka mencari ikan. Dengan kesamaan mata pencaharian dan lingkungan yang homogen, maka apapun yang terjadi di komunitas nelayan akan berpengaruh terhadap individu nelayan. Masalah yang umum ditemui pada suatu komunitas nelayan adalah

pendidikan. Tingkat pendidikan rata-rata nelayan Indonesia masih tergolong rendah. Untuk melihat sejauh mana kepedulian nelayan jaring terhadap pendidikan, maka dilakukan penelitian terhadap mereka. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepedulian nelayan terhadap pendidikan, baik pendidikan formal maupun nonformal.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama bulan Juli sampai dengan September 2018. Tempat penelitian adalah di pelabuhan perikanan nusantara (PPN) kota Ambon. Penelitian dilakukan secara survei, mengamati dan mewawancarai 26 nelayan serta membagikan kuesioner kepada mereka. Analisis data dilakukan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

karakteristik individu adalah ciri khas yang menunjukkan perbedaan seseorang tentang motivasi, inisiatif, kemampuan untuk tetap tegar menghadapi tugas sampai tuntas atau memecahkan masalah atau bagaimana menyesuaikan perubahan yang terkait erat dengan lingkungan yang mempengaruhi kinerja individu (Rahman, 2013). Karakteristik individu responden yang dianalisis meliputi 3 bagian, yaitu (1) sebaran umur; (2) sebaran tingkat pendidikan; (3) ada tidaknya pekerjaan samping. Karakteristik individu responden perlu dikenali, karena responden merupakan bagian dari komunitas nelayan yang akan merepresentasikan nelayan jaring di Ambon. Karakteristik yang pertama adalah umur (Tabel 1).

Tabel 1
Sebaran Responden Berdasarkan Umur

Kategori Umur	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Remaja (umur 15 – 21 thn)	6	23,08
Dewasa dini (umur 21 – 40 thn)	15	57,69
Dewasa madya (umur 41 – 60 thn)	5	19,23
Lanjut usia (umur > 60 thn)	0	0
Total	26	100

Sumber: Hasil Analisis Data

Sebaran usia responden terbesar adalah usia dewasa dini, yaitu 57,69%. Hal ini memperlihatkan bahwa sebagian besar dari mereka termasuk dalam usia produktif, usia dimana mereka mampu menjalankan aktifitas keseharian sebagai nelayan. Hal ini sejalan dengan (Tanto et,al (2012), Mahendra dan Woyanti (2014)) yang menyatkan salah satu faktor yang mempunyai pengaruh terhadap produktivitas karyawan adalah faktor usia. Usia yang masih dalam masa produktif biasanya mempunyai tingkat produktivitas lebih tinggi dibandingkan dengan tenaga kerja yang sudah berusia tua sehingga fisik yang dimiliki menjadi lemah dan terbatas. Rentang usia ini juga

merupakan fase dimana mereka memiliki kemauan yang tinggi untuk mempelajari hal-hal baru, serta dapat berinteraksi dengan masyarakat/komunitas nelayan.

Karakteristik kedua yang dianalisis adalah tingkat pendidikan responden (Tabel 2).

Tabel 2
Sebaran responden berdasarkan tingkat pendidikan

	Tidak tamat SD	Tamat SD	Tamat SMP	Tamat SMA	Jumlah
Jumlah responden (n)	3	3	5	15	26
Persentase (%)	11,54	11,54	19,23	57,69	100

Sumber: Hasil Analisis Data

Tingkat pendidikan nelayan jaring di Ambon memperlihatkan kecenderungan yang berbeda dengan nelayan pancing. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2, dimana makin tinggi jenjang pendidikannya, makin banyak jumlahnya. Persentase tertinggi (57,68%) adalah tamat SMA. Keadaan ini kebalikan dengan yang terjadi di Desa Pasirbaru dan Cidadap Kabupaten Sukabumi (Noviyanti dkk, 2015). Penelitian Noviyanti dkk (2015) menyatakan bahwa jumlah nelayan di Desa Pasirbaru dan Cidadap semakin menurun pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Salah satu penyebabnya adalah faktor budaya atau kebiasaan mereka. Dengan tingkat pendidikan nelayan pancing yang tinggi, diharapkan tidak menjadi faktor penghambat transfer teknologi penangkapan ikan. Mereka juga diharapkan memiliki tingkat disiplin yang lebih tinggi, serta rasa tanggungjawab terhadap keberlangsungan sumber daya perikanan yang lebih besar. Karakteristik yang ketiga adalah jenis pekerjaan lain disamping sebagai nelayan (Tabel 3.)

Tabel 3
Pekerjaan Samping

	Punya pekerjaan samping	Tidak punya pekerjaan samping
Jumlah responden	9	17
Persentase	34,62	65,38

Sumber: Hasil Analisis Data

Lebih dari separuh responden (65,38%) menyatakan tidak memiliki pekerjaan samping, hal ini memperlihatkan bahwa kebutuhan hidup mereka sehari-hari telah tercukupi dari hasil menangkap ikan. Hal ini juga terjadi pada nelayan skala kecil di Kabupaten Indramayu yang tergolong sangat baik. Dimana nelayan dapat memenuhi kebutuhan hidupnya hanya dari hasil melaut, karena dari indikator pendapatan rata-rata per kapita dan indikator konsumsi nelayan skala kecil di Kabupaten Indramayu lebih tinggi bila dibandingkan dengan standar garis kemiskinan BPS per tahun untuk wilayah Jawa Barat (Triyanti dan Firdaus, 2016)

Untuk mengetahui tingkat kepedulian nelayan terhadap pendidikan dilihat dari 4 aspek, yaitu (1) Tingkat kepentingan pendidikan formal bagi nelayan; (2) Tingkat

kepentingan pendidikan non formal bagi nelayan; (3) Simpanan untuk pendidikan formal; (4) Simpanan untuk pendidikan non formal.

Dari hasil analisis data diperoleh bahwa 96,15% nelayan menyatakan bahwa pendidikan formal merupakan sesuatu yang sangat penting, sisanya (3,85%) menyatakan cukup penting (Tabel 4).

Tabel 4
Tingkat Kepentingan terhadap Pendidikan Formal

Tingkat Kepentingan	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Sangat penting	25	96,15
Cukup penting	1	3,85
Penting	0	0
Tidak penting	0	0
Total	26	100

Sumber: Hasil analisis data

Kondisi ini memperlihatkan bahwa nelayan jaring di Ambon tingkat kepedulian terhadap pendidikan sangat tinggi. Mereka yang sudah berkeluarga dan memiliki anak, menghendaki anaknya sekolah minimal sampai tamat SMA. Jika kesempatan untuk melanjutkan kuliah ada, maka mereka tidak ragu untuk melepas anaknya menuntut ilmu di bangku kuliah.

Jika dibandingkan dengan pendidikan non formal, maka tingkat kepentingannya masih lebih tinggi pendidikan formal. Untuk pendidikan non formal, hanya 57,69% nelayan yang menyatakan sangat penting (Tabel 5).

Tabel 5
Tingkat Kepentingan untuk Pendidikan Nonformal

Tingkat Kepentingan	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Sangat penting	15	57,69
Cukup penting	6	23,08
Penting	5	19,23
Tidak penting	0	0
Total	26	100

Sumber: Hasil analisis data

Pendidikan nonformal di sini adalah kursus, pelatihan keterampilan, dan penyuluhan, baik yang diadakan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan maupun Lembaga swadaya masyarakat. Responden menjawab bahwa pendidikan nonformal juga penting untuk kelancaran usaha mereka. Salah satu contohnya adalah pelatihan menggunakan *global positioning system* (GPS) untuk menentukan lokasi gerombolan ikan.

Kepedulian yang tinggi nelayan Ambon terhadap pendidikan terlihat dengan adanya simpanan yang mereka sisihkan untuk biaya pendidikan. Untuk simpanan pendidikan formal 92,31% nelayan memilikinya (Tabel 6).

Tabel 6
Simpanan untuk Pendidikan Formal

Jumlah simpanan/bulan	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
> 100.000	8	30,77
50.000 – 100.000	6	23,08
< 50.000 atau tidak tentu	10	34,45
Tidak punya	2	7,69
Total	26	100

Sumber: Hasil analisis data

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa nelayan yang tidak memiliki simpanan untuk biaya pendidikan formal hanya 7,69%. Hal ini merupakan suatu yang sangat baik, karena nelayan generasi yang akan datang akan memiliki tingkat pendidikan yang lebih tinggi dari orang tuanya. Simpanan untuk pendidikan nonformal tidak sebaik simpanan untuk pendidikan formal (Tabel 7).

Tabel 7
Simpanan untuk Pendidikan Formal

Jumlah simpanan/bulan	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
> 100.000	7	26,92
50.000 – 100.000	2	7,69
< 50.000 atau tidak tentu	7	26,92
Tidak punya	10	38,46
Total	26	100

Sumber: Hasil analisis data

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa nelayan yang tidak memiliki simpanan untuk pendidikan nonformal ada 38,46%. Nilai ini menunjukkan bahwa nelayan Ambon lebih mementingkan pendidikan formal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa tingkat kepedulian nelayan jaring di Ambon terhadap pendidikan sangat tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan mereka bahwa pendidikan formal merupakan hal yang sangat penting, begitu juga dengan pendidikan formal. Selain dengan kedua pernyataan tersebut, mereka juga memiliki dana simpanan untuk kepentingan pendidikan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

BPS Ambon. 2016. Kota Ambon dalam Angka 2016.

Mahendra, A. D., & Woyanti, N. 2014. Analisis Pengaruh Pendidikan, Upah, Jenis Kelamin, Usia dan Pengalaman Kerja Terhadap Produktivitas Tenaga Kerja (Studi di Industri Kecil Tempe di Kota Semarang). Doctoral dissertation, Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Universitas Diponegoro

Noviyanti,R; Sugeng H.W; Eko S.W; Mulyono S.B; Budi H. 2015. Analysis of Self-Capacity and Education Level of Fishermen at Pasirbaru and Cidadap Villages, Sukabumi Regency. *International Institute for Science, Technology and Education*. Vol 5, No 21 (2015), p 177-183.

- Rahman, A. 2013. Pengaruh Karakteristik Individu, Motivasi Dan Budaya Kerja Terhadap Kinerja Pegawai Pada Badan Keluarga Berencana Dan Pemberdayaan Perempuan Kabupaten Donggala : Jurnal E-Jurnal Katalogis, Volume I Nomor 2.
- Satria, A. 2002. Pengantar Sosiologi Masyarakat Pesisir. Jakarta: Cidesindo.
- Tanto, D., Dewi, S. M., & Budio, S. P. (2012). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pekerja Pada Pengerjaan Atap Baja Ringan Di Perumahan Green Hills Malang. *Rekayasa Sipil*, 6(1), 69–82.
- Triyanti, R., dan Firdaus, M. 2016. Tingkat Kesejahteraan Nelayan Skala Kecil Dengan Pendekatan Penghidupan Berkelanjutan Di Kabupaten Indramayu. *Jurnal Sosek KP* Vol. 11 No.1. Jakarta

POTENSI ANTIBIOTIK EKSTRAK ETANOL DAUN TAPAK DARA (*CATHARANTHUS ROSEUS* (L.) G. DON) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *STREPTOCOCCUS PYOGENES*

Nita Artiningsih Sayekti¹, Muhammad Alan Maulana², Pajriah Nurhasanah³, Triastinurmiatiningsih⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pakuan, Bogor

email korespondensi: nitaartiningsih86@gmail.com

ABSTRAK

Anemia hemolitik merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Streptococcus pyogenes* yang dapat mengganggu sistem peredaran darah dan menyebabkan autoimmune anemia hemolytic (AIHA). Antibiotika amikacin dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*, namun dalam jangka panjang dapat mengganggu kinerja ginjal dan menyebabkan overdosis bagi penggunaannya. Persoalan tersebut melatarbelakangi diperlukannya penelitian mengenai antibiotika alternatif herbal untuk mengatasi anemia hemolitik. Daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) memiliki khasiat obat, antidotum, antibakteri, dan penurun tekanan darah manusia. Potensi tersebut diperoleh dari kandungan alkaloid yang tinggi, serta adanya kandungan flavonoid, saponin, steroid, terpenoid, dan tanin. Tujuan dilakukannya penelitian ialah mendapatkan konsentrasi ekstrak etanol daun tapak dara yang optimum menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* dan mengetahui kandungan senyawa aktifnya. Beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembuatan ekstrak daun *C. roseus* dan konsentrasinya, uji fitokimia, uji potensi antibiotik. Selain itu, juga dilakukan uji statistik menggunakan ANOVA (analysis of variance) dengan $\alpha=0.5$ pada 10 konsentrasi yang berbeda, serta dengan pengulangan sebanyak 5 kali pada tiap konsentrasi. Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi ekstrak *C. roseus* yang optimal untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* adalah sebesar 55% ($d=12$, 86 mm), dan diameter daya hambat pertumbuhan bakteri tertinggi terdapat pada konsentrasi 75% ($d=13$, 40 mm). Kemampuan daya hambat tersebut menjadikan daun tapak dara berpotensi sebagai antibiotik alternatif herbal.

Kata kunci: Antibiotik, Tapak Dara, *Streptococcus pyogenes*

PENDAHULUAN

Salah satu penyakit infeksi pada sel darah merah (eritrosit) manusia adalah anemia hemolitik, dimana penderita mengalami penurunan jumlah eritrosit dan hemoglobin, rusaknya organ dan fungsi sistem peredaran darah, serta *autoimmune anemia hemolytic* (AIHA). Anemia hemolitik disebabkan oleh aktivitas bakteri *Streptococcus pyogenes* yang memiliki protein M sebagai penghasil enterotoksin, asam hialuronik untuk daya penyebaran, hemolisin untuk melisis sel darah merah, serta dapat menyebabkan penyakit epidemik lain (Carroll, *et al.*, 2017). *Streptococcus pyogenes* tumbuh baik pada semua *enriched media* yang diperkaya darah atau serum, pH 7,4 – 7,6, dan suhu optimum untuk pertumbuhan 37°C. Dalam lempengan agar darah, koloni selalu kompak, kecil, dan dikelilingi dengan 2-3 mm zona dari hemolisis tipe β yang disebabkan oleh 2 buah hemolisin, yaitu streptolisin S dan streptolisin O (Ahmad, *et al.*, 2010).

Antibiotika amikacin diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*, namun penggunaan jangka panjang dan dosis yang tidak tepat dapat memicu reaksi silang dengan penggunaan obat lain, mengganggu kinerja ginjal, dan menyebabkan overdosis (Iskandar, *et al.*, 2007) bagi penggunaannya.

Penggunaan amikacin pada bakteremia yaitu sekitar 15-22,5 mg/kg/hari secara intravena dalam 1-3 dosis terbagi. Amikacin bersifat nefrotoksik dan ototoksik serta kadar dalam darah harus dimonitor pada pasien gagal ginjal (Brooks, *et al.*, 2009). Persoalan tersebut melatarbelakangi diperlukannya penelitian ini guna menemukan antibiotika alternatif herbal yang aman untuk penggunaan jangka panjang pada penderita anemia hemolitik.

Tanaman tapak dara diketahui sebagai tanaman hias yang berkhasiat untuk pereda nyeri otot, antidepresan, obat berbagai penyakit (yaitu penghilang bengkak akibat sengatan tawon, mimisan, dan sakit tenggorokan), antidotum, antibakteri, dan penurun tekanan darah pada manusia. Potensi tersebut berasal dari metabolit sekunder tumbuhan tapak dara, yakni 150 jenis alkaloid yang dihasilkan dari bagian akar, batang, daun, bunga, dan biji (Koul, *et al.* 2013).

Daun tapak dara mengandung lebih dari 70 jenis alkaloid, antara lain, vinkristin dan vinblastin yang mempunyai sifat antineoplastik (mampu melawan sel kanker) (Kardinan, 2003), vinorelbin (*navelbine*) yang berpotensi menghambat proses mitosis pada metafase (Saputra, 2002), juga *vincadioline*, *leurosidine*, saponin, flavonoid (asam kafeoilquinik, kaemferol, kuersetin, dan isorhamnetin), steroid, fitosterol, dan tanin (Kumari dan Gupta, 2013; Ferreres, *et al.* 2013). Selanjutnya ada *leurosine*, *catharantine*, *lochnerine*, *tetrahyroalstonine*, *vindoline*, dan *vindolinine* yang mampu menurunkan kadar gula darah (Muhlisah, 2007) serta *reserpine* dan *serpentine* sebagai obat penenang (Mursito, 2004). Kandungan bahan bioaktif tersebut apabila dikonsumsi dalam jangka panjang tidak akan menyebabkan kerusakan fungsi ginjal (Hartati, 2014), dan mampu menghambat pertumbuhan beberapa bakteri, seperti *Escherischia*, *Staphylococcus*, dan *Pseudomonas* (Eufrocinio, *et al.*, 2002). Penggunaan larutan etanol 96% sebagai pelarut senyawa bioaktif dapat menghasilkan ekstrak kental yang kaya akan kandungan alkaloid, fenolik, flavonoid, antioksidan, dan sedikit minyak atsiri (Mardiyarningsih dan Aini, 2014), sehingga memiliki potensi sebagai antibiotik alternatif herbal yang perlu diuji secara ilmiah terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*.

Tujuan dilakukannya penelitian adalah untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak etanol daun tapak dara yang optimum dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* dan mengetahui kandungan senyawa aktif tersebut. Keutamaan dilakukannya penelitian adalah untuk menemukan antibiotik alternatif alami, sebagai pengganti amikasin, yang tidak menimbulkan efek samping apabila digunakan dalam jangka panjang oleh penderita anemia hemolitik.

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yang luas bagi masyarakat agar dapat memanfaatkan tumbuhan tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don)

sebagai tanaman berkhasiat obat serta mengetahui cara penggunaannya. Dengan ditemukannya manfaat tumbuhan tapak dara, diharapkan dapat memacu masyarakat dalam membudidayakan tumbuhan tersebut, yang secara tidak langsung mengambil alih langkah konservasi tumbuhan dan mendukung pelestarian tumbuhan tapak dara. Dengan demikian daun tapak dara ini diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat, dalam jangka panjang, karena dapat digunakan untuk menghindari dan mengatasi penyakit infeksi yang disebabkan bakteri *Streptococcus pyogenes*.

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan, sejak bulan April hingga bulan Juni 2018.

Langkah Penelitian

Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Tapak Dara dan Konsentratnya (Modifikasi Depkes, 2002; BPOM, 2010)

Daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) yang telah dideterminasi di Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, sebanyak 3.684,99 gr dan didapat dari hasil penanaman di kebun percobaan daerah Ciawi, Kabupaten Bogor dipisahkan dari tangkai dan batangnya. Daun disortasi basah dan dicuci bersih dengan air mengalir, lalu ditiriskan dan dioven dalam suhu 40-50°C hingga kering sempurna. Simplisia dihaluskan dengan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk halus dan disimpan dalam plastik klip. Rendemen ekstrak dapat dihitung dengan cara:

$$\frac{\text{Bobot Akhir (Serbuk Simplisia)}}{\text{Bobot Awal (Simplisia Basah)}} \times 100\%$$

Kemudian dilakukan pemeriksaan organoleptik, makroskopis, dan mikroskopis serta penentuan kadar air, dan susut pengeringan pada sampel.

Serbuk halus daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.) sebanyak 200 gr diekstraksi dengan cara maserasi memakai pelarut etanol 96% sebanyak 2000 mL, yang dilakukan secara bertingkat yaitu dengan konsentrasi pelarut 700 mL, 700 mL, dan 600 mL. Etanol 96% sebanyak 700 mL dituangkan ke dalam maserator yang telah diisi serbuk halus daun tapak dara dan dидiamkan selama 24 jam dengan sesekali diaduk dalam rentang 6 jam pada suhu ruang, dan maserat kemudian didekantasi. Filtrat disaring menggunakan kertas saring, lalu residu yang dihasilkan selanjutnya ditambahkan dengan pelarut kedua dengan konsentrasi 700 mL. Proses tersebut diulangi sampai diperoleh 3 maserat. Kemudian, maserat ditampung dalam labu erlenmeyer dan dihilangkan pelarutnya dalam *rotary evaporator* pada suhu 78°C sehingga diperoleh ekstrak kental etanol untuk dilakukan uji fitokimia.

Uji Fitokimia (Modifikasi Harborne, 2006)

Pada Tabel 1 dapat dibaca hasil dari uji fitokimia dengan metode yang dimodifikasi dari metode oleh Harborne (2006).

Tabel 1
Uji Fitokimia (Modifikasi Harborne, 2006)

Uji Senyawa	Perlakuan	Hasil	Keberadaan
Alkaloid	0,1 gr ekstrak kental + kloroform (1 mL) + amoniak (3 tetes) + H ₂ SO ₄ 2M (2 tetes) → Filtrat		
	• Filtrat 1 (pembanding)		
	• Filtrat 2 + Pereaksi Dragendorf	↓merah	+
	• Filtrat 3 + Peraksi Meyer	↓putih	+
	• Filtrat 4 + Pereaksi Wagner	↓cokelat	+
Flavonoid	0,1 gr ekstrak kental + methanol 30% (5 mL) → dipanaskan 5 menit → Filtrat + H ₂ SO ₄ (1 tetes)	Merah	+
Saponin	• 0,1 gr ekstrak kental + akuades (5 mL) → dipanaskan 5 menit → dikocok 5 menit	• Busa	+
	• + HCl (1 tetes)	• Busa (10 menit)	+
Terpenoid		Merah keunguan	+
Steroid	0,1 gr ekstrak kental + eter (5 mL) → dikocok → lapisan eter dipipet + Lieberman Bourchard (2 tetes)		
		Hijau	+
Tanin	0,1 gr ekstrak kental + akuades (5 mL) → dipanaskan 5 menit → Filtrat disaring + FeCl ₃ 1% (5 tetes)	Hitam kehijauan	+

Uji Potensi Antibiotik Ekstrak Etanol Daun Tapak Dara

Sebelum dilakukan uji potensi antibiotik, ekstrak kental etanol daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) diencerkan terlebih dahulu dengan menggunakan akuades steril. Pengenceran yang dibuat adalah konsentrasi 15%, 25%, 35%, dan 45% untuk mendapatkan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan konsentrasi 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, serta 80% untuk dilakukannya uji Diameter Daya Hambat (DDH). Sebelum dilakukan uji KHM, bakteri *Streptococcus pyogenes* terlebih dahulu diremajakan dalam media *red blood* agar.

Pembuatan media *red blood* agar dilakukan dengan cara berikut. Serbuk media BHI agar ditakar sebanyak 37 gr dan ditambahkan agar *bacto* sebanyak 15 gr yang dilarutkan dalam 1 L akuades. Media ditambahkan alkohol 10% dan dipanaskan hingga mendidih. Media kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C. Media didinginkan hingga mencapai suhu 60°C dan dihomogenkan dengan darah sebanyak 50 mL. Media ditambahkan 5 mL campuran antibiotik Ketoconazol 50 ppm, Kloramfenikol 50 ppm, Gentamisin 50 ppm, dan Metronidazol 50 ppm untuk

menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Media kemudian dibagi menjadi beberapa tabung reaksi dan ditutup dengan sumbat kapas yang dilapisi *aluminium foil*. Agar dibiarkan hingga memadat dengan posisi tabung reaksi dimiringkan. Isolat murni bakteri *Streptococcus pyogenes* diambil sebanyak 1 ose, kemudian diinokulasikan ke atas permukaan media *red blood* agar miring secara zig-zag.

Bakteri *Streptococcus pyogenes* hasil peremajaan diencerkan menggunakan NaCl Fisiologis berdasar standar McFarland V (15×10^8 CFU/mL) dan diuji pertumbuhannya dengan cara 2 tetes. Selanjutnya bakteri dituangkan dalam media *red blood* agar cair menggunakan metode *pour plate*, lalu diamati pertumbuhan selama 24 jam dan dihitung koloni pertumbuhannya. Penentuan KHM dilakukan dengan menggunakan bakteri hasil pengenceran koloni sebar sebanyak 30-300 koloni.

Sebanyak 1 mL ekstrak kental daun tapak dara yang sudah diencerkan, ditambahkan dalam 19 ml media agar cair di cawan petri steril, dan sebanyak 0,4 mL suspensi diinokulasikan ke dalam media. Campuran diputar sampai homogen, didinginkan hingga padat, dan diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24 jam. Pengujian DDH dilakukan dengan metode difusi agar.

Cawan petri steril sebanyak 5 buah diisi media *red blood* agar cair dan 0,4 mL suspensi bakteri *Streptococcus pyogenes*. Media didinginkan hingga padat. Kertas cakram diameter 0,6 mm direndam dalam ekstrak etanol daun tapak dara hasil pengenceran. Selanjutnya dibuat kertas cakram 0,6 mm yang direndam dengan antibiotik amikasin 50 ppm, sebagai kontrol positif. Kertas diletakkan teratur di atas cawan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong. Pengujian dilakukan 5 kali pengulangan pada tiap perlakuan konsentrasi ekstrak untuk meminimalisir data *error*. Data yang diperoleh diuji statistik dengan analisis sidik ragam Anova $\alpha = 5\%$, menggunakan Rancangan Acak Lengkap untuk 10 konsentrasi ekstrak etanol daun tapak dara dan satu cakram sebagai kontrol positif dengan pengulangan sebanyak 5 kali pada setiap konsentrasi. Selanjutnya dilakukan *Post Hoc test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memperoleh 525,635 gr serbuk halus daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don), dibutuhkan sekitar 3.684,99 gr daun segar berwarna hijau tua. Serbuk simplisia daun tapak dara memiliki karakteristik, yakni berwarna hijau muda dengan tekstur halus berbentuk butiran, beraroma khas, serta memiliki rasa pahit. Secara mikroskopis, serbuk simplisia daun tapak dara masih memiliki bagian parenkim dan stomata yang jelas. Sebesar 200 gr serbuk halus daun tapak dara diekstraksi menggunakan 2.000 mL pelarut etanol 96% dengan cara maserasi. Dilakukan dua kali

proses maserasi pada penelitian, sehingga diperoleh total bobot ekstrak kental sebesar 93,765 gr, berwarna hijau tua kehitaman dengan tekstur kental sedikit keras, memiliki rasa pahit, dan aroma yang khas. Dalam pemeriksaan mikroskopis, bagian-bagian penampang daun sudah tidak dapat dibedakan (Gambar 1, 2, 3 dan 4).



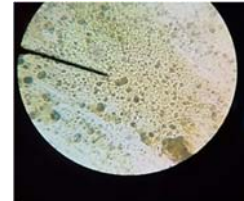
Gambar 1
Serbuk halus
simplisia daun tapak
dara



Gambar 2
Ekstrak kental daun
tapak dara



Gambar 3
Mikroskopis
serbuk halus
simplisia daun
tapak dara



Gambar 4
Mikroskopis
ekstrak kental
simplisia daun
tapak dara

Tujuan dari maserasi adalah untuk mengikat senyawa-senyawa metabolit sekunder daun tapak dara yang kaya akan senyawa bersifat polar, terutama alkaloid. Etanol 96% digunakan sebagai pelarut dalam maserasi, karena pelarut etanol tidak bersifat korosif, aman, dan tidak mudah meledak (Swern, 1982). Selain itu, etanol memiliki beberapa keuntungan, yaitu tidak beracun, netral, absorpsi baik, dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan, dapat memperbaiki stabilitas bahan obat terlarut, dan tidak memerlukan panas yang tinggi untuk pemekatan (Depkes RI, 1995). Mekanisme kelarutan berlangsung berdasar prinsip *like dissolve like*, dimana senyawa polar larut dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar larut dalam pelarut nonpolar (Siedel, 2008), sehingga pada ekstrak etanol daun tapak dara akan memiliki banyak kandungan senyawa polar. Hal tersebut diperkuat berdasarkan pernyataan Titis (2013) mengenai daun Binahong, bahwa alkaloid merupakan senyawa yang bersifat polar, sehingga akan terikat dalam pelarut etanol.

Filtrat dari maserasi tersebut kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental etanol daun tapak dara. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam ekstraksi yaitu: jumlah simplisia, penambahan air ekstrak, derajat kehalusan, cara pemanasan, cara penyaringan, dan perhitungan dosis pemakaian (Wientarsih dan Prasetyo, 2006). Faktor-faktor lain yang juga harus diperhatikan, seperti jangka waktu sampel kontak dengan cairan pengekstraksi (waktu ekstraksi), perbandingan antara jumlah sampel terhadap jumlah cairan pengekstraksi, ukuran bahan dan suhu ekstraksi, dapat memengaruhi konsentrasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang berhasil dilarutkan. Menurut Voight (1994), semakin lama

waktu ekstraksi, maka kesempatan untuk bersentuhan antara bahan obat dan pelarut semakin besar sehingga hasilnya juga bertambah sampai titik jenuh larutan. Perbandingan jumlah pelarut dengan jumlah bahan berpengaruh terhadap efisiensi ekstraksi, karena jumlah pelarut yang berlebihan tidak akan mengekstrak lebih banyak, namun dalam jumlah tertentu pelarut dapat bekerja optimal. Ekstraksi akan lebih cepat dilakukan pada suhu tinggi, tetapi dapat mengakibatkan beberapa komponen senyawa aktif mengalami kerusakan, karena dikhawatirkan sejumlah komponen senyawa volatil hilang. Dengan demikian maserasi merupakan metode ekstraksi yang baik dilakukan dalam penelitian ini.

Tabel 2
Hasil Perhitungan Rendemen

Parameter	Hasil
Rendemen simplisia	21,3%
Rendemen ekstrak	15,1%
Susut Pengerinan	79,7%
Persen Kadar Air	3,672%

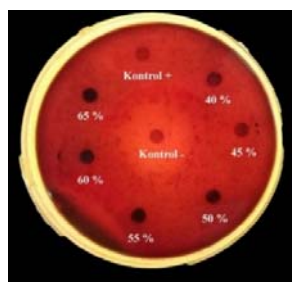
Berdasarkan sistematika penghitungan rendemen, diperoleh rendemen simplisia sebesar 21,3% dan rendemen ekstrak sebesar 15,1% sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2 Rendemen merupakan salah satu parameter untuk mengetahui seberapa besar produk yang dihasilkan, yang dinyatakan dengan perbandingan jumlah produk yang dihasilkan dengan bahan yang digunakan (Suryandari, 1981). Dengan diketahuinya nilai rendemen akan mempermudah dalam memperhitungkan jumlah bahan yang dibutuhkan untuk penelitian, sehingga tepat sasaran.

Pada susut pengeringan simplisia daun tapak dara, didapatkan hasil sebesar 79,7% yang mengindikasikan bahwa jumlah air dalam simplisia daun tapak dara sudah mengalami penyusutan. Penentuan kadar air diperlukan untuk menjaga mutu simplisia selama proses penyimpanan. Kadar air yang tinggi dapat mendorong enzim tertentu melakukan aktivitasnya, yang dapat mengubah kandungan kimia yang ada sehingga tidak lagi memiliki efek farmakologi seperti senyawa aslinya (Pramono, 2006). Tingginya kadar air juga berisiko pada kerusakan akibat pertumbuhan mikroorganisme atau jamur (Katno, 2008). Penghitungan kadar air pada ekstrak etanol daun tapak dara dihasilkan sebesar 3,672%. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan kadar air yang ditetapkan oleh standar MMI yaitu kurang dari 10% sehingga simplisia dapat disimpan dalam waktu lama dan tetap terjaga kandungan kimianya.

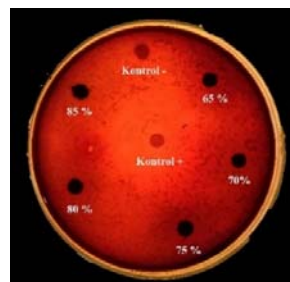
Dari hasil uji fitokimia menggunakan metode Harborne (2006) yang telah dimodifikasi, ekstrak etanol daun tapak dara diketahui memiliki kandungan senyawa kimia berupa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid dan terpenoid, serta tannin sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Perbedaan kandungan fitokimia pada tanaman dapat disebabkan oleh adanya perbedaan asal tanaman, letak geografis, umur tanaman, dan proses ekstraksi sehingga komponen metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel juga berbeda (Kusumaningtyas, *et al.* 2008).

Berdasarkan uji statistik menggunakan analisis sidik ragam anova $\alpha=0.05$, diperoleh hasil bahwa konsentrasi ekstrak etanol daun tapak dara yang optimum untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* adalah konsentrasi 55% (12,860 mm). Konsentrasi tersebut memiliki pengaruh yang relatif sama dengan konsentrasi ekstrak 60%, 65%, 70%, 75%, dan 80%. Sedangkan konsentrasi minimum ekstrak etanol daun tapak dara yang telah dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* yaitu konsentrasi ekstrak 40% (8,884 mm).

Sifat fisiologis bakteri *Streptococcus pyogenes* yang memiliki asam hialuronat dalam menghalangi proses fagositosis dan komponen dinding sel yang terdiri dari protein (antigen M, T, R), karbohidrat (kelompok spesifik) dan peptidoglikan (Brooks, *et al.*, 2009) menyebabkan *Streptococcus pyogenes* dapat terus bertahan hidup, bahkan dalam kondisi yang tidak menguntungkan. Alasan tersebut diperkuat dengan tidak adanya daya hambat ekstrak etanol daun tapak dara setelah inkubasi 2x24 jam, sedangkan pada inkubasi 1x24 jam terdapat daya hambat ekstrak terhadap pertumbuhan *Streptococcus pyogenes*.



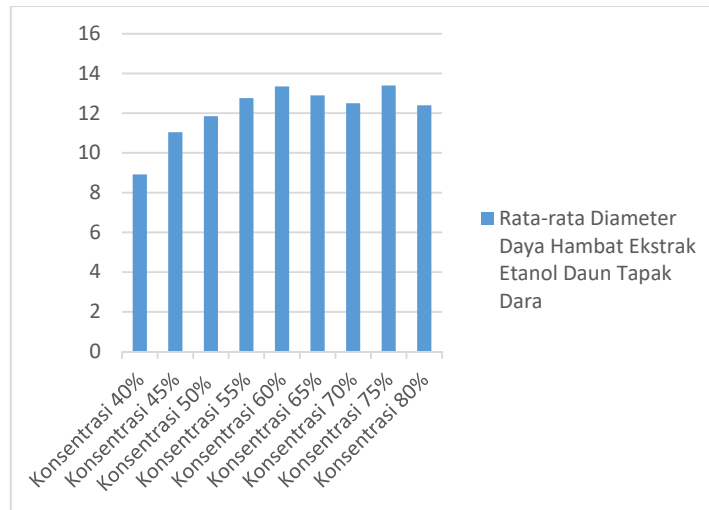
Gambar 5.
Uji DDH Konsentrasi
40%-65%



Gambar 6.
Uji DDH Konsentrasi
70%-85%

Protein M berbentuk seperti batang yang menggulung dan memisahkan fungsi utamanya. Struktur tersebut memungkinkan perubahan urutan yang besar ketika mempertahankan fungsinya dan determinan kekebalan protein M menjadi mudah berubah (Brooks, *et al.*, 2009). *Streptococcus pyogenes* diketahui setiap kali berhasil membuat suatu enzim untuk merombak antibiotik baru atau seolah-olah dapat menutup

diri terhadapnya (Irianto, 2013). Sehingga dapat dikatakan *Streptococcus pyogenes* memiliki kemampuan resistensi yang tinggi terhadap antibiotik.



Grafik 1
Rata-rata diameter daya hambat ekstrak etanol daun tapak dara

Konsentrasi ekstrak etanol daun tapak dara 45% (11,050 mm) memiliki pengaruh yang tidak berbeda secara signifikan dengan konsentrasi ekstrak 50% (11,460 mm) dan konsentrasi 80% (11,850 mm). Hal tersebut mengindikasikan bahwa setiap konsentrasi ekstrak etanol daun tapak dara satu sama lain tidak memiliki pengaruh yang signifikan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* sebagaimana yang terlihat pada gambar 5 dan 6. Namun, ekstrak etanol daun tapak dara tetap memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*, tapi kemampuannya belum dikatakan maksimal sebagaimana antibiotika amikacin Grafik 1.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, dapat diambil kesimpulan bahwa ekstrak etanol daun tapak dara yang digunakan dalam penelitian ini mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, dan terpenoid, serta tannin. Berdasarkan hasil penelitian ini, ekstrak etanol daun tapak dara memiliki potensi antibakteri *Streptococcus pyogenes* pada konsentrasi 55%-80% dan potensi optimum pada konsentrasi 55%.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi antibakteri menggunakan daun tapak dara dengan pelarut yang berbeda untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Kementerian Riset Teknologi dan Perguruan Tinggi atas pendanaan penelitian sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 5 Bidang Tahun 2018 Nomor 124/SPK/KM/IV/2018 Tanggal 24 April 2018 dan apresiasi dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2010. *Monografi Ekstrak Tumbuhan dan Obat Indonesia* (vol. 1). Jakarta: BPOM RI.
- [Depkes] Departemen Kesehatan. 1995. *Farmakope Indonesia* (Edisi 4). Jakarta: DEPKES.
- [Depkes] Departemen Kesehatan. 2002. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: DEPKES.
- Ahmad, Nafees, W. Lawrence Drew, dan James J Plorde. 2010. *Sherris Medical Microbiology* (5th ed.). United States of America: The McGraw-Hill Companies Inc.,446.
- Brooks, Geo F., Janet S. Butel., dan Stephen A. Morse. 2009. *Buku 1 Jawetz, Melnick, & Adelberg's Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology)*. Jakarta: Salemba Medika.
- Carroll, Karen C., Stephen E. Morse, Timothy Mietzner, dan Steve Miller. 2017. *Jawetz E., J. L. Melnick, E. A. Adelberg Mikrobiologi Kedokteran* (Edisi 27). Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Eufrocino C., Fukusaki E., Kajiyama S., Kobayashi A., Marfori. 2002. Trichosetin, a novel tetramic acid antibiotic produced in dual culture of *Trichoderma harzianum* and *Catharanthus roseus* Callus. *Z Naturforsch*, 57 (5-6), 46570.
- Ferreres, F., Pereira D.M., dan Valentao. 2013. New Phenolic compounds and antioxidant potential of *Catharanthus roseus*. *J Agri Food Chem*, 56 (21), 9967-9974.
- Harborne, J.B. 2006. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan* (alih bahasa: Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro). Bandung, Penerbit ITB.
- Hartati, Rahmaniari Dwi, E.M. Sutrisna, dan Tanti Azizah Sujono. (2014). *Pengaruh Pemberian Kombinasi Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan Daun Tapak Dara (*Catharanthus roseus* G.) Jangka Panjang terhadap Fungsi Ginjal (Studi Pre klinik)*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Irianto, K. (2013). *Mikrobiologi Medis (Medical Microbiology)*. Bandung: Alfabeta.

- Iskandar, N., Soepardi, E., dan Bashiruddin, J., et al (ed.). 2007. *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala Leher* (Edisi 6). Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Kardinan A., Taryono. 2003. *Tanaman Obat Penggempur Kanker*. Jakarta: Agromedia Pustaka, 18-20.
- Katno. 2008. *Penanganan pasca Panen Tanaman Obat. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional*. Departemen Kesehatan.
- Koul, M., Lakra N.S., Chandra R., dan Chandra S. 2013. *Catharanthus roseus* and prospects of its endopytes: a new aveua for production of bioactive metabolites. *IJPRS*, 4(7), 2705-2716.
- Kumari, Kratika. dan Sharmita Gupta. 2013. Phytopotential of *Catharanthus roseus* L. (G.) Don var "rosea" and "alba" against various pathogenic microbes in vitro. *Intr Journal of Research in Pure and Applied Microbiology*, 3(3), 77-82.
- Mardiyaningsih, A. dan R. Aini. 2014. Pengembangan Potensi Ekstrak Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) Sebagai Agen Antibakteri dalam *Jurnal Pharmacia*, 4(2), 185-192.
- Muhlisah, Fauziah. 2007. *Tanaman Obat Keluarga (TOGA)*. Jakarta: PT. Seri Agri Sehat.
- Mursito, Bambang dan Heru Prihmantoro. 2004. *Tanaman Hias Berkhasiat Obat*. Depok: Penebar Swadaya.
- Pramono, Suwijyo. 2006. Penanganan Pasca Panen dan Pengaruhnya terhadap Efek Terapi Obat Alami. *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXVIII*, Bogor 15-18 Sept 2005, 1-6.
- Saputra K., Soeprapto M., Roem S. 2002. *Terapi Biologi Untuk Kanker*. Surabaya: Airlangga University Press, 57.
- Siedel, V. 2008. Initial and Bulk Extraction. Sarker, S.D., Latif Z., Gray A.I. (Ed.). *Natural Products Isolation* (2nd ed.). New Jersey: Humana Press, 33-34.
- Suryandari, S. 1981. *Pengambilan Oleoresin Jahe dengan Cara Ekstraksi Pelarut*. Bogor : BBIHP Pr., 78
- Swern, Daniel. 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fats Product Vol. 2* (4th ed.) New York: Jhon Wiley and Son.
- Titis, Muhammad, Enny Fachriyah, dan Dewi Kusriani. 2013. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Aktivitas Alkaloid Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis). *Chem Info Vol 1, No.1, 196-201*. Semarang: Jurusan Kimia FSM, Universitas Diponegoro.

PONTENSI ENERGI LISTRIK DARI BUAH-BUAHAN (STUDI EKSPERIMEN BESARNYA TEGANGAN, ARUS, DAN DAYA PADA BEBERAPA BUAH-BUAHAN YANG ADA DI LINGKUNGAN SEKITAR)

Mujadi

Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Jayapura

[email korespondensi: trimurtiadi@gmail.com](mailto:trimurtiadi@gmail.com), minovma@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Percobaan-percobaan kelistrikan yang menggunakan buah-buahan, banyak dikonsumsi oleh masyarakat untuk menyalakan sebuah bola lampu maupun lampu LED dewasa ini semakin banyak dilakukan. Buah yang diujicobakan untuk menghasilkan listrik juga beragam, misalnya; jeruk lemon, pisang, apel, dan kentang. Suatu temuan yang sangat kreatif dan inovatif dapat memberikan pengetahuan pada masyarakat sehingga menjadi lebih cerdas lagi dalam memanfaatkan apa yang ada di lingkungan sekitarnya. Masyarakat masih sangat tergantung pada penyediaan listrik oleh PLN, dan menganggap bahwa tanpa listrik dari PLN hidup menjadi sangat sulit. Ketergantungan ini sampai pada hal yang sekecil-kecilnya, misalnya dalam kondisi darurat untuk mengisi baterai telepon seluler (ponsel) saat listrik dari PLN padam atau berada pada kondisi darurat yang jauh dari sumber listrik, banyak yang merasa sangat panik. Dengan demikian, dirasa perlu mencari sumber daya listrik alternatif yang berasal dari lingkungan. Salah satu alternatif itu adalah dari buah-buahan. Hasil eksperimen dari beberapa buah-buahan yang mengandung tingkat keasaman tinggi, seperti jeruk manis, jeruk nipis, jeruk lemon, dan belimbing wuluh, didapatkan keragaman hasil besaran tegangan maupun arus listrik. Tegangan pada masing-masing buah akan semakin besar jika disusun secara seri, sehingga dapat menyalakan sebuah lampu LED. Pada susunan paralel, tegangan yang dihasilkan cenderung konstan, dan arus yang mengalir cenderung lebih besar. Dari hasil eksperimen ini selanjutnya dapat diteliti lebih jauh cara mendapatkan energi listrik yang secara signifikan lebih besar dengan teknik penyusunan rangkaian secara seri maupun paralel pada masing-masing buah. Berdasarkan data hasil eksperimen, rangkaian seri pada buah-buahan yang keasamannya lebih tinggi akan memberikan hasil tegangan yang lebih besar. Dengan demikian dari data-data tersebut dapat ditentukan besarnya energi yang tersedia pada masing-masing buah.

Kata kunci: sumber listrik alternatif, tegangan, arus, daya

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tantangan era industri 4.0 dewasa ini akan dipengaruhi oleh sejauh mana para ahli maupun pakar ilmu pengetahuan dan teknologi mencari dan menemukan solusi pemecahan masalah sehingga dapat tercipta keragaman teknologi sebagai usaha untuk kesejahteraan umat manusia. Salah satu kebutuhan manusia yang utama adalah energi. Saat ini listrik adalah sumber energi yang utama yang dibutuhkan oleh kehidupan manusia. Dengan semakin berkurangnya sumber energi dari bahan fosil seperti minyak bumi, dilakukannya berbagai usaha untuk menciptakan sumber energi baru yang disebut dengan Energi Baru dan Terbarukan EBT. Di Indonesia sendiri penggunaan EBT masih sekitar 6,8%. Demi mengatasi kurangnya sumber energi listrik, kita dapat melakukan penggantian sumber energi listrik dari PLN dengan sesuatu yang dapat dibudidayakan.

Sumber energi listrik yang berasal dari sebuah pohon kedondong maupun buah-buahan lain telah diteliti kemungkinannya sebagai sumber energi alternatif. Dari penelitian mengenai energi listrik alternatif dari buah-buahan dapat diterangkan berdasarkan Ilmu Kimia, bahwa hampir semua buah yang asam memiliki kandungan elektrolit.

Pada tahun 1884 Svante Arrhenius mengemukakan teori tentang elektrolit yang sampai saat ini masih digunakan. Larutan elektrolit dalam air terdisosiasi menjadi partikel-partikel yang bermuatan positif dan negatif yang disebut dengan ion. Jumlah ion bermuatan positif akan selalu sama dengan jumlah ion bermuatan negatif, sehingga muatan pada ion-ion dalam larutan bersifat netral. Ion-ion inilah yang bertugas untuk menghantarkan listrik. Pada percobaan yang dilakukan Michael Faraday larutan elektrolit tersebut memberikan gejala kelistrikan yaitu berupa lampu yang dapat menyala, dan timbulnya gelembung gelembung gas dari dalam larutan.

Pemanfaatan keragaman sumber energi listrik dari buah dan pohon yang ada di lingkungan sekitar dewasa ini masih sangat kecil. Hal ini mungkin karena masyarakat belum begitu terbiasa dengan teknologi yang dapat dikuasai atau bahkan belum mempunyai kemampuan yang cukup untuk menciptakan teknologi baru. Sumber energi listrik alternatif ini dapat membantu masyarakat dalam keadaan darurat seperti untuk kebutuhan darurat, saat listrik mati atau tidak ada sumber lain, antara lain, sebagai *charger* ponsel, menyalakan lampu, dan lain-lain.

Dari hasil uji coba tiga macam jeruk, yaitu jeruk nipis, jeruk manis (keprok), jeruk lemon, dan belimbing wuluh, serta kentang, telah diketahui bahwa berbagai buah yang memiliki rasa asam mengandung senyawa dengan rumus kimia $C_6H_8O_7$ dan dapat menghasilkan sumber energi listrik (Purnomo, 2010; Susanto; Wiwid (2010). Parameter listrik yang ada dapat dilihat dari besarnya tegangan (V), besarnya arus (i), dan waktu (t), sehingga dapat diketahui ketersediaan energi listrik yang terkandung dalam buah-buahan tersebut. Hal ini yang memotivasi penulis untuk menyajikan materi tentang potensi energi listrik yang tersedia di berbagai buah-buahan.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa besar daya listrik yang tersedia pada beberapa buah-buahan yang diuji-coba?
2. Berapa besarnya tegangan dan arus listrik yang tersedia pada beberapa buah-buahan yang diujicoba?

Tujuan Penelitian

Peneliti sebagai pendidik (guru) perlu memberikan informasi pada semua pendidik melakukan kegiatan yang mengasah kemampuan siswa sehingga menjadi terampil, kreatif, dan inovatif, untk menghasilkan karya, karsa, dan cipta. Adapapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui dan menginformasikan kepada siswa maupun masyarakat besarnya daya pada beberapa buah-buahan uji coba; dan
2. Untuk mengetahui dan menginformasikan kepada siswa maupun masyarakat besarnya tegangan dan arus listrik pada beberapa buah-buahan uji coba.

Manfaat Penelitian

Ada dua manfaat yang ingin peneliti kemukakan sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis, yaitu memberikan nilai-nilai paradigma baru maupun inovasi baru konsep kelistrikan dari sumber buah-buahan yang ada di lingkungan sekitar kepada para pendidik untuk menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan makna yang dapat memberikan arti yang bermanfaat bagi peningkatan kinerja dan kualitas sumber daya manusia.
2. Manfaat praktis, yaitu sebagai contoh bahwa keterampilan, kreatifitas, dan inovasi para pendidik dapat meningkatkan pengembangan dan menciptakan karya, karsa, dan cipta ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga mampu mengembangkan potensi siswa dan sumberdaya manusia menuju penguasaan teknologi yang mendunia.

Kajian Pustaka

Larutan Elektrolit Kuat dan Larutan Elektrolit Lemah

Dikenal dua macam larutan elektrolit, yaitu larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah (Gunawan, 1988). Perbedaan dari kedua larutan ini adalah daya hantarnya ketika konsentrasi kedua jenis elektrolit ini sama. Pada elektrolit kuat, elektrolit dapat terurai dengan sempurna atau hampir sempurna menjadi ion-ion dalam pelarutnya. Larutan elektrolit kuat yaitu senyawa-senyawa mudah larut dalam air, seperti garam anorganik, NaCl, KBr, CuCl₂, Ca(NO₃)₂, dan (NH₄)₂S; basa kuat, NaOH, Ba(OH)₂; dan asam kuat, seperti HCl, dan H₂SO₄. Pada larutan elektrolit lemah, elektrolit hanya dapat terurai sebagian kecil menjadi ion-ion dalam pelarutnya. Elektrolit lemah dapat berupa senyawa-senyawa asam lemah dan basa lemah, seperti H₂C₂O₄, CH₃COOH, N₂H₄, dan NH₃. Secara kuantitatif, kuat lemahnya elektrolit dapat dinyatakan sebagai derajat ionisasi/derajat disosiasi, $\alpha = (\text{jumlah mol zat yang terionisasi atau terdisosiasi}) / (\text{jumlah mol zat yang dilarutkan mula-mula})$ (Gunawan, 1988). Batas nilai α untuk larutan elektrolit lemah adalah $0 < \alpha < 1$. Jika nilai $\alpha = 1$, berarti dinamakan larutan elektrolit kuat yang terionisasi/terdisosiasi sempurna, sedangkan yang terionisasi hampir sempurna, nilai α mendekati 1. Larutan dikatakan non elektrolit, jika nilai $\alpha = 0$.

Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

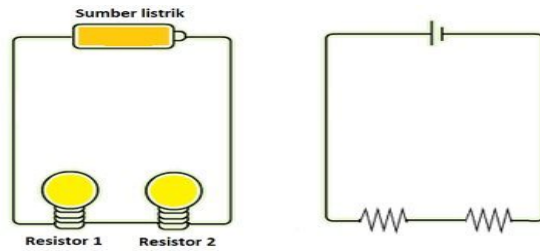
Svante Arrhenius, ahli kimia dari Swedia mengemukakan teori elektrolit pada tahun 1884 yang sampai saat ini teori tersebut tetap bertahan, padahal ia hampir saja tidak diberikan gelar doktornya di Universitas Upsala, Swedia, karena mengungkapkan teori ini. Menurut Arrhenius, larutan elektrolit dalam air terdisosiasi ke dalam partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion (ion positif = kation dan ion negatif = anion). Jumlah muatan ion positif akan sama dengan jumlah muatan ion negatif, sehingga muatan ion-ion dalam larutan menjadi netral. Ion-ion itu bertugas menghantarkan arus listrik. Larutan ini memberikan gejala berupa menyalanya lampu atau timbulnya gelembung gas dalam larutan. Larutan elektrolit bersumber dari senyawa yang mempunyai ikatan ion atau senyawa yang mempunyai ikatan kovalen polar. Daya hantar listrik larutan elektrolit bergantung pada jenis dan konsentrasinya. Beberapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik dengan baik meskipun konsentrasinya kecil, dan larutan seperti ini dinamakan larutan elektrolit kuat. Sedangkan larutan elektrolit yang mempunyai daya hantar lemah meskipun konsentrasinya tinggi dinamakan larutan elektrolit lemah. Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sempurna (derajat ionisasi = 1) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut banyak mengandung ion penghantar listrik. Pada persamaan reaksi, ionisasi elektrolit kuat ditandai dengan anak panah satu arah ke kanan, misalnya: $\text{NaCl(s)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

Energi listrik selain dapat diperoleh dari bahan nonorganik, juga dapat diperoleh dari bahan organik, seperti buah. Kita dapat menggunakan buah jeruk nipis sebagai sumber listrik pengganti baterai. Jeruk nipis seperti halnya sebuah baterai mengandung asam yang bersifat elektrolit yang dapat menghasilkan energi listrik. Ketika reaksi kimia antara asam pada jeruk nipis dan lempengan-lempengan berlangsung, pada saat itulah energi listrik dapat dihasilkan. Lempengan-lempengan yang digunakan berfungsi sebagai elektroda negatif (paku yang terbuat dari besi) dan elektroda positif (uang logam dari tembaga).

Rumus pada Rangkaian Seri

Rangkaian Seri

Rangkaian seri merupakan sebuah rangkaian listrik yang komponennya disusun secara berderetan hanya melalui satu jalur aliran listrik. Contohnya adalah sebuah rangkaian yang memiliki dua resistor, tapi hanya terdapat satu jalur kabel untuk mengalirkan listrik seperti pada Gambar 1.



Gambar 1
Rangkaian Seri

Pada rangkaian seri, arus listrik yang mengalir besarnya sama pada tiap elemen dan dirumuskan dengan:

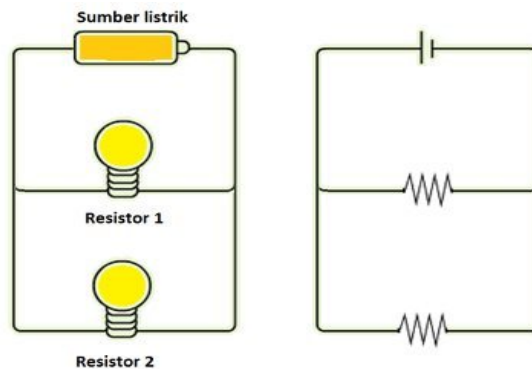
$$I_{masuk} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n = I_{keluar}$$

Total hambatan resistor pada rangkaian seri merupakan penjumlahan masing-masing hambatannya yang dirumuskan dengan:

$$R_{seri} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel merupakan sebuah rangkaian listrik yang komponennya disusun sejajar dimana terdapat lebih dari satu jalur listrik (bercabang) secara paralel. Gambar 2 menunjukkan sebuah rangkaian paralel, yang memiliki dua resistor dimana terdapat satu jalur kabel untuk setiap resistor.



Gambar 2
Rangkaian Paralel

Sesuai dengan Hukum Kirchoff 1, arus listrik yang masuk harus sama dengan arus keluar. Sehingga pada rangkaian paralel besarnya arus sebelum masuk ke cabang sama dengan besar arus setelah keluar dari cabang dan dirumuskan dengan:

$$I_{masuk} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Sesuai dengan Hukum Ohm, maka total hambatan resistor pada rangkaian paralel merupakan jumlah dari kebalikan hambatan tiap-tiap komponen dan dirumuskan dengan:

$$\frac{1}{R_{\text{paralel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen untuk memperoleh data di lapangan. Pengukuran hasil eksperimen akan dihitung dengan menggunakan rata-rata untuk setiap variabel dengan pengukuran berulang minimal 5 kali dengan menggunakan persamaan (Arkundarto, dkk. 2007):

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

atau

$$\text{Mean } (\bar{x}) = \frac{\text{Jumlah datum}}{\text{Banyak datum}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Data hasil eksperimen akan disajikan dalam bentuk tabulasi. Alat dan bahan yang diperlukan dapat dibaca pada Tabel 1.

Tabel 1
Nama Alat dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	Kawat Tembaga	7 buah
2	Paku	7 buah
3	Penjepit buaya	10 buah
4	Jeruk nipis	4 buah
5	Pisau	1 buah
6	Multimeter	1 buah
7	Jeruk Lemon	4 buah
8	Jeruk Manis	4 buah
9	Blimbing wuluh	10 buah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen didapatkan data dari tiga macam buah jeruk untuk tegangan (V), Arus (I), dan Daya (P).

Tabel 2
Data Hasil Rangkaian

No.	Rangkaian Seri	Tegangan (V)	Arus (I)/ μA	Daya (P)/watt
1.	1 buah jeruk nipis	1,1	37	$4,07 \cdot 10^{-5}$
2.	Seri dari 2 buah jeruk nipis	1,8	35	$6,30 \cdot 10^{-5}$
3.	Seri dari 3 buah jeruk nipis	2,2	36	$7,92 \cdot 10^{-5}$
4.	1 buah jeruk manis	0,5	20	10^{-5}
5.	Seri dari 2 buah jeruk manis	1,4	22	$3,08 \cdot 10^{-5}$
6.	Seri dari 3 buah jeruk manis	2,0	23	$4,60 \cdot 10^{-5}$
7.	1 buah jeruk Lemon	0,9	50	$4,50 \cdot 10^{-5}$
8.	Seri dari 2 buah jeruk Lemon	1,7	55	$9,35 \cdot 10^{-5}$

No.	Rangkaian Seri	Tegangan (V)	Arus (I)/ μA	Daya (P)/watt
9.	Seri dari 3 buah jeruk Lemon	2,4	53	$1,27 \cdot 10^{-4}$
10.	1 buah belimbing wuluh	1,0	49	$4,9 \cdot 10^{-5}$
11.	Seri dari 2 buah belimbing wuluh	1,6	48	$7,68 \cdot 10^{-5}$
12.	Seri dari 3 buah belimbing wuluh	2,0	49	$9,80 \cdot 10^{-5}$

No.	Rangkaian Paralel	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
1.	1 buah jeruk nipis	0,83	38	$3,15 \cdot 10^{-5}$
2.	2 buah jeruk nipis	0,82	60	$4,92 \cdot 10^{-5}$
3.	3 buah jeruk nipis	0,83	125	$1,04 \cdot 10^{-4}$
4.	1 buah jeruk manis	0,7	20	$1,4 \cdot 10^{-5}$
5.	2 buah jeruk manis	0,9	44	$3,96 \cdot 10^{-5}$
6.	3 buah jeruk manis	1,05	100	$1,05 \cdot 10^{-4}$
7.	1 buah jeruk Lemon	1,0	55	$5,50 \cdot 10^{-5}$
8.	2 buah jeruk Lemon	1,1	115	$1,27 \cdot 10^{-4}$
9.	3 buah jeruk Lemon	1,1	175	$1,92 \cdot 10^{-4}$
10.	1 buah belimbing wuluh	1,0	49	$4,90 \cdot 10^{-5}$
11.	2 buah belimbing wuluh	1,0	100	$1,0 \cdot 10^{-4}$
12.	3 buah belimbing wuluh	1,1	146	$1,61 \cdot 10^{-4}$

Data pada Tabel 2 menunjukkan, untuk buah jeruk dan blimbing wuluh pada rangkaian seri cenderung semakin besar tegangannya sesuai dengan banyaknya rangkaian, sedangkan arus pada rangkaian seri cenderung konstan pada setiap masing-masing buah. Lain halnya dengan buah jeruk dan blimbing wuluh yang disusun secara paralel, hasil yang diperoleh merupakan kebalikan dari rangkaian seri. Pada rangkaian paralel tegangan yang dihasilkan cenderung sama, sedangkan besarnya arus cenderung bertambah besar, tergantung dari banyaknya rangkaian.

Daya (P) yang dihasilkan untuk rangkaian seri maupun rangkaian paralel sangat dipengaruhi oleh nilai tegangan (V) maupun arus (I). Besarnya daya yang dihasilkan oleh rangkaian seri sangat dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang dihasilkan, semakin banyak rangkaiannya semakin besar daya yang dihasilkan, dan arus (I) cenderung konstan.

Kecenderungan tegangan (V) pada rangkaian paralel ini adalah konstan, sedangkan arus (I) total yang mengalir dalam rangkaian merupakan deret hitung dari banyaknya rangkaian yang ada, sehingga makin banyak rangkaian makin besar nilai arusnya. Daya (P) sesuai dengan banyaknya rangkaian, makin banyak rangkaian makin besar daya yang diperoleh.

Sebuah lampu LED akan menyala pada tegangan 3sd4 buah rangkaian seri buah jeruk nipis dan 3sd4 buah blimbing wuluh. Kedua macam buah ini walaupun sama-sama asam rasanya namun potensial listriknya sangat berbeda dalam hal ketersediaan energinya. Energi yang dimaksud adalah berapa lama rangkaian sumber listrik itu dapat menghidupkan sebuah lampu atau mentransfer energinya pada sebuah lampu (LED).

Pada Tabel 2 rangkaian seri maupun rangkaian paralel dari beberapa buah menghasilkan tegangan dan arus yang cukup signifikan. Walaupun secara teori terdapat ketidaksesuaian deret dari jumlah tegangan pada rangkaian seri sebagai deret hitung,

namun dapat dimaklumi bahwa setiap buah meskipun sama mempunyai tingkat kualitas keasaman larutan yang berbeda-beda. Dengan demikian tegangan V maupun arus I yang didapatkan tidak tepat sama sebagaimana hasil dari penerapan Hukum Kirchoff dan Hukum Ohm tentang aliran arus dan tegangan, tetapi masih mengikuti hukum yang berlaku, yaitu:

1. Pada rangkaian seri arus total cenderung tetap atau konstan, sedangkan tegangan total cenderung semakin besar mengikuti deret hitung,
2. Pada rangkaian paralel arus total cenderung semakin besar mengikuti deret hitung, sedangkan tegangan total cenderung tetap atau konstan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sebagaimana pada rumusan masalah dan tujuan dari eksperimen ini, dimana data-data yang dihasilkan dari beberapa buah diantaranya jeruk nipis, jeruk manis, jeruk lemon, dan blimbing wuluh, dapat disimpulkan, bahwa;

1. Daya listrik yang dihasilkan oleh empat macam buah-buahan dengan rasa sangat asam secara signifikan cukup besar sehingga mampu digunakan untuk menyalakan lampu LED.
2. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh empat macam buah-buahan secara signifikan sangat besar, pada tataran rangkaian seri tegangan yang dihasilkan pada interval $\geq 2,0$ volt, sedangkan pada rangkaian paralel cenderung konstan $\leq 1,1$ volt. Namun arus listrik pada rangkaian seri cenderung kecil dibandingkan dengan arus listrik pada rangkaian paralel.

Saran

1. Sebaiknya gunakan jeruk yang tidak terlalu matang (berwarna hijau), karena jika sudah terlalu matang jeruk tersebut akan mengandung glukosa dan nilai keasamannya menjadi berkurang sehingga akan menghambat aliran listrik. Demikian juga untuk buah-buahan yang lainnya.
2. Sebelum anoda dan katoda dihubungkan dengan LED, ukur dahulu menggunakan multimeter atau AVO meter agar dapat mengetahui tegangan listrik (volt) yang dihasilkan. Gunakan LED yang sesuai dengan volt yang dihasilkan rangkaian tersebut.
3. Perlu dilakukan penelitian yang berlanjut dengan menggunakan teknologi yang lebih baik sehingga larutan elektrolit dari buah-buahan lebih dapat dimanfaatkan sebagai penelitian bidang IPTEK.

DAFTAR PUSTAKA

Arkundarto, Artoto, dkk. 2007. *Alat Ukur dan Metode Pengukuran*. Jakarta: Universitas Terbuka

Gunawan. 1988. *Kimia Larutan*. Jakarta: Depdikbud

Purnomo, Heri, 2010, "*Pengaruh Keasaman Buah Jeruk terhadap Konduktivitas Listrik*", vol.6 No.2 Juli 2010 : 276

Susanto. Cara Mudah Menghasilkan Listrik dari Buah Belimbing. [http://radensomad.com/caramudah menghasilkan listrik dari buah belimbing.html](http://radensomad.com/caramudah%20menghasilkan%20listrik%20dari%20buah%20belimbing.html). Diakses terakhir 03 September 2018

Wiwid, 2010. Eksperimen Membuat Baterai Dari Kentang

PENGARUH KOMBINASI BAHAN PENYUSUN TERHADAP PENURUNAN RASIO C/N DALAM KOMPOSTING TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)

Tejo Susanto¹, Adhi Susilo²

¹Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Bogor

²Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

email korespondensi: susanto.tejo@gmail.com

ABSTRAK

*Praktek pengolahan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan mengandalkan pengomposan alami tentu membutuhkan waktu yang lama sehingga laju keluar masuk limbah baru maupun yang sudah terdekomposisi untuk diaplikasikan kembali ke kebun menjadi tidak seimbang, hal ini dapat mengakibatkan permasalahan seperti tumpukan TKKS menjadi sangat besar dan berpotensi menjadi inang hama dan penyakit. Dengan bantuan fungsi dekomposer *Trichoderma spp.* - *Phanerochaete spp.* (FDTP) dan mengkombinasikan dengan bahan penyusun lain, limbah TKKS relatif dapat diolah secara efisien dan efektif untuk dijadikan kompos. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kombinasi TKKS, kotoran hewan (kohe) sapi, dan FDTP terhadap penurunan C/N rasio dalam proses komposting. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 (empat) perlakuan dan tiap perlakuan terdiri dari 3 (tiga) ulangan. Perlakuan tersebut antara lain P0 (hanya bahan TKKS) sebagai kontrol, P1 (TKKS+FDTP 1%), P2 (TKKS+Kohe sapi 75%+FDTP 1%), dan P3 (TKKS+Kohe sapi 75%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P2 yaitu penambahan kohe sapi 75% dan FDTP 1% terhadap bobot TKKS menghasilkan rerata penurunan C/N rasio yang paling cepat, sebesar 35,6 dibandingkan dengan P0 (47,75), P1 (43,13), dan P3 (41,78). Penelitian ini merupakan salah satu usaha untuk mencapai SDGs antara lain pemanfaatan kekayaan keaneka ragaman hayati Indonesia yaitu mikroorganisme dekomposer dan pemanfaatan outputnya yang berdampak positif terhadap upaya konservasi, pencegahan degradasi tanah, maupun ekonomi.*

Kata kunci: Limbah padat TKKS, C/N rasio, kompos TKKS

PENDAHULUAN

Komposting tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan upaya pemanfaatan limbah TKKS menjadi kompos yang pengaplikasiannya dapat dikembalikan ke kebun-kebun sawit sebagai penyuplai bahan organik tanah dan hara yang diperlukan tanaman. Potensi pemanfaatan limbah TKKS ini cukup besar seiring dengan pertumbuhan dan luas perkebunan kelapa sawit yang ada di negara kita. Upaya pemanfaatan limbah TKKS menjadi kompos ini selain dapat diterapkan oleh perkebunan-perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia, juga diharapkan dapat diadopsi oleh para petani dan dapat ditularkan ke kelompok tani-kelompok tani lain yang berada di sekitar perkebunan melalui KTNA maupun penyuluh.

Salah satu bentuk pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah dengan pengomposan yang dapat dilakukan dengan berbagai cara tanpa melupakan prinsip-prinsip dasar yang telah disepakati (Singh, Ibrahim, Esa, & Iliyana, 2010). Secara umum, kegiatan pengomposan merupakan kegiatan melapukkan bahan organik, secara alami atau dengan bantuan mikroba pendekomposer, dan cara pengaplikasiannya dengan mencampurkan mikroba tersebut ke dalam bahan organik yang akan dijadikan kompos.

Kegiatan pengomposan TKKS yang dilakukan secara alami atau dengan penambahan urea dan dihamparkan begitu saja di sekitar pengolahan pabrik kelapa

sawit tentu akan membutuhkan waktu dekomposisi yang relatif lama. Waktu dekomposisi yang lama ini menjadi sumber masalah ketika laju alur keluar limbah TKKS yang sudah terdekomposisi untuk diaplikasikan kembali ke kebun dan alur masuk limbah TKKS baru menjadi tidak seimbang. Hal ini dapat mengakibatkan tumpukan TKKS makin membumbung tinggi, sementara TKKS yang belum sepenuhnya terdekomposisi dengan baik, yang diaplikasikan kembali ke kebun sebagai mulsa, berpotensi dapat menjadi *host* bagi hama dan sumber penyakit tanaman .

Berdasarkan hal tersebut, pengelolaan limbah kelapa sawit khususnya limbah TKKS menjadi penting. Kegiatan pengomposan TKKS diharapkan dapat memecahkan permasalahan penanganan limbah tersebut. Output berupa kompos dapat dimanfaatkan kembali ke kebun-kebun, sehingga potensi pencemaranpun dapat diminimalisir.

Karakteristik TKKS yang memiliki kandungan selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,141%, dan abu 1,23% (*Irawati dkk, 2014*) dan C/N rasio bahan segarnya yang mencapai 87,6% dengan kandungan C nya yang mencapai 56,94% memberikan peran terhadap lamanya limbah ini terdekomposisi. Lamanya waktu dalam pengomposan tentu berimbang pada membengkaknya biaya-biaya operasional lainnya. Adanya perlakuan kombinasi dengan tambahan bahan penyusun kotoran hewan (kohe) sapi dan bahan pendekomposer diharapkan dapat memberikan perbandingan dan gambaran nyata tentang proses *composting* TKKS serta dapat memberikan solusi dalam mengambil pilihan terbaik dalam mengomposkan TKKS . Penyediaan kohe sapi sebagai bahan campuran dalam komposting TKKS dipilih karena selain potensi limbah kohe sapi yang relatif cukup besar, juga diharapkan dapat menjadi stimulus tambahan dalam mempercepat proses pengomposan TKKS.

Pemakaian kohe sapi sebagai bahan kombinasi untuk dicampurkan dengan dengan bahan utama TKKS merupakan salah satu langkah untuk menurunkan C/N rasio bahan komposting, meski penurunan C/N bukan satu-satunya indikator dalam menentukan matangnya kompos (*Darmono, 2018*). Jika indikator kematangan kompos hanya didasarkan pada nilai C/N, tentu rekayasa penambahan N terhadap bahan TKKS secara matematis dapat menurunkan C/N dengan cepat. Bila C/N rendah namun secara fisik bahan tersebut belum tampak terdegradasi secara signifikan tentu bahan tersebut belum dapat dikatakan menjadi kompos dan hanya dapat berfungsi sebagai mulsa. Dan jika bahan tersebut diaplikasikan ke kebun akan berpotensi besar menimbulkan masalah baru, antara lain karena masih adanya kerja proses dekomposisi pada bahan tersebut maka akan berpotensi terjadi fluktuasi suhu dan gas yang dikeluarkan, tempat berkembang biak hama tanaman, dan tempat berkembangnya sumber patogen.

Indikator penurunan C/N rasio diukur setelah proses pengomposan dilakukan, sedangkan pencampuran bahan TKKS dengan kohe sapi diharapkan dapat menurunkan

nisbah C/N bahan mentah sehingga mendekati nisbah optimal dalam pengomposan. Dalam pengomposan secara umum, indikator kompos matang harus dilihat secara menyeluruh, bukan hanya rendahnya rasio C/N namun juga harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- terjadi perubahan warna bahannya yang umumnya menjadi kehitaman atau coklat kehitaman, yang menandakan bahan tersebut telah mengalami proses pelapukan;
- terjadi perubahan bau menjadi bau yang tidak terlalu kuat dan tidak menyengat, karena bau menyengat menandakan proses dekomposisi masih berlangsung;
- tingkatan suhu sudah mendekati suhu pada saat awal pengomposan;
- terjadi penyusutan bahan sehingga perubahan berat jenis (berat/volume) menjadi lebih ringan, tekstur bahannya menjadi lebih remah, jika bahan berserat tinggi seratnya menjadi lebih mudah diputus-putus; dan
- terjadi perubahan kandungan secara kimia dan biologis yang identik dengan karakteristik bahan kompos, bahan pendekomposer, dan lingkungan dimana pengomposan dilakukan.

Waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan pengomposan bervariasi tergantung dari karakteristik bahan, ukuran bahan, lingkungan, jenis mikroba pendekomposer dan organisme lain. Pencacahan bahan untuk memperkecil bahan dan penggunaan fungi pendegradasi selulosa dan lignin diharapkan dapat mempercepat proses dekomposisi menjadi kurang dari 3 (tiga) bulan. Bahan dengan kandungan serat dan lignin yang tinggi biasanya memerlukan waktu degradasi yang lebih lama, sehingga keberadaan mikroba perombak lignin dan selulosa dalam jumlah yang memadai akan sangat membantu proses degradasi (Darmono, 2018).

Mikroba yang digunakan dalam pengomposan adalah jamur *Trichoderma spp* dan jamur pelapuk putih *Phanerochaete chrysosporium*. Fungi pelapuk putih memiliki kemampuan yang unik untuk depolimerisasi, memecah ikatan C-C, memineralsasi lignin dengan enzim ligninolitiknya (Isroi dkk. dalam Chandra & Hendro, 2016). Kemampuan mendegradasi lignin disebabkan adanya aktivitas ekstraseluler ligninolitik, enzim yang berperan dalam proses degradasi terdiri dari lignin peroksidase (LiP), mangan peroksidase (MnP), dan lakase. Sedangkan *Trichoderma spp* dikenal sebagai fungi penghasil enzim hidrolitik, selulase, pektinase, dan xilanase yang mampu mendegradasi polisakarida kompleks seperti selulosa, pektin, hemiselulosa, dan xilan (Rasti dan Heru, 2017). Menurut Rasti dan Heru (2017), faktor utama dalam pengomposan aerobik meliputi:

- aerasi, berperan penting dalam suplai oksigen dan pelepasan panas terutama setelah fase termofilik agar tidak terjadi *overheated* yang dapat menghambat mikroba perombak;
- ketersediaan oksigen, yang optimal pada kisaran 10%-18% dengan toleransi pada kisaran 5%-20%, dan pembalikan, yaitu upaya untuk menjaga ketersediaan oksigen, karena jika kekurangan oksigen maka mikroorganisme anaerobik akan lebih dominan;
- kadar air dan udara pada tumpukan kompos, di mana kadar air atau kelembaban ideal berkisar 40%-60% dan terbaik pada 50%;
- nilai rasio C/N dan lignin, jika makin tinggi nilai C/N dan makin tinggi kadar lignin akan menyebabkan makin lama waktu pengomposan;
- derajat keasaman (pH), yang ideal dalam pengomposan adalah pH berkisar antara 6-8 dengan toleransi antara 5-12, dan yang optimum berkisar 6,5-7,5;
- temperatur dan tinggi tumpukan, di mana temperatur menyebabkan terjadi dua fase pengomposan yaitu fase mesofilik (23°C-45°C) dan fase termofilik (45°C-60°C); sedangkan tingginya tumpukan berperan dalam memerangkap panas yang timbul; dan
- ukuran bahan yang dikomposkan, yaitu semakin kecil ukuran partikel akan semakin luas permukaannya dan semakin banyak jumlahnya yang dicerna oleh mikroorganisme.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi bahan terhadap tingkat penurunan nilai C/N dalam proses komposting TKKS. Penambahan fungi pendekomposer *Trichoderma spp.* dan *Phanerochaete spp.* (FDTP) juga diharapkan dapat mempercepat penurunan nilai C/N dalam proses pengomposan TKKS. Pengomposan dilakukan secara aerobik dengan menggunakan model *windrow*, yaitu suatu model pengomposan sederhana yang relatif mudah untuk diterapkan, dengan biaya yang murah, dan dapat dilakukan di tempat terbuka.

Kegiatan pengomposan dengan menggunakan mikroba pendekomposer ini adalah sebagai upaya untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) khususnya dalam hal pemanfaatan mikroorganisme pendekomposer. Pemanfaatan fungi sebagai pendegradasi limbah pertanian diharapkan dapat mengatasi permasalahan dalam pengomposan dan memberikan *multiplier effect*, baik sebagai bagian dari upaya konservasi, pencegahan degradasi tanah, maupun keuntungan ekonomis.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Dalam kegiatan pengomposan TKKS ini dilakukan dengan berbagai perlakuan, baik dengan atau tanpa kombinasi dengan bahan kohe sapi dan substrat fungi dekomposer *Trichoderma spp.* dan *Phanerochaete spp.* (FDTP)

Dalam kegiatan ini bahan-bahan yang digunakan meliputi TKKS, kohe sapi, dan substrat FDTP sebagai bio aktivatornya. Bahan TKKS yang digunakan setiap perlakuan sebanyak 200 kg, kohe sapi sekitar 150 kg pada masing-masing perlakuan kombinasi, dan 2 kg substrat FDTP yang berisi biakan murni *Trichoderma spp* dan *Phanerochaete spp.* sebanyak 0,3% dari total berat substrat (kepadatan spora sekitar 10^7 cfu/gr dan 10^5 cfu/gr) pada masing-masing perlakuan kombinasi.

Alat-alat yang digunakan meliputi terpal penutup, kotak bambu penahan, alat ukur higrometer, pH meter, termometer, pipa 3/4" sepanjang 1 meter sebagai alat bantu, alat cacah bahan TKKS, tali rafia, meteran, ember, alat tulis, sarung tangan, timbangan, dan alat dokumentasi.

Pengambilan Contoh

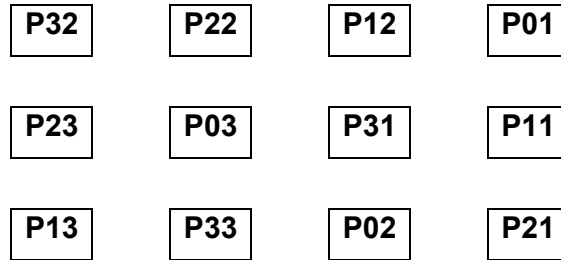
Contoh bahan awal diambil secara komposit sebanyak 1 kg, sedangkan saat proses pengomposan pengambilan contoh diambil secara komposit pada tiap perlakuan dengan posisi titik atas (tengah (3 titik), 2 titik yang berbeda pojok kanan, 2 titik yang berbeda pojok kiri), tengah (tengah (3 titik), 2 titik yang berbeda pojok kanan, 2 titik yang berbeda pojok kiri), dan bawah (tengah (3 titik), 2 titik yang berbeda pojok kanan, 2 titik yang berbeda pojok kiri). Pengambilan contoh untuk keperluan pengukuran rasio C/N.

Cara Pengukuran

- Pengukuran yang dilakukan meliputi:
- suhu, dengan menggunakan termometer dengan alat bantu pipa sehingga dapat menjangkau titik tengah dan pinggir tumpukan, titik atas dan bawah tumpukan;
- kelembaban, dengan menggunakan higrometer dengan alat bantu pipa sehingga dapat menjangkau titik tengah dan pinggir tumpukan, titik atas dan bawah tumpukan;
- pH, dengan menggunakan pH meter pada titik atas, tengah, dan bawah;
- tinggi tumpukan, yang diukur dengan menggunakan meteran untuk mengetahui tingkat penyusutan;
- bobot akhir bahan kompos; dan
- rasio C/N diukur di laboratorium.

Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 (empat) perlakuan, masing-masing perlakuan terdiri dari 3 (tiga) ulangan, denah penelitian sebagai berikut:



Gambar 1
Denah penelitian *ex-situ*

Keterangan :

P01 = Perlakuan ke-1 sebagai kontrol, ulangan ke-1 (TKKS)
P02 = Perlakuan ke-1 sebagai kontrol, ulangan ke-2 (TKKS)
P03 = Perlakuan ke-1 sebagai kontrol, ulangan ke-3 (TKKS)
P11 = Perlakuan ke-2 ulangan ke-1 (TKKS + FDTP 1%)
P12 = Perlakuan ke-2 ulangan ke-2 (TKKS + FDTP 1%)
P13 = Perlakuan ke-2 ulangan ke-3 (TKKS + FDTP 1%)
P21 = Perlakuan ke-3 ulangan ke-1 (TKKS + kohe 75% + FDTP 1%)
P22 = Perlakuan ke-3 ulangan ke-2 (TKKS + kohe 75% + FDTP 1%)
P23 = Perlakuan ke-3 ulangan ke-3 (TKKS + kohe 75% + FDTP 1%)
P31 = Perlakuan ke-4 ulangan ke-1 (TKKS + kohe 75%)
P32 = Perlakuan ke-4 ulangan ke-2 (TKKS + kohe 75%)
P33 = Perlakuan ke-4 ulangan ke-3 (TKKS + kohe 75%)

Pengomposan dilakukan tanpa pembalikan, dengan asumsi ukuran bahan yang tidak terlalu kecil (variasi ukuran 5 cm – 20 cm) bila ditumpuk tidak akan terlalu padat dan tidak mengganggu aerasi.

Tahapan Cara Kerja

Tahapan kegiatan pengomposan adalah sebagai berikut.

1. Mencacah TKKS menjadi serpihan dengan ukuran bervariasi sekitar 5-20 cm sebanyak 2.400 kg;
2. Menyiapkan kohe sapi sebanyak 900 kg.
3. Menyiapkan substrat jamur FDTP, sebagai pendekomposer, sebanyak 12 kg.
4. Menyiapkan petak komposting sebanyak 12 petak, masing-masing dengan luas 1x1 m.
5. Pengomposan dilakukan secara aerobik dengan model *windrow* dengan luas 1x1m dan tinggi tumpukan sekitar 70-75 cm. d
6. Penumpukan bahan dilakukan menyesuaikan perlakuan yaitu sebagai berikut:
 - P0, bahan TKKS sebanyak 200 kg ditumpuk, dilakukan sebanyak 3 ulangan pada petak yang telah ditentukan.
 - P1, bahan TKKS sebanyak 200 kg dan FDTP 2 kg ditumpuk dimana setiap penuangan TKKS pada ketebalan sekitar 15 cm diselingi dengan penaburan

FDTP secara merata sehingga posisi kedua bahan berselang-seling dari bawah ke atas. Kegiatan ini dilakukan dengan 3 ulangan.

- P2, bahan TKKS sebanyak 200 kg, kohe sapi 150 kg, dan FDTP 2 kg ditumpuk, dimana penuangannya dilakukan seperti kegiatan P1 dengan ketebalan yang sama, posisi tiga bahan berselang-seling dari bawah ke atas. Setiap penuangan kohe, bahan tersebut diaduk-aduk agar tidak terlalu padat dan bercampur dengan TKKS yang berada di bawahnya. Kegiatan ini dilakukan dengan 3 ulangan.
 - P3, bahan TKKS sebanyak 200 kg dan kohe sapi 150 kg ditumpuk seperti P1, posisi kedua bahan berselang-seling dari bawah ke atas. Pada saat penuangan kohe, kohe diaduk-aduk agar tidak terlalu padat dan bercampur dengan TKKS yang berada di bawahnya. Kegiatan ini diulang sebanyak 3 kali pada petak yang telah ditentukan.
7. Penutupan tumpukan dengan terpal plastik, yang secara periodik dibuka untuk penyiraman, pengambilan sampel dan pengumpulan data, sekaligus untuk menambah asupan oksigen.
 8. Pemeraman tumpukan dilakukan selama 8 minggu.
 9. Minggu ke-7 dan ke-8 dilakukan pengamatan dan pengambilan sample yang dibutuhkan.

Parameter

Parameter utama yang digunakan dalam kegiatan ini adalah tingkat penurunan rasio C/N yang terjadi di antara 4 perlakuan di atas selama proses komposting selama 7 minggu (49 hari). Pengukuran C/N dilakukan di laboratorium (C Organik dengan metode Walkley and Black dan N dengan metode Kjeldahl).

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan setiap minggu, analisis data dilakukan dengan menggunakan Analisis Varian (Anova) satu faktor dan uji lanjut Analisis Perbandingan Ganda Bonferroni dengan menggunakan SPSS.

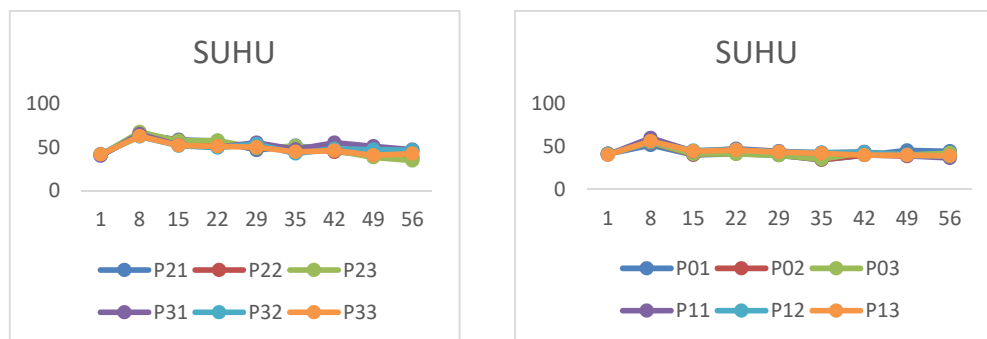
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pengomposan, mikroba membutuhkan karbon organik untuk pemenuhan energi dan pertumbuhan, dan nitrogen untuk pemenuhan protein sebagai zat pembangun sel metabolisme. Apabila nilai C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi akan berjalan lambat (Isroi

dalam Andes, dkk., 2012). Pendegradasian bahan organik secara aerob akan menghasilkan air, karbondioksida, hara, humus, dan energi.

Nilai C/N bahan TKKS awal mencapai 87,6; pencampuran komposisi bahan utama dengan bahan tambahan kohe sapi adalah upaya untuk mendekati C/N ideal agar terjadi penguraian yang maksimal. Penguraian dapat terjadi cepat jika kadar bahan komposting memiliki perbandingan C:N:P:K = 30:1:0,1:0,5. Senyawa N, P, dan K dibutuhkan dalam aktivitas metabolisme sel mikroba pendekomposer (Gaur dalam Diah dkk., 2006). Penghitungan C/N awal bahan penyusun kompos adalah jumlah besaran C pada bahan-bahan yang digunakan dikalikan dengan bobot masing-masing bahan (kg) kemudian dibagi dengan perkalian jumlah besaran N dan masing-masing bobot bahannya (kg). Selain tambahan bahan kohe sapi, inokulan FDTP diharapkan juga dapat mempercepat laju pendekomposisi bahan komposting.

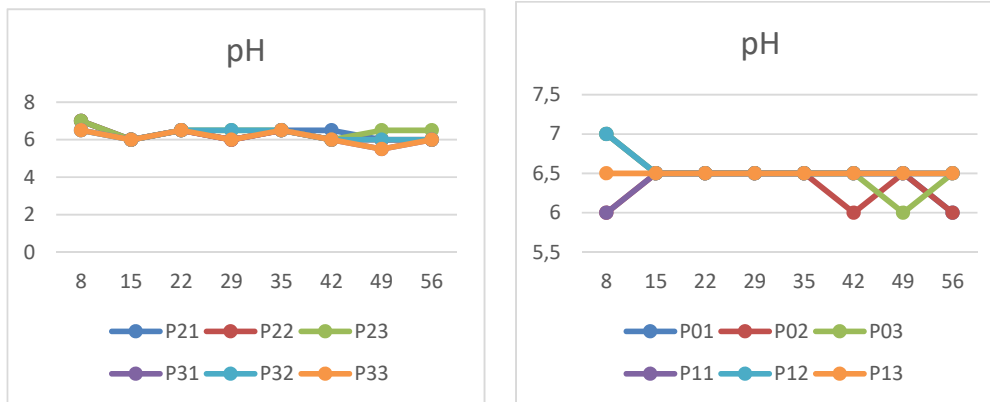
Proses pendegradasian bahan organik TKKS yang terkait dengan suhu berjalan melalui tahapan mesofilik, termofilik, dan pendinginan (Rasti & Heru, 2017). Proses pendegradasian bahan organik ini melibatkan banyak makhluk seperti mikroba (bakteri, actinomycetes, dan kapang), mesofauna, dan penampakan makrofauna (Arthropoda seperti milipede dan insekta). Makhluk hidup ini memiliki peran masing-masing mulai dari fase mesofilik, termofilik, hingga pendinginan dalam tahap pengomposan.



Gambar 1
Fluktuasi suhu selama pengomposan (°C)

Grafik suhu menunjukkan semua perlakuan bergerak menuju ke fase termofilik pada minggu pertama. Selanjutnya suhu menurun secara perlahan pada perlakuan P2 dan P3, dan penurunan suhu cukup drastis terjadi pada P1, serta penurunan suhu sangat drastis pada P0 (kontrol). Hingga minggu ke-8 P0 (kontrol) relatif stabil dengan fluktuasi suhu yang tidak signifikan dengan rerata 42,4°C, sedangkan pada P1, P2, dan P3 tercatat fluktuasi suhu yang tidak signifikan namun menunjukkan tren penurunan suhu secara perlahan dengan masing-masing rerata P1: 37,9°C, P2: 36,2°C, dan P3: 45,47°C. Berdasarkan tampilan suhu, semua perlakuan menunjukkan masih dalam fase pendekomposisi, walaupun P1 dan P2 menunjukkan tren penurunan suhu secara

perlahan. Rentang suhu masih dalam tahap pengomposan optimum, yaitu 30°C-60°C (Isroi dalam Nila dkk., 2013). Faktor suhu ditentukan oleh tinggi tumpukan, komposisi bahan penyusun, dan terpal penutup. Umumnya bagian dalam dan tengah tumpukan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan bagian pinggir atau permukaan tumpukan. Panas yang terperangkap dalam timbunan adalah penyebab naiknya temperatur tumpukan.



Gambar 2 pH

Faktor aerasi sangat berperan dalam pengomposan aerobik, juga kadar air yang terlalu tinggi dan ukuran bahan sangat menentukan dalam proses ini. Aerasi pengomposan yang terjaga dengan baik dapat mendukung ketersediaan oksigen, sehingga mikroba aerob dapat bekerja dengan maksimal (Zainudin et al., 2017). Kelembaban juga memegang peranan penting dalam proses pengomposan, baik untuk mendukung proses metabolisme mikroba juga secara tidak langsung berpengaruh terhadap penyediaan oksigen. Kelembaban yang ideal sekitar 40%-60%, karena pada kondisi ini akan didapat populasi mikroorganisme yang besar sehingga akan mempercepat proses pembusukan (Rasti & Heru, 2017). Kelembaban yang cukup tinggi dengan rerata > 60% yang ditemukan pada semua perlakuan, diduga menjadi faktor penghambat berkembangnya mikroba dan inokulan FDTP pada proses pengomposan ini.

Derajat keasaman (pH) pada P0 (kontrol) berkisar 6-7, dan mencapai kestabilan pada titik 6,5 pada minggu ke-2 hingga minggu ke-4. Pada minggu ke-7 pH pada kisaran 6-6,5. P1 berkisar 6-7 dan mencapai kestabilan pada titik 6,5 mulai minggu ke-2 hingga ke-7. Pada P2 terjadi fluktuasi dari minggu ke-2 hingga ke-6 pada kisaran 6-7, dan mulai stabil pada minggu ke-7 pada kisaran 6-6,5. Dan pada P3 terjadi fluktuasi pH mulai dari pengamatan minggu ke-2 hingga minggu ke-7 pada kisaran 5,5-6,5. Rentang pH dalam pengomposan ini masih dalam rentang pH yang ideal, yaitu kisaran 6-8 dan masih dalam batas toleransi minimum, yaitu 5 (Rasti & Heru, 2017).

Perlakuan kombinasi bahan penyusun dalam pengomposan selama 7 minggu (49 hari) mendapatkan data rasio C/N pada masing-masing perlakuan sebagai berikut:

Tabel 1
Rasio C/N Awal dan Rasio C/N Umur 49 Hari

	Awal	P01	P02	P03	P11	P12	P13	P21	P22	P23	P31	P32	P33
C/N	87,60	47,05	46,99	49,22	39,58	44,31	45,51	37,10	37,14	32,64	41,70	44,27	39,37

Dari data pada Tabel 1 didapatkan besaran tingkat rasio C/N masing-masing rerata perlakuan sebesar P0 = 47,753; P1 = 43,133; P2 = 35,627; dan P3 = 41,780. Data pada Tabel 1 tersebut menunjukkan nilai variasi antar kelompok perlakuan lebih besar daripada nilai variasi dalam kelompok perlakuan.

Tabel 2
Uji Anova

Dependent Variable: CN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	225,095	3	75,032	12,432	,002	,823
Error	48,283	8	6,035			

The F tests the effect of Perlakuan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Berdasarkan hasil perhitungan Anova pada Tabel 2, besaran nilai hitung F lebih besar sehingga terdapat varian perlakuan komposisi bahan penyusun dalam pengomposan TKKS yang memberikan perbedaan bermakna dalam penurunan rasio C/N.

Tabel 3
Uji lanjut Multiple Comparisons Bonferroni

Dependent Variable: CN

		95% Confidence Interval for Difference ^b				
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Lower Bound	Upper Bound
P0	P1	4,620	2,006	,301	-2,358	11,598
	P2	12,127*	2,006	,002	5,148	19,105
	P3	5,973	2,006	,106	-1,005	12,952
P1	P0	-4,620	2,006	,301	-11,598	2,358
	P2	7,507*	2,006	,034	,528	14,485
	P3	1,353	2,006	1,000	-5,625	8,332
P2	P0	-12,127*	2,006	,002	-19,105	-5,148
	P1	-7,507*	2,006	,034	-14,485	-,528
	P3	-6,153	2,006	,092	-13,132	,825
P3	P0	-5,973	2,006	,106	-12,952	1,005
	P1	-1,353	2,006	1,000	-8,332	5,625
	P2	6,153	2,006	,092	-,825	13,132

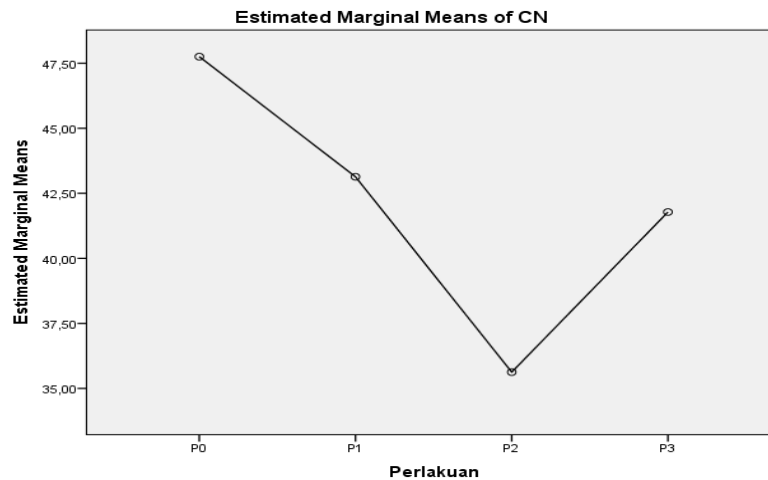
Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Dalam uji lanjut Perbandingan Ganda (*Multiple Comparisons*) Bonferroni memberikan gambaran perbandingan bahwa dalam masing-masing perlakuan kombinasi bahan penyusun komposting TKKS tidak ada perbedaan yang signifikan antara P1 (TKKS + FDTP 1%) dengan P0 (TKKS) dan P3 (TKKS + kohe sapi 75%), namun terdapat perbedaan yang signifikan dengan P2 (TKKS + kohe sapi 75% + FDTP 1%). Dengan kata lain, terdapat perbedaan yang signifikan antara P2 dengan P0 dan P1, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara P2 dan P3, serta tidak ada perbedaan yang signifikan antara P3 dengan semua perlakuan pada level 0,05.

Hal ini menggambarkan bahwa perlakuan kombinasi bahan penyusun P2 memberikan efek yang nyata dari sisi penurunan rasio C/N dibandingkan dengan P0 dan P1, meskipun tidak berpengaruh yang nyata dengan P3.



Gambar 3
Grafik Rasio C/N Pada Minggu ke-7

Penurunan rasio C/N pada pengomposan khususnya pengomposan TKKS hanya salah satu indikator tingkat kematangan kompos (Parveen Fatemeh et al., 2017). Indikator lain yang perlu diperhatikan adalah adanya perubahan warna, terjadinya perubahan bau, tingkatan suhu yang mendekati normal, terjadi penyusutan bahan, tekstur bahan komposting, dan perubahan kandungan kimia dan biologis. Data lain yang dapat ditampilkan selain rasio C/N adalah:

Tabel 4
Kondisi Fisik Pengomposan Setelah 7 Minggu

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rendemen
P0	Coklat kekuningan	Bau fermentasi lemah	Berserat	69,45%
P1	Coklat	Bau fermentasi	Berserat lemah	63,21%
P2	Coklat gelap	Bau fermentasi	Agak remah	50,4%
P3	Coklat kehijauan	Bau kohe lemah	Berserat	53,84%

Berdasarkan SNI 19-7030-2004 rasio C/N kompos adalah 10-20, sehingga pada semua perlakuan pengomposan pada umur 7 minggu belum mencapai tingkat kematangan sempurna, namun pada perlakuan P2 Dengan rerata C/N sekitar 35,6 dapat dikategorikan agak matang sehingga lebih baik dilakukan pemeraman dulu sebelum diaplikasikan ke lapangan. Untuk daerah-daerah tertentu aplikasi kompos tidak mutlak harus benar-benar matang, penggunaan pupuk organik dengan rasio C/N yang masih tinggi untuk tanaman perkebunan yang sudah menghasilkan tidak menjadi masalah, kecuali untuk aplikasi pembibitan dan lubang tanam harus menggunakan kompos yang benar-benar matang walaupun rasio C/N bahan awal sudah rendah (Darmono, 2018).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dalam proses komposting TKKS kombinasi bahan penyusun dengan bantuan bioaktivator FDTP dapat menstimulir penurunan rasio C/N sebagai salah satu indikator kematangan kompos. Aplikasi FDTP adalah bentuk pemanfaatan fungi untuk mendegradasi lignin dan selulosa. Prinsip kombinasi bahan penyusun dalam kegiatan proses pengomposan adalah menurunkan nisbah C/N awal sehingga mendekati nisbah C/N optimum dalam pengomposan. C/N rasio hasil pengomposan selama tujuh minggu belum optimum sehingga diperlukan waktu yang lebih lama lagi untuk menurunkan rasio C/N yang ideal.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan rancangan beberapa faktor, seperti beberapa varian perlakuan dosis kombinasi bahan penyusun, pendekomposer berbasis mikroba, dan faktor pembalikan dan tanpa pembalikan, untuk dapat ditemukan perlakuan yang efisien dan efektif dalam proses pengomposan TKKS.

DAFTAR PUSTAKA

Andes I; Nastiti SI; Suprihatin; Akhiruddin M; Aris F. (2012). "Faktor Rasio C/N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong." *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 22 (3):173-179 (2012).

- Chandra AP & Hendro Risdianto. (2016). "Pengaruh Aplikasi Jamur Pelapuk Putih Pada Biopulping Rami (*Boehmeria nivea*) Terhadap Kualitas Pulp Belum Putih." *Jurnal Selulosa Vol. 6 No. 2, Desember 2016*. Hal. 105-114. ISSN : 2088-7000
- Darmono, Taniwiryono. (2018). *Perkembangan Teknologi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Untuk Antisipasi Terhadap Perubahan Iklim di Perkebunan*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Diunduh dari <https://www.scribd.com/doc/38130174/C-N-ratio-seberapa-pentingkah-Kompos-dan-Mulsa> diakses tanggal 12 September 2018.
- Irawati S; Amir A; Itnawita. (2014). *Analisis Kualitas Kompos Dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Kotoran Ayam Menggunakan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan EM-4*. FMIPA Jurusan Kimia Kampus Binawidya Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia.
- Nila S; Adrianto A; Wisrayetti. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Starter Pada Pembuatan Kompos Dari Limbah Serat Buah Sawit Dengan Teknologi Biofertilizer*. Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Kampus Binawidya Panam, Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia.
- Parveen, F.R.; Embrandiri, A., Mahamad Hakimi, I.; Shahadat, M.; Hansen, S. B.; & Nur Naha Abu, M. (2017). "Bioremediation of Palm Industry Wastes Using Vermicomposting Technology: Its Environmental Application as Green Fertilizer." *Biotech*, 7(3), 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13205-017-0770-1>
- Rasti Saraswati & R Heru Praptana. (2017). "Percepatan Proses pengomposan Aerobik Menggunakan Biodekomposer." *Perspektif* Vol. 16 No.1/Juni 2017. Hlm. 44-57, ISSN : 1412-8004
- Singh, R. P.; Ibrahim, M. H.; Esa, N.; & Iliyana, M. S. (2010). "Composting of Waste from Palm Oil Mill: A Sustainable Waste Management Practice." *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 9(4), 331-344. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11157-010-9199-2>
- Zainudin, M. H.; Mohd, Ramli, N.; Hassan, M. A.; Shirai, Y.; Tashiro, K.; Tashiro, Y. (2017). "Bacterial Community Shift for Monitoring the Co-composting of Palm Oil Empty fruit Bunch and Palm Oil Mill Effluent Anaerobic sSudge." *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 44(6), 869-877. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10295-017-1916-1>

TINGKAT KEPEDULIAN NELAYAN PANCING DI PPN AMBON TERHADAP FAKTOR EKSTERNAL

Rinda Noviyanti¹, Meitha Monita Kaihatu², Lilian Sarah Hiariey³

¹FMIPA-Universitas Terbuka,

^{2,3}UPBJJ-Universitas Terbuka, Ambon

email korespondensi: rinda@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Masyarakat pesisir Ambon sebagian besar adalah nelayan. Alat tangkap yang mereka gunakan salah satunya adalah pancing. Faktor eksternal adalah faktor yang mempengaruhi kegiatan usaha penangkapan yang berada di luar kendali nelayan, diantaranya adalah kebijakan peraturan, permodalan, dan peran tenaga penyuluh. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan September di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Ambon. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepedulian nelayan pancing terhadap ke tiga faktor eksternal tersebut. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui kuesioner dan wawancara terhadap 53 orang nelayan pancing yang berkegiatan di PPN Ambon. Analisis dilakukan secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada 58,49% nelayan yang tidak tahu tentang perda yang berhubungan dengan usaha penangkapan. Untuk perda yang melindungi usaha penangkapan, ada 56,60% nelayan yang mengetahuinya. Dari segi permodalan, 66,04% nelayan memperolehnya dengan cara meminjam pada pihak lain. Sebanyak 49,06% meminjamnya pada pemilik kapal. Untuk kegiatan penyuluhan, kantor Dinas Penyuluhan rutin melakukannya, walaupun menurut 66,04% nelayan penyuluhan dilakukan tidak teratur waktunya. Materi penyuluhan yang banyak diikuti oleh nelayan adalah teknik penangkapan sebesar 43,40%. Keaktifan nelayan dalam kegiatan penyuluhan masih minim, yaitu hanya 50,94%. Kesimpulan penelitian ini adalah tingkat kepedulian nelayan terhadap faktor eksternal masih kurang.

Kata kunci: tingkat kepedulian, faktor eksternal, nelayan pancing, Ambon

PENDAHULUAN

Perairan Indonesia timur, dimana Ambon salah satunya, merupakan perairan yang terkenal dengan sumber daya ikannya yang masih melimpah. Banyak kapal-kapal berbendera asing yang menangkap ikan secara illegal di sana. Dengan melimpahnya sumber daya ikan yang ada, nelayan di ambon diberikan beberapa keuntungan. Salah satu keuntungannya adalah jarak jelajah mereka di laut tidak terlalu jauh, atau bisa dilakukan secara *one day fishing*.

Untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan yang ada, nelayan diharuskan menggunakan alat tangkap yang ramah lingkungan, salah satunya pancing. Teknik menangkap ikan dengan memancing adalah dengan memasang umpan pada kail, dan saat ikan memakan umpan tersebut pancing segera ditarik, sehingga ikan tersangkut di mata kail. Teknik ini sama sekali tidak merusak lingkungan, lain halnya dengan nelayan yang menggunakan bom atau racun.

Dalam melakukan usaha penangkapan ikan, nelayan membutuhkan kemampuan khusus yang merupakan faktor internal, dan juga faktor eksternal yang dapat mendukung kelancara usaha penangkapan. Faktor eksternal tersebut misalnya, peraturan pemerintah atau daerah (Perda), permodalan, penyuluhan, dan yang lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepedulian nelayan pancing terhadap faktor eksternal dalam melakukan usaha penangkapan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan September 2018 di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Ambon. Pengambilan data dilakukan secara random, dengan populasi seluruh nelayan pancing. Jumlah nelayan yang berhasil dijadikan responden ada 53 orang. Analisis dilakukan secara deskriptif, yaitu menampilkan distribusi frekuensi dan persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik individu yang dilihat dalam penelitian ini adalah sebaran umur dan tingkat pendidikan formal (Tabel 1 dan 2). Dari sebaran umur akan terlihat produktivitas dan kecakapan responden dalam mencermati kemajuan teknologi khususnya teknologi penangkapan ikan, sedangkan dari tingkat pendidikan akan terlihat kemampuan mereka dalam mengadopsi perkembangan teknologi.

Tabel 1
Sebaran Responden Berdasarkan Umur

Kategori Umur	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Remaja (umur 15 – 21 thn)	11	20,75
Dewasa dini (umur 21 – 40 thn)	32	60,38
Dewasa madya (umur 41 – 60 thn)	10	18,87
Lanjut usia (umur > 60 thn)	0	0
Total	53	100

Sumber: Hasil Analisis Data

Berdasarkan Tabel 1, terlihat 60,38% responden berusia dewasa dini yang menunjukkan bahwa lebih dari separuh responden berada dalam usia produktif. Rentang usia ini merupakan puncak kemampuan seseorang dalam beraktivitas, artinya kesehatan dan tenaga dalam keadaan kondisi yang prima. Setelah usia 40 tahun grafik tenaga sudah mulai menurun sedikit demi sedikit. Hal ini sangat berhubungan dengan nelayan yang dalam pekerjaannya sangat membutuhkan kerja fisik atau tenaga dibandingkan pikiran. Keadaan ini memperlihatkan bahwa nelayan pancing merupakan satu kekuatan dalam pemanfaatan sumber daya ikan di perairan Ambon.

Tabel 2
Sebaran Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan

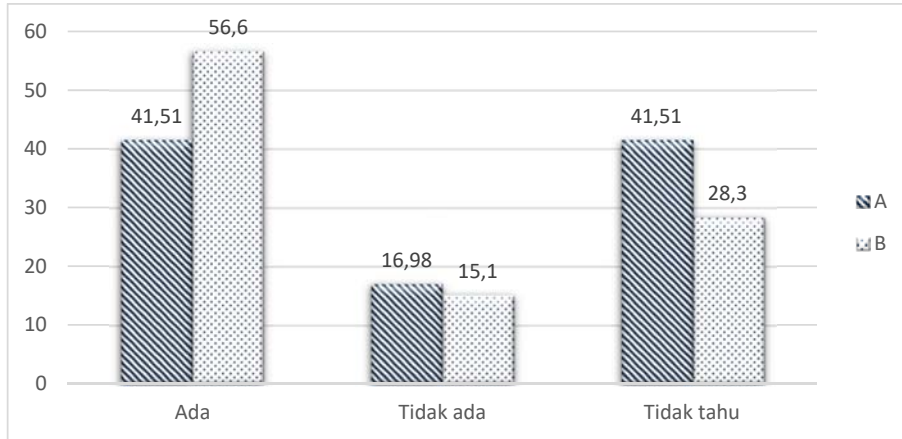
	Tidak tamat SD	Tamat SD	Tamat SMP	Tamat SMA	Jumlah
Jumlah responden (n)	12	12	17	12	53
Persentase (%)	22,64	22,64	32,08	22,64	100

Sumber: Hasil Analisis Data

Tabel 2 memperlihatkan hampir separuh dari jumlah responden (45,28%) tingkat pendidikannya sangat rendah, yaitu masa belajarnya antara 1-6 tahun. Hal ini mengindikasikan responden tidak mempunyai bekal pengetahuan yang memadai. Jika dilihat trennya, maka jumlah responden yang menempuh pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi cenderung turun. Keadaan ini bisa disebabkan oleh faktor budaya atau

kebiasaan mereka. Responden lebih memilih untuk terjun menjadi nelayan sejak usia dini atau usia SD, atau ikut orang tua untuk membantu mencari penghasilan sendiri. Karakteristik pendidikan seperti ini juga terjadi di Desa Pasirbaru dan Cidadap Kabupaten Sukabumi (Noviyanti dkk, 2015). Tingkat pendidikan yang rendah tersebut akan menghambat transfer teknologi penangkapan ikan, serta menciptakan pola kerja yang tidak disiplin dan kurang bertanggungjawab (Hendratmoko dan Marsudi, 2010). Secara umum tingkat pendidikan nelayan memang lebih rendah dibandingkan dengan tingkat pendidikan non nelayan (Menurut Muflikhati, dkk, 2010)

Hasil analisis menunjukkan bahwa ada 41,51% nelayan yang tidak tahu tentang Peraturan Pemerintah maupun Peraturan Daerah (Perda) yang berhubungan dengan usaha penangkapan. Jika ditambah dengan nelayan yang menyatakan tidak ada perda, maka jumlahnya 58,49%. Ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh kelompok nelayan jaring tidak peduli terhadap Perda yang berhubungan dengan usaha penangkapan, walaupun Perda itu sebenarnya untuk melindungi keberlanjutan sumber daya perikanan (Grafik 1). Selanjutnya untuk Peraturan Pemerintah maupun Peraturan Daerah (Perda) yang berhubungan dengan perlindungan usaha penangkapan, ada 56,60% yang mengetahuinya, Angka ini masih dibawah dari jumlah nelayan yang tidak peduli dengan Perda usaha penangkapan.



Sumber: Hasil analisis data

Grafik 1

Tingkat pengetahuan nelayan terhadap Perda

Keterangan:

- A. Peraturan tentang usaha penangkapan
- B. Peraturan tentang perlindungan usaha penangkapan

Nelayan pancing di Ambon yang melakukan usaha penangkapannya secara mandiri ada 33,96%, artinya mereka tidak membutuhkan pihak lain untuk menangkap ikan. Tetapi masih ada 66,04% nelayan yang masih membutuhkan pihak lain untuk menangkap ikan. Salah satu cara mereka mendapatkan modal adalah dengan meminjam. Tabel 3 memperlihatkan sumber modal nelayan.

Tabel 3
Permodalan Nelayan Ambon

Sumber Modal	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Bank	5	9,43
Koperasi	3	5,66
KUB	0	0
Pemilik kapal	26	49,06
Pihak lain (teman, saudara)	1	1,89
Mandiri	18	33,96
Total	53	100

Sumber: Hasil analisis data

Pemilik kapal masih merupakan orang yang dicari oleh nelayan untuk keperluan modal. Sebanyak 49,06% responden meminjamnya pada pemilik kapal. Hal ini memperlihatkan eratnya hubungan antara pemilik kapal dan nelayan. Alasan lain mereka lebih memilih minjam ke pemilik kapal adalah mudah. Kemudahan mereka dalam mendapatkan modal adalah akibat adanya hubungan yang erat antara nelayan dan pemilik kapal. Hubungan mereka ini merupakan hubungan timbal balik yang saling menguntungkan. Nelayan untung karena mudah mendapatkan modal ke laut, sedangkan pemilik kapal untung karena kapalnya digunakan untuk menangkap ikan.

Untuk kegiatan penyuluhan, kantor Dinas Penyuluhan rutin melakukannya, walaupun menurut 66.04% nelayan penyuluhan tidak dilakukan secara teratur waktunya (Tabel 4).

Tabel 4
Frekuensi Penyuluhan

Frekuensi	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Sebulan 4x	10	18,87
Sebulan 2x	0	0
Sebulan 1 x	8	15,09
Tidak tentu	35	66,04
Total	53	100

Sumber: Hasil analisis data

Dari 66.04% yang menyatakan bahwa penyuluhan tidak tentu waktu pelaksanaannya, ada yang beralasan tidak aktif mencari informasi dan ada juga yang menyatakan terlambat mendapat informasi. Hal ini memperlihatkan bahwa mereka kurang peduli terhadap keberadaan para penyuluh, walaupun sebenarnya mereka masih membutuhkan bimbingan dan tambahan ilmu tentang usaha penangkapan.

Keaktifan nelayan dalam kegiatan penyuluhan masih sangat minim, hal ini terlihat dari Tabel 5.

Tabel 5
Keaktifan Nelayan dalam Penyuluhan

Keaktifan	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Sangat aktif	5	9,43
Aktif	15	28,30
Cukup aktif	7	13,21
Pasif	26	49,06
Total	53	100

Sumber: Hasil analisis data

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa ada 49,06% nelayan yang pasif dalam mengikuti kegiatan penyuluhan, hanya 9,43 yang sangat aktif. Hal ini memperkuat pernyataan bahwa nelayan pancing di Ambon masih kurang peduli terhadap peran penyuluh. Hal ini sama dengan keadaan nelayan di Kelurahan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi (Noviyanti, 2017). Walaupun dari sisi perairan sangat berbeda, tetapi keberadaan penyuluh di tengah nelayan masih kurang berarti.

Jika dilihat dari materi yang disampaikan penyuluh, maka materi penyuluhan yang banyak diminati oleh nelayan adalah teknik penangkapan sebesar 43,40% (Tabel 6).

Tabel 6
Materi Penyuluhan

Materi Penyuluhan	Jumlah Responden (n)	Persentase (%)
Tenik budidaya	5	9,43
Teknik penangkapan	23	43,40
Teknik pengolahan	4	7,55
Teknik lainnya	21	39,62
Total	53	100

Sumber: Hasil analisis data

Alat tangkap pancing yang mereka gunakan sudah sangat tepat dari sisi kelestarian sumber daya ikan, karena pancing merupakan salah satu alat tangkap ikan yang ramah lingkungan. Saat ini mereka membutuhkan tambahan pengetahuan pasca penangkapan, yaitu bagaimana mereka dapat menjaga kesegaran ikan lebih lama. Salah satu cara untuk meningkatkan partisipasi nelayan pada kegiatan penyuluhan adalah materi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan mereka.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa tingkat kepedulian nelayan pancing di Ambon terhadap faktor eksternal masih kurang. Hal ini dapat terlihat dari kepeduliannya yang kurang terhadap Perda, masih sedikitnya nelayan yang mandiri, serta masih minimnya peran penyuluh. Ketiga faktor eksternal tersebut masih bisa ditingkatkan kepeduliannya, jika dilihat dari usia dan tingkat pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hendratmoko, C., Marsudi, H. 2010. Analisis Tingkat Keberdayaan Sosial Ekonomi Nelayan Tangkap di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*. 6(1): 17 hal.
- Muflikhati I, Hartoyo, Ujang S, Ahmad F, dan Herien P. 2010. *Kondisi Sosial Ekonomi dan Tingkat Kesejahteraan Keluarga: Kasus di Wilayah Pesisir Barat*. Jurnal Ilmu Keluarga Dan Konsumen. Januari 2010 Vol 3 No.1. Hal 1-10.

Noviyanti,R; Sugeng H.W; Eko S.W; Mulyono S.B; Budi H. (2015). Analysis of Self-Capacity and Education Level of Fishermen at Pasirbaru and Cidadap Villages, Sukabumi Regency. *International Institute for Science, Technology and Education*. Vol 5, No 21 (2015), p 177-183.

Noviyanti, R. 2017. Peran Penyuluh Bagi Nelayan di Kelurahan Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* Vol. 45 No. 2, Juli 2017, hal. 96-102. Universitas Riau

PENERAPAN MANAJEMEN PENGADUAN BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI DIKECAMATAN CIBINONG KABUPATEN BOGOR

Mawar¹, Retnowati WD Tuti²

^{1,2}FISIP UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA
email korespondensi: mawarhidayat22@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu wujud penerapan Good Governance dalam pelayanan publik adalah memberi kesempatan pada masyarakat untuk berpartisipasi dan menyampaikan keluhan atau pengaduan apabila pelayanan yang diterimanya tidak sesuai dengan harapan. Maka masyarakat memiliki hak menilai bagaimana kualitas pelayanan yang ia dapatkan dan bagaimana pelayanan tersebut sebaiknya dilaksanakan. Walaupun demikian dilihat dari kondisi saat ini kemampuan kontrol masyarakat terhadap suatu kualitas pelayanan publik masih sangat rendah. Rendahnya kontrol masyarakat terkait pelayanan publik, juga masih terlihat pada pelayanan yang diselenggarakan di kantor kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. Tujuan Penelitian ini, yakni; 1) Untuk mengetahui penerapan manajemen pengaduan berbasis teknologi informasi di kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. 2) Mengetahui faktor pendukung dan penghambat penerapan manajemen pengaduan di kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. Metode penelitian yakni deskriptif kualitatif. Hasil Penelitian yakni upaya peningkatan manajemen pengaduan yang dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Bogor terkhusus pemerintah Kecamatan Cibinong, yakni dengan mengubah bentuk pengelolaan pengaduan dari manual ke pengelolaan berbasis online, dalam bentuk layanan resmi aspirasi online (LARAS). Pengelolaan pengaduan LARAS belum optimal, hal ini disebabkan oleh kurangnya koordinasi mengenai standar pelayanan, alur penyaluran pengaduan dari admin ke unit kerja masih dilakukan secara manual, jaringan internet yang sering mengalami gangguan serta masih minimnya kesiapan sumber daya manusia yang mengelola pengaduan, serta umpan balik masyarakat yang masih kurang. Pengelolaan pengaduan LARAS meski belum optimal dalam implementasinya namun dengan adanya pengelolaan pengaduan berbasis online, masyarakat merasa cukup terbantu dalam menyampaikan pengaduannya karena dapat diakses dimanapun tanpa perlu datang ke kantor kecamatan.

Kata kunci: manajemen pengaduan, teknologi informasi

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Salah satu wujud penerapan *good governance* dalam pelayanan publik adalah memberi kesempatan pada masyarakat untuk berpartisipasi dan menyampaikan keluhan atau pengaduan apabila pelayanan yang diterimanya tidak sesuai dengan harapan. Maka masyarakat memiliki hak menilai bagaimana kualitas pelayanan yang ia dapatkan dan bagaimana pelayanan tersebut sebaiknya dilaksanakan. Walaupun demikian dilihat dari kondisi saat ini kemampuan kontrol masyarakat terhadap suatu kualitas pelayanan publik masih sangat rendah.

Masyarakat sering tidak tahu kemana menyampaikan pengaduan atas pelayanan yang tidak sesuai standar, masyarakat juga sering salah kira bahwa jika menyampaikan pengaduan adalah sesuatu hal yang tabu dan akan dicirikan buruk oleh pihak lembaga yang menerima pengaduan. Secara teori dalam pelayanan publik, pengaduan dari masyarakat atau pelanggan itu sangat dibutuhkan untuk perbaikan organisasi tersebut. Lembaga yang menyadari betapa pentingnya pengaduan akan membentuk unit manajemen pengaduan yang dikelola secara profesional. Keuntungan yang bisa diperoleh organisasi yang mempunyai dan melaksanakan Manajemen Pengaduan (ISO 9000) adalah:

- 1) Menemukan peluang untuk menemukan kelemahan-kelemahan pelayanannya.
- 2) Dapat mengidentifikasi wilayah-wilayah yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan.
- 3) Menunjukkan adanya tingkat perhatian dan kepedulian yang tinggi organisasi terhadap usaha pemecahan masalah pelayanan.
- 4) Adanya prosedur pengaduan yang efektif dapat membantu organisasi meningkatkan mutu produk dan pelayanannya dengan menawarkan pelanggan yang mengeluh suatu metoda umpan balik bagi penyedia barang dan jasa pelayanan.
- 5) Semuanya itu menjadi piranti untuk mengembangkan suatu *quality culture* dalam organisasi yang berfokus pada kepentingan dan harapan pelanggan.

Manajemen Pengaduan merupakan *a big U-turn* yaitu suatu proses perubahan radikal pada *customer service* yang mentransformasikan perilaku aparat pemerintah, baik pimpinan maupun pegawai, dari *bureaucratic routine* menuju ke fokus *citizen's needs*. Manajemen Pengaduan harus didesain dan dilaksanakan untuk mengkonversi *complaining customers* menjadi *satisfied customers*. Manajemen Pengaduan, dapat menangani keluhan dengan lebih baik dan sekaligus menunjukkan pentingnya perhatian dan kepedulian pemerintah terhadap keluhan masyarakat. Dengan menerapkan Manajemen Pengaduan, maka pemberi layanan publik mau belajar dari kesalahan-kesalahannya dan terus-menerus mau memperbaiki dan meningkatkan mutu pelayanannya.

Pendekatan positif terhadap keluhan adalah sebagai berikut: 1) tersedianya prosedur keluhan yang standar pada semua bagian; 2) semua staf terlatih dan sadar akan tanggungjawabnya menangani keluhan dan memahami dengan baik prosedurnya; 3) semua aparat sadar dan faham akan prosedur keluhan dengan seluruh detailnya; 4) tersedianya informasi yang adekuat bagi masyarakat tentang aktivitas aparat dan masalah-masalah untuk meminimalkan keluhan; 5) adanya peluang bagi pelapor keluhan untuk mendiskusikan atau mengklarifikasi keluhan; 6) adanya informasi tentang peran *ombudsman* bila keluhan tidak memperoleh kepuasan; 7) adanya titik kontak atau pusat informasi tentang prosedur keluhan dan *ombudsman* lokal yang bisa dihubungi.

Amanah Undang-Undang Pelayanan Publik No. 25 tahun 2009 menyebutkan bahwa negara berkewajiban memenuhi kebutuhan setiap warga negara melalui suatu sistem pemerintahan yang mendukung terciptanya penyelenggaraan pelayanan publik yang baik. Artinya, mau tidak mau, sanggup tidak sanggup, perbaikan kualitas pelayanan harus dilakukan. Sejak lama Pemerintah membuat peraturan perundangan yang mendukung terciptanya pelayanan publik yang memuaskan masyarakat, antara lain, Permendagri No 4 Tahun 2010 tentang Pelayanan Administrasi Terpadu Kecamatan (disebut PATEN), Permendagri dan Reformasi Birokrasi 15 Tahun 2014

tentang Standar Pelayanan Publik, dan Permendagri No 67 Tahun 2011 tentang Perubahan Atas Permendagri No 15 Tahun 2008 tentang Pedoman Umum Pelaksanaan Pengarusutamaan Gender di Daerah, dan Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas (khususnya pasal 26 dan 28 tentang Hak Penyandang Disabilitas). Keluarnya peraturan tersebut diharapkan penyelenggaraan pelayanan publik di Kecamatan dan Pemerintahan Daerah lebih berkualitas. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dikemas untuk memberi jawaban atas masalah kualitas pelayanan yang masih buruk dan perlunya penanganan pengaduan atau keluhan masyarakat secara maksimal.

Kabupaten Bogor memiliki 40 kecamatan, sejak tahun 2014 keempat puluh kecamatan tersebut sudah melaksanakan PATEN. Salah satunya kecamatan Cibinong, namun kenyataannya, di Kecamatan masih sering terdengar keluhan masyarakat bahwa pembuatan e-KTP dan KK dipungut biaya oleh petugas loket dengan menyebutkan sebagai "*biaya administrasi*", berarti terjadi moral *hazard* atau *maladministrasi*. Keluhan masyarakat tersebut belum direspon secara maksimal karena manajemen pengaduan belum terkelola dengan baik. Perlu adanya kajian lebih jauh, tentang bagaimana penerapan manajemen pengaduan di tingkat pemerintah kecamatan, khususnya kecamatan Cibinong yang notabene banyak memberikan bentuk pelayanan ke masyarakat, agar pelayanan yang diberikan dapat berkualitas dan memuaskan masyarakat.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah kondisi existing manajemen pengaduan dalam pelayanan publik di kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor?
- b. Bagaimana upaya peningkatan kualitas manajemen pengaduan dalam pelayanan publik di kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor?

3. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui dan menganalisis upaya peningkatan manajemen pengaduan dalam pelayanan publik di kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor?
- b. Mengetahui dan menganalisis faktor pendukung dan penghambat peningkatan kualitas manajemen pengaduan dalam pelayanan pengaduan di kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan jenis penelitian deskriptif. Lokasi penelitian yakni di Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. Sumber data meliputi: informan, peristiwa/tempat, dan dokumen. Teknik pengumpulan data terdiri atas wawancara, observasi, dan dokumentasi. Teknik penentuan informan dengan teknik purposif dan teknik accidental. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian tersebut mengacu pada pemikiran Mc Nabb (2002). Mc Nabb mengkatagorikan tahapan analisis data penelitian ke dalam enam tahapan kegiatan, sebagai berikut: 1) *organize the data* (pengorganisasian data); 2) *generate categories, themes and patterns* (penggeneralisasian kategori, tema dan topik penelitian); 3) *code the data* (pengkodean data); 4) *apply the ideas, theme and categories* (penerapan ide, tema dan kategorisasi); 5) *search for alternative explanations* (pencarian alternatif penjelasan); 6) *write and present the report* (menulis dan menyajikan laporan). Uji keabsahan data dilakukan dengan triangulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Eksisting Pengelolaan Pengaduan di Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan di Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor, sarana pengaduan masyarakat tidak lagi dalam bentuk konvensional atau manual tapi telah berbasis *online*, yakni dikelola berdasarkan sistem yang diaplikasikan oleh dinas komunikasi dan informatika Kabupaten Bogor yang dinamakan LARAS (layanan resmi aspirasi) *online*. Dengan adanya sarana pengaduan yakni berupa LARAS secara signifikan memberikan manfaat positif bagi masyarakat dalam menyampaikan pengaduannya. Dulu masyarakat masih dibingungkan oleh sarana, pengelolaan, serta petugas yang kurang jelas dalam menangani pengaduan yang mereka sampaikan. Namun dengan dukungan media elektronik, masyarakat yang dahulunya enggan untuk menyampaikan pengaduannya dapat dengan mudah menyampaikan aspirasinya tanpa perlu datang secara langsung ke instansi yang bersangkutan. Masyarakat juga dimudahkan karena LARAS terintegrasi dengan berbagai instansi di Kabupaten Bogor. Secara tidak langsung dengan adanya LARAS ini memberdayakan masyarakat untuk terlibat proses pengambilan berbagai kebijakan publik terkait pembangunan di Pemerintah Kabupaten Bogor secara merata dan demokratis.

Dikembangkannya pengaduan berbasis online tersebut untuk mengakomodir pelayanan pengaduan di lingkungan pemerintah Kabupaten Bogor terkhusus pemerintah Kecamatan Cibinong yang telah menciptakan suatu lingkungan masyarakat baru dan secara cepat serta tepat menjawab berbagai permasalahan yang dihadapi

masyarakat dalam tataran pemerintahan sejalan dengan perubahan global dan trend yang ada.

Selain memberikan kemudahan dalam menyampaikan pengaduannya, adanya pengaduan LARAS tersebut membentuk keterbukaan antara pemerintah dan masyarakat. Dalam hal ini sarana pengaduan LARAS dapat meningkatkan transparansi, kontrol, dan akuntabilitas penyelenggaraan pemerintahan. Selain itu, dengan adanya dukungan media *online* dalam pelayanannya, maka hal tersebut dapat mengurangi secara signifikan total biaya administrasi, dan interaksi yang dikeluarkan pemerintah maupun stakeholdernya untuk keperluan aktivitas sehari-hari.

Konteks pengaduan tidak hanya diketahui masyarakat yang melapor dan instansi yang bersangkutan. Karena segala bentuk pengaduan yang disampaikan masyarakat kecamatan Cibinong dengan instansi terkait dapat dilihat secara langsung di *website* pengaduan LARAS. Disisi lain pengaduan LARAS ini dapat memperpendek alur birokrasi yang harus ditempuh masyarakat dalam menyampaikan pengaduannya ke instansi bersangkutan.

Pengelolaan pengaduan yang berbasis media *online*, selain *input* pengaduan yang melalui *online*, maka seharusnya *output* pengaduan yang dikeluarkannya pun melalui media *online* pengaduan LARAS. Masyarakat memang merasa dimudahkan karena dapat menyampaikan pengaduannya tanpa perlu datang secara langsung ke instansi terkait, namun disisi lain *output* yang diharapkan belum maksimal dalam penanganannya. LARAS *online* adalah salah satu situs *e-government* milik Kabupaten Kota Bogor yang dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan pelayanan pengaduan masyarakat serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

2. Upaya Peningkatan Pengelolaan Pengaduan Masyarakat Dalam Pelayanan Publik Melalui LARAS

Pada hakikatnya pengelolaan pengaduan dengan sistem satu pintu tidak dapat dilakukan oleh satu organisasi atau lembaga saja. Dibutuhkan dukungan dan kerjasama serta komitmen dari pihak yang tergabung didalamnya. Berkaitan dengan pengaduan LARAS, terdapat sinergi antar instansi dilingkup pemerintah Kabupaten Bogor, yaitu antara instansi satu dengan yang lain terintegrasi dengan pemakaian *database* bersama.

Keberhasilan manajemen pengaduan dipengaruhi (Denhardt, 2003):

1. *Personal Factors* --- yaitu faktor keahlian, rasa percaya diri, motivasi, dan komitmen masing-masing aparat pelayanan.
2. *Leadership Factors* --- yaitu faktor kualitas dorongan, bimbingan, dan dukungan yang diberikan oleh atasan dan pimpinan tim.

3. *Team Factors* --- yaitu faktor kualitas dukungan dari seluruh anggota tim pelayanan.
4. *System Factors* --- yaitu faktor sistem kerja yang handal dan fasilitas yang memadai yang disediakan oleh organisasi pelayanan.
5. *Contextual (Situational) Factors* --- yaitu situasi dan kondisi lingkungan baik internal maupun eksternal.

Selain melalui akses langsung ke pengaduan LARAS, pemerintah Kabupaten Bogor, dalam hal ini Kecamatan Cibinong, juga menyediakan media dalam bentuk tertulis maupun elektronik dalam mawadahi pengaduan dari masyarakat. Bentuk pengaduan tertulis berupa kotak pengaduan dan surat kabar. Sedangkan bentuk pengaduan melalui media elektronik terdiri dari radio, *email*, *twitter*, *facebook*, *sms*, *mobile phone*, dan *website*. Secara keseluruhan media yang disediakan akan tetap di *input* dan terkoneksi ke LARAS. Dengan demikian masyarakat yang tidak menggunakan media elektronik khususnya internet tetap bisa menyampaikan pengaduannya melalui kotak pengaduan karena akan tetap disampaikan ke website pengaduan LARAS.

Berkaitan dengan waktu penyelesaian penanganan pengaduan, pengaduan masyarakat yang diterima oleh Admin LARAS melalui media pada jam kerja harus segera diverifikasi terlebih dahulu kemudian diserahkan kepada Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) yang berwenang dalam waktu 1x24 jam. Penanganan pengaduan tersebut diserahkan instansi yang bersangkutan harus mengidentifikasi dan mengklarifikasi serta menyampaikan atau mengumumkan hasilnya kepada penerima pelayanan paling lama 3 hari, dan untuk klarifikasi 7 hari kerja, sebagai laporan hasil penanganan bila tanpa koordinasi, dan 7 hari kerja untuk klarifikasi, dan 30 hari kerja sebagai laporan hasil penanganan bila memerlukan koordinasi dengan instansi lain yang berwenang.

Pengaduan *online* dipergunakan untuk menyampaikan informasi yang bersifat pengaduan tentang pelayanan yang menjadi wewenang pemerintah Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. Tidak diperkenankan mengirimkan pengaduan yang berupa fitnah, hasutan, penghinaan, pelecehan, pornografi, narkoba, pendapat yang berbau SARA (Suku, Agama, Ras, dan Antar golongan), iklan, dan bernuansa politik apapun bentuknya secara *online*.

Cara untuk menyampaikan pengaduan kepada pemerintah Kecamatan Cibinong terlebih dahulu harus mengisi formulir pengaduan *online* dan diwajibkan mengisi formulir pengaduan dengan jelas dan benar. Hal tersebut dimaksudkan untuk memberi kemudahan dalam menindaklanjuti pengaduan.

Prosedur penyelesaian pelayanan pengaduan yang diadakan oleh masyarakat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui pengaduan yang disampaikan secara langsung kepada Pemerintah Kecamatan, dan pengaduan yang disampaikan melalui

media massa, *website* milik pemerintah Kabupaten Bogor dan layanan *SMS*. Jadi masyarakat tidak perlu datang jauh-jauh untuk mengadu. Pengaduan tertulis tidak dapat dalam bentuk surat kaleng, tetapi dalam bentuk surat dengan keterangan jelas. Pengaduan lisan dapat disampaikan secara individual, dapat dalam bentuk kelompok, atau forum rapat komunitas. Dari berbagai cara pengaduan yang ada tidak semua pengaduan ditanggapi karena ketika masyarakat mengadu ada beberapa syarat yang harus diisi pengadu apabila pengadu tidak memenuhi syarat tersebut maka pengaduan tidak akan ditanggapi. Tiga syarat tersebut adalah: 1) menyebutkan lokasi kejadian yang diadakan secara lengkap (nama kelurahan, kecamatan, jalan atau kawasan); 2) mengisi pengaduan (subtansi) dengan pelaksanaan pelayanan yang menjadi wewenang Pemerintah; 3) disertai dengan bukti-bukti pendukung terhadap permasalahan untuk menghindari terjadinya fitnah. Pengaduan yang tidak dilanjutkan adalah pengaduan yang tidak valid dengan kenyataannya, contohnya ketika masyarakat mengadu tidak dilengkapi 3 syarat tersebut.

3. Faktor Pendukung dan Penghambat Penerapan Manajemen Pengaduan di Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor

a. Faktor Pendukung Pengelolaan Pengaduan LARAS

Dalam rangka pelayanan masyarakat khususnya masalah pengaduan untuk menjadi lebih baik dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut ini:

1. Komitmen Pimpinan

Pemerintah Kabupaten Bogor khususnya kecamatan Cibinong memiliki komitmen yang besar dalam menerapkan manajemen pengaduan berbasis *online*, meskipun usaha yang dilakukan belum maksimal tapi pembaharuan sistem terus dilakukan agar dapat dimanfaatkan secara menyeluruh oleh masyarakat.

2. Sosialisasi Aktif

Faktor pendukung berikutnya adalah sosialisasi, yang dilakukan Pemerintah Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor untuk menggunakan sarana pengaduan LARAS dengan berbagai media social, mulai dari televisi, radio, brosur yang disebar di masyarakat, *sticker* yang dibagikan kepada masyarakat, disetiap kegiatan pemerintah Kecamatan, misalkan di media *center* tempat untuk memberikan informasi kepada masyarakat, serta sosialisasi di setiap bulan, mengenai pengaduan *online* yang biasanya dilakukan setiap sebulan 2 kali sehingga masyarakat dapat mengetahui cara penyampaian pengaduan secara *online*.

3. Partisipasi Masyarakat

Masyarakat sangat antusias dan memiliki animo yang besar dalam memanfaatkan sarana pengaduan berbasis *online* tersebut. Masyarakat yang semula

tidak mau mengadu karena sarana yang ada masih manual dan khawatir keluhan mereka tidak direspon dengan baik oleh pemerintah kecamatan, tapi dengan adanya layanan resmi aspirasi *online*, kekhawatiran masyarakat mulai berkurang, hal ini terlihat dengan meningkatnya jumlah data pengaduan setiap tahun semenjak diberlakukannya LARAS.

b. Faktor Penghambat

Adapun kendala yang dihadapi dalam pengelolaan Pengaduan Layanan Aspirasi Berbasis *online* antara lain:

1. Kendala dari Instansi Pemerintah

a) Belum termanfaatkannya secara maksimal aplikasi LARAS

Selain pengadaan sistem atau aplikasi LARAS, setiap tahunnya juga dibutuhkan biaya untuk perawatan yang meliputi *update* program, pertemuan bersama beberapa instansi, dan sosialisasi. Sampai saat ini yang baru dipahami instansi terkait pengelolaan pengaduan LARAS hanya sampai memberikan laporan tindak lanjut berupa klarifikasi dari instansi yang bersangkutan. Disamping itu untuk melakukan penambahan fitur tersebut harus diprogramkan lagi di anggaran tahun berikutnya. Karena tidak dapat secara keseluruhan diterapkan untuk anggaran tahun sekarang mengingat anggaran tersebut masih harus dibagi lagi untuk persiapan rapat evaluasi dengan berbagai instansi, sosialisasi, dan keperluan lainnya.

b) Jaringan *internet* yang terkadang mengalami gangguan

Jaringan *internet* yang memadai merupakan hal utama dan sangat penting dalam pengelolaan pengaduan LARAS, karena tanpa adanya akses *internet* segala bentuk pelayanan pengaduan yang disampaikan masyarakat tidak akan di proses di masing-masing instansi. Beberapa instansi yang terintegrasi masih sering mengalami kendala dalam mengakses karena jaringan *internet* yang sering mati dan kurang stabil. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap lamanya waktu klarifikasi dan penindaklanjutan.

c) Kesiapan sumber daya manusia di masing-masing instansi dalam menjalankan pengelolaan Pengaduan LARAS.

Salah satu yang menyebabkan kurang optimalnya pengelolaan pengaduan LARAS adalah masyarakat masih menuntut aksi nyata terhadap penanganan pengaduan yang telah disampaikan. Beberapa instansi ada yang menyampaikan hasil pengecekan dan tindak lanjut yang terjadi di lapangan, namun di sisi lain ada beberapa instansi yang belum menyampaikan hasil penindaklanjutannya. Terkadang juga sudah dilakukan penanganan oleh pihak instansi akan tetapi tidak disampaikan kepada masyarakat selaku pelapor karena dianggap masyarakat yang mengadu tersebut pasti akan mengetahui sendiri perkembangannya karena biasanya yang mereka laporkan

tidak jauh dari lingkungan tempat tinggal mereka. Di sisi lain, pemerintah Kabupaten Bogor kekurangan sumber daya manusia untuk menjalankan pengaduan tersebut sehingga dapat ditanggapi secara interaktif.

d) Belum tersedia tim pengawas yang mengontrol tindak lanjut penanganan pengaduan di lapangan.

Pada alur pengaduan LARAS dicantumkan bahwa adanya tim pengawas dalam mengawasi dan mengontrol pengelolaan pengaduan. Namun sampai saat ini untuk tim pengawas belum ada, karena keterbatasan sumber daya manusia. Sehingga sampai saat ini pihak pemerintah Kabupaten Bogor mengawasi dan mengontrol keterlambatan klarifikasi pengaduan melalui peneguran atau peringatan via telepon kepada instansi yang belum memberikan tanggapan atas pengaduan yang masuk. Penanganan di lapangan diserahkan kepada masing-masing instansi untuk memberikan tindak lanjutnya. Hal tersebut kembali kepada kesadaran dan tanggung jawab instansi terkait untuk benar-benar mengatasi pengaduan yang ada, karena secara keseluruhan hanya dapat dilihat pada laporan tindak lanjut pengaduan LARAS.

2) Kendala dari masyarakat

a) Server yang sering bermasalah ketika mengakses situs pengaduan LARAS.

Masyarakat memang cukup terbantu dengan adanya pengaduan LARAS karena mereka tidak perlu lagi menempuh birokrasi ke pemerintah Kecamatan, yang bersangkutan hanya untuk melakukan pengaduan. Disamping itu pula pelayanan berbasis *online* seperti ini tidak dikenakan biaya dan hanya cukup mengaksesnya dengan menggunakan *internet*. Akan tetapi terkadang terjadi kelambatan dalam mengakses situs ini.

b) Umpan balik dari masyarakat yang masih kurang

Pengelolaan pengaduan, tanggapan atau respon balik dari masyarakat merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui sejauh mana kepuasan masyarakat terkait kualitas pelayanan yang telah diberikan oleh instansi yang bersangkutan. Umpan balik terhadap pengaduan lewat LARAS oleh masyarakat masih tergolong minim, dimana setelah pengaduan yang disampaikan diklarifikasi dan ditindaklanjuti, sangat jarang ada masyarakat yang memberikan respon balik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- a. Upaya peningkatan menajamen pengaduan telah dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Bogor terkhusus pemerintah Kecamatan Cibinong, yakni dengan

mengubah bentuk pengelolaan pengaduan dari manual ke pengelolaan berbasis *online*, dalam bentuk layanan resmi aspirasi *online* (LARAS).

- b. Pengelolaan pengaduan LARAS belum optimal, hal ini disebabkan oleh kurangnya koordinasi mengenai standar pelayanan, sehingga memperlambat waktu penanganan, jaringan internet yang sering mengalami gangguan dan masih minimnya kesiapan sumber daya manusia yang mengelola pengaduan, serta umpan balik masyarakat yang masih kurang
- c. Pengelolaan pengaduan LARAS meskipun belum optimal dalam implementasinya dirasakan cukup membantu masyarakat dalam menyampaikan pengaduannya karena dapat diakses dimanapun tanpa perlu datang ke kantor kecamatan. Disamping itu masyarakat dapat mengetahui secara terbuka masalah pengaduan apa saja yang diadukan masyarakat terhadap pelayanan yang diberikan oleh kantor kecamatan.

Saran

- a. Pemerintah Kabupaten Bogor perlu meningkatkan koordinasi antar semua instansi yang terkait dalam pengelolaan pengaduan berbasis *online* tersebut (LARAS).
- b. Pemerintah Kecamatan Cibinong perlu memahami secara sungguh-sungguh, alur koordinasi dan penanganan pengaduan yang masuk agar pengaduan yang masuk dapat diselesaikan secara cepat dan sesuai harapan masyarakat.
- c. Pemerintah Kecamatan Cibinong harus mempersiapkan sumber daya manusia yang kompeten dan handal dibidang pengelolaan pengaduan.
- d. Masyarakat harus proaktif untuk mengawasi tidak lanjut penanganan pengaduan yang telah disampaikan, salah satunya yaitu dengan memberikan umpan balik kepada pemerintah kecamatan, sehingga komunikasi dua arah antara aparatur pemerintah dan masyarakat dapat berjalan baik dan pelayanan yang diharapkan masyarakat juga dapat terakomodir dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Denhardt, J.V. & Denhardt, R.B., 2003, *The New Public Service: Serving, Not Steering*, 12-21

McNabb, David. 2002. *Research Methods in Public Administration & Nonprofit*

UU No.25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik

Permendagri No.4 Tahun 2010 tentang Pelayanan Administrasi Terpadu Kecamatan (PATEN)

Permendagri dan RB No.15 Tahun 2014 tentang Standar Pelayanan Publik

UU No. 8 Tahun 2016 tentang Hak Penyandang Disabilitas dalam Mengakses Pelayanan Publik

PENERAPAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PUSKESMAS (SIMPUS) DALAM MENINGKATKAN PELAYANAN DI PUSKESMAS SAWANGAN, DEPOK

Nida Handayani¹, Izzatusholekha²
^{1,2}FISIP Universitas Muhammadiyah Jakarta

email korespondensi: nidakrw@gmail.com

ABSTRAK

Puskesmas adalah fasilitas kesehatan tingkat pertama yang disediakan oleh pemerintah, yang memiliki tujuan memberikan pelayanan kesehatan kepada seluruh lapisan masyarakat. Puskesmas perlu terus melakukan berbagai upaya dalam rangka peningkatan kualitas pelayanan, untuk memenuhi kebutuhan pelayanan kesehatan yang baik dan berkualitas kepada masyarakat. Berdasarkan Inpres Nomor 3 Tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-Governance, bahwa lembaga pemerintahan yang melaksanakan kegiatan pelayanan kepada masyarakat perlu memanfaatkan kemajuan teknologi untuk meningkatkan kualitas pelayanan. Salah satunya seperti yang dilakukan Puskesmas Sawangan, Depok melalui program Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (SIMPUS). Sistem ini berusaha memberikan kepuasan kepada masyarakat dalam kecepatan, ketepatan, dan akuntabilitas pelayanan. Penelitian ini bertujuan melihat kondisi penerapan sistem informasi manajemen Puskesmas sebagai penerapan e-governance serta melihat faktor pendukung dan penghambatnya. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif analitis. Penelitian penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan ini menggunakan indikator yang dikemukakan Richardus Eko Inrajit yaitu: (1) kondisi data infrastruktur, meliputi manajemen sistem, dokumentasi, dan proses kerja ditempat untuk menyediakan kuantitas dan kualitas data; (2) ketersediaan dasar hukum dalam penerapan SIMPUS; (3) koordinasi antar instansi dalam kebijakan penerapan SIMPUS; (4) ketersediaan aparatur dalam penerapan SIMPUS; (5) ketersediaan sarana teknologi.

Kata Kunci : e-governance, sistem informasi manajemen, Puskesmas

PENDAHULUAN

Puskesmas sebagai salah satu institusi pelayanan umum membutuhkan keberadaan sistem informasi yang akurat, handal, dan cukup memadai untuk meningkatkan pelayanan kepada para pengguna (pasien) dan lingkungan terkait. Dengan lingkup pelayanan yang begitu luas, tentunya banyak sekali permasalahan kompleks yang terjadi seperti data dikerjakan secara manual, register terlalu banyak, dan sulit mencari data sebelumnya.

Pada undang-undang Nomor 36 tahun 2009 tentang Kesehatan telah diamanatkan bahwa untuk menyelenggarakan upaya kesehatan yang efektif dan efisien diperlukan informasi kesehatan yang diselenggarakan melalui sistem informasi kesehatan yang lintas sektor. Seiring dengan adanya era desentralisasi, berbagai sistem informasi kesehatan telah dikembangkan baik di pemerintahan pusat maupun daerah, sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik daerah masing-masing.

Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) No. 511 Tahun 2014 tentang Strategi Pengembangan Sistem Informasi Kesehatan Nasional (SIKNAS) di era otonomi daerah menegaskan, bahwa sasaran pengembangan SIKNAS pada akhir tahun 2009 adalah telah tersedia dan dimanfaatkannya data dan informasi kesehatan yang akurat, tepat, dan cepat dalam pengambilan keputusan atau kebijakan bidang kesehatan di

kabupaten/kota, provinsi, dan Departemen Kesehatan dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi.

SIMPUS adalah suatu tatanan yang menyediakan informasi untuk membantu proses pengambilan keputusan dalam melaksanakan manajemen puskesmas untuk mencapai sasaran kegiatannya (Depkes RI, 2004). SIMPUS memiliki tujuan meningkatkan kualitas manajemen puskesmas dalam memberikan pelayanan melalui pemanfaatan secara optimal data Sistem Pencatatan dan Pelaporan Terpadu Puskesmas, yang merupakan salah satu sumber informasi Sistem Pencatatan dan Pelaporan Terpadu Puskesmas (SP2TP).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian diskriptif dengan pendekatan kualitatif. Dimana penelitian kualitatif yang menggambarkan dan menggali informasi tentang penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan, Depok. Informan dalam penelitian ini sebanyak 10 orang. Teknik sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel berdasarkan pada pertimbangan peneliti, yaitu sampelnya adalah petugas mengelola data SIMPUS di Puskesmas Sawangan, Depok. Teknik pengumpulan data dengan wawancara, observasi, dan dokumentasi.

Ruang Lingkup SIMPUS Sawangan

- Admin Sistem (manajemen user)
- Modul Laporan Kepala Puskesmas
- Modul Registrasi Loker
- Modul Informasi BPJS
- Modul Pelayanan Poli Umum/BP
- Modul Pelayanan Poli Gigi
- Modul Pelayanan KB
- Modul Pelayanan Poli KIA
- Modul Pelayanan Anak
- Modul Pelayanan Lansia
- Modul Pelayanan Jiwa
- Modul Pelayanan Gizi
- Modul Pelayanan MTBS
- Modul Pelayanan Unit Laboratorium/Radiologi
- Modul Aset/Inventory Puskesmas
- Modul Kepegawaian
- Modul Administrasi (pencetakan surat Keterangan/Rujukan & Laporan Puskesmas)

- Modul Kegiatan Luar Gedung/UKM (Posyandu Lansia, Posyandu anak, Imunisasi, Sanitasi Lingkungan, Pelayanan Gizi, P2P, Kesga, Promkes dan lain-lain)

Manfaat Penggunaan SIMPUS

Manfaat yang diterima bagi tenaga kesehatan maupun pasien dalam sistem ini antara lain:

1. Bagi pegawai Puskesmas termasuk Dokter
 - Mempermudah pekerjaan dalam menyusun arsip-arsip kesehatan.
 - Tidak mengeluarkan biaya kertas dalam penyimpanan data.
 - Koneksi data antar bagian mempermudah penyampaian informasi
 - Tidak membuang waktu yang cukup banyak bagi para penyelenggara kesehatan dalam pengolahan data ditingkat Puskesmas Sawangan.
 - Proses registasi yang cepat dan mudah
 - Meningkatkan kevalidan data serta data tersimpan rapi.
2. Bagi pasien atau masyarakat
 - Proses registrasi yang cepat sehingga masalah pasien cepat teratasi/diobati
 - Data pasien tersimpan dengan baik, memudahkan pasien memperoleh riwayat pengobatan
 - Munculnya kepuasan pasien dengan pola pelayanan berbasis sistem
3. Bagi pemerintah:
 - Integrasi data membantu pemerintah lebih cepat memperoleh data kesehatan disetiap pusat kesehatan.
 - Mengantisipasi kejadian luar biasa berdasarkan perolehan data laporan harian atau pun bulanan, sehingga membantu menyelesaikan masalah kesehatan masyarakat.

Kendala Penerapan SIMPUS

Berbagai kendala dalam implementasi SIMPUS di Puskesmas Sawangan dapat menjadi masukan untuk menentukan model pengembangan SIMPUS. Kendala-kendala yang ada di Puskesmas Sawangan dalam penerapan SIMPUS, antara lain

- Pengoperasian SIMPUS membutuhkan jaringan internet, perangkat keras seperti komputer dan kapasitas server yang cukup besar untuk memenuhi 35 Puskesmas di Kota Depok. Puskesmas Sawangan cukup siap dengan menyediakan kapasitas jaringan internet untuk penggunaan SIMPUS oleh semua bagian, serta konsen dengan menyediakan perangkat komputer untuk memenuhi penerapan SIMPUS. Diungkapkan oleh Kepala TU bahwa perawatan terhadap perangkat-perangkat tadi memerlukan biaya yang besar dan biaya tersebut dibebankan kepada Puskesmas.

- Pengolahan data oleh SIMPUS dipengaruhi oleh data yang masuk atau data yang di *input* oleh Pegawai/Petugas, sementara proses *input* data tersebut membutuhkan kedisiplinan dan ketelitian yang cukup baik sehingga memperoleh informasi yang baik. Kendala di Puskesmas Sawangan terkait hal tersebut adalah kurangnya kedisiplinan petugas/pegawai dalam melakukan input data, sehingga terkadang terjadinya ketidak validan data sebagai informasi yang diolah.
- SIMPUS adalah sistem yang dapat melakukan proses pengolahan, transfer dan akses data secara otomatis, namun semua proses tersebut tidak bisa lepas dari campur tangan manusia dalam pengoperasiannya. Kesalahan data dan informasi pernah dialami oleh Puskesmas Sawangan, hal tersebut terjadi karena faktor-faktor tertentu, baik *error sistem* ataupun *human error* sehingga menyebabkan informasi yang muncul tidak sesuai dengan data sebenarnya.
- Penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan masih sering terkendala *down server*, atau *down sistem* yang menyebabkan terhambatnya pekerjaan di Puskesmas, karena sebagian besar sistem kerja Puskesmas Sawangan saat ini menggunakan SIMPUS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum mengetahui penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan, perlu diketahui beberapa hal mengenai SIMPUS, antara lain:

- SIMPUS adalah program aplikasi yang dikembangkan khusus, dari puskesmas, untuk puskesmas dengan melihat kebutuhan dan kemampuan puskesmas dalam mengelola, mengolah dan memelihara data-data yang ada.
- SIMPUS adalah sebuah sistem Informasi yang terintegrasi dan didesain multi user yang disiapkan untuk menangani keseluruhan proses manajemen puskesmas. Terdapat dua versi sekaligus yaitu berbasis desktop (OS Windows) dan berbasis web (OS Open Source).
- SIMPUS ini terdiri atas berbagai modul, yaitu: Admin Sistem (manajemen user), Loker, Poli BP/umum, Poli Gigi, Lab/Radiologi, Apotek, Poli KIA, UGD, Rawat Inap, Kegiatan Luar Gedung/UKM, Pojok Gizi, Pelayanan KB, Manajemen Aset, dan Kepegawaian. Memungkinkan adanya koneksi online Dinas Kesehatan ke Puskesmas secara real time, dikarenakan luasnya lingkup pekerjaan di puskesmas, maka SIMPUS akan dikembangkan secara modular, atau terpisah antara program kerja yang satu dengan program kerja yang lain.

Penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan dimulai pada tahun 2013 dengan model sistem lokal, artinya sistem tidak terintegrasi dengan Dinas Kesehatan, hanya terhubung antar bagian di Puskesmas Sawangan. Tahun 2014 SIMPUS online mulai

diterapkan sebagai pengembangan sistem sebelumnya, artinya sistem yang digunakan sudah terintegrasi dengan Dinas Kesehatan, dan Puskesmas di wilayah Kota Depok.

Penelitian penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan ini menggunakan indikator yang dikemukakan Richardus Eko Inrajit yaitu: (1) kondisi data infrastruktur, meliputi manajemen system, dokumentasi, dan proses kerja ditempat untuk menyediakan kuantitas dan kualitas data; (2) Ketersediaan dasar hukum dalam penerapan SIMPUS; (3) Koordinasi antar instansi dalam kebijakan penerapan SIMPUS; (4) Ketersediaan aparatur dalam peneraan SIMPUS; (5) Ketersediaan sarana teknologi. Adapun penjelasan hasil penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Kondisi data infrastuktur

SIMPUS sebagai sistem yang digunakan untuk manajemen data Puskesmas berbasis digital memiliki berbagai spesifikasi sesuai dengan model penggunaannya, antara lain:

➤ SIMPUS versi Desktop

Spesifikasi teknis:

- Platform Under Windows
- OS Windows
- Pemrograman Visual Basic untuk interface
- Database MySQL

➤ SIMPUS versi Web (Web Based)

Spesifikasi teknis:

- Platform Open Source
- OS (Linux/Windows)
- Pemrograman PHP untuk interface
- Database MySQL

SIMPUS sebagai pengelolaan data berbasis tehnologi tentunya membutuhkan perangkat keras seperti komputer, Puskesmas Sawangan memiliki 19 perangkat komputer untuk pelaksanaan kegiatan input dan pengolahan data, namun 3 perangkat komputer tidak digunakan untuk SIMPUS, karena 3 perangkat digunakan untuk sistem yang berbeda, yaitu pada tuberkulosis, HIV dan farmasi. Imfrastruktur lain yang dimiliki Puskesmas Sawangan untuk mendukung SIMPUS yaitu modem internet yang digunakan oleh seluruh perangkat komputer di Puskesmas Sawangan. Server SIMPUS berada di Dinas Kesehatan Kota Depok, dimana SIMPUS Sawangan terintegrasi dengan Dinkes Kota Depok.

SIMPUS sebagai program yang dapat membantu pengolahan data, mempermudah kinerja di Puskesmas Sawangan. Pada bagain pendaftaran, petugas akan melakukan input data baru pasien, kemudian data pasien akan tersimpan otomatis dan memudahkan pencarian data pasien pada kunjungan selanjutnya, serta data pasien akan langsung terbaca pada SIMPUS dibagian poli yang dipegang langsung oleh Dokter, Perawat atau Bidan. Setelah pemeriksaan status pasien terbaca selesai yang artinya selesai dilakukan pemeriksaan, selanjutnya akan muncul tagihan dikasir. Tagihan tersebut tidak akan muncul jika data awal pasien adalah peserta BPJS, KIS, atau asuransi sejenisnya.

Data dalam SIMPUS dapat menunjukkan data pasien baru, data kunjungan pasien, data keuangan, diagnosa yang diinput pada bagian poli (umum, gigi, KB, KIA, Anak Lansia, Jiwa, Gigi, MTBS/Balita), BPJS, laporan bulanan, dan promosi kesehatan. Puskesmas Sawangan sebagian besar menggunakan semua menu yang ada dalam SIMPUS, namun ada 2 menu yang belum digunakan Puskesmas Sawangan, yaitu menu promosi kesehatan yang terkedala SDM, karena bagian promkes cenderung lebih sering berkegiatan diluar kantor. Sedangkan menu farmasi dalam SIMPUS tidak digunakan karena bagian farmasi memiliki sistem sendiri dalam pengelolaannya.

Kunci dari pengolahan data SIMPUS yaitu pada input data awal, dimana sistem hanya akan membaca data masuk. Permasalahan yang sering terjadi di Puskesmas Sawangan adalah kedisiplinan Input data. Data menjadi tidak valid ketika ada bagian yang kurang disiplin terkait penginputan data pada bagianya.

2. Ketersediaan dasar hukum

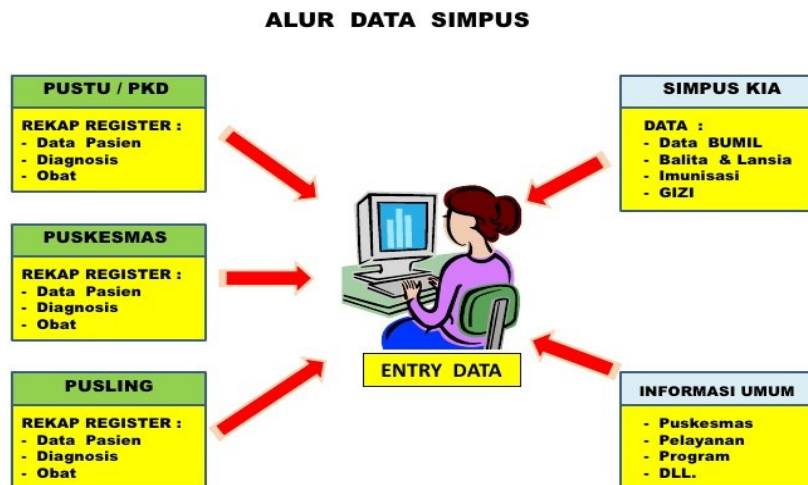
Penerapan SIMPUS di Puskesmas Sawangan merupakan bagian dari Inpres no 3 Tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-Government, dimana instansi yang memberikan pelayanan kepada publik melalui pengelolaan berbasis digital. Disamping adanya Keputusan Menteri Kesehatan No 511 Tahun 2014 tentang Strategi Pengembangan Sistem Informasi Kesehatan Nasional. Selain itu, dalam pelaksanaan teknis Puskesmas Sawangan didasari oleh standar operasional prosedur (SOP). Setiap bagian pelayanan di Puskesmas Sawangan memiliki SOP masing-masing, seperti contoh SOP pendaftaran, SOP bagian Poli, SOP bagian Laboratorium, SOP bagian farmasi dan SOP kasir.

Pada indikator ini, peran pimpinan juga menjadi bagian penting terlaksananya pengelolaan berbasis digital dengan baik. Dimana pada Puskesmas Sawangan dipimpin oleh Kepala Puskesmas yang memiliki inisiatif dalam pengembangan pengelolaan Puskesmas berbasis komputerisasi, seperti pengadaan infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung terlaksananya penerapan SIMPUS.

Tahun 2013 diawal penerapan SIMPUS Sawangan hanya memiliki 6 unit komputer sumbangan dari Dinas Kesehatan Kota Depok, dengan kondisi yang kurang baik. Tahun 2016 Puskesmas Sawangan dengan status BLUD, mampu memenuhi semua infrastruktur yang dibutuhkan Puskesmas untuk penerapan SIMPUS sampai sekarang.

3. Koordinasi antar instansi

Tahun pertama penerapan SIMPUS, yaitu pada tahun 2013 menggunakan sistem pengelolaan lokal, yang terintegrasi antar bagian saja, pada tahun 2014 sampai sekarang SIMPUS telah terintegrasi dengan Dinas Kesehatan Kota Depok, Puskesmas2 diwilayah Kota Depok, dan BPJS. Adapun alur data SIMPUS dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1.
Alur Data Sistem Informasi Puskesmas

Dinas Kesehatan sebagai pemilik server SIMPUS terhubung dengan 35 Puskesmas dibawah Pemerintah Kota Depok, dengan menggunakan SIMPUS yang sama. Integrasi ini terkait dengan pelaporan dan data base dari Puskesmas-Puskesmas yang dilaporkan ke Dinas Kesehatan Kota Depok.

Saat ini, SIMPUS hanya sebagai pengelolaan manajemen di Puskesmas, dan hanya diakses oleh petugas Puskesmas. Berdasarkan keterangan Kepala Tata Usaha Puskesmas Sawangan, bahwa SIMPUS pada tahun 2018 ini direncanakan untuk terintegrasi dengan jendela Kota melalui alamat website Kota Depok, dimaksudkan SIMPUS tidak lagi hanya sebagai manajemen data Puskesmas, tetapi dapat terjadinya proses interaksi dan transaksi pelayanan dengan masyarakat. Interaksi dan transaksi dimaksud adalah, masyarakat dapat memperoleh berbagai informasi pelayanan di

Puskesmas melalui SIMPUS, bahkan pendaftaran dan rujukan pasien dapat dilakukan hanya melalui SIMPUS.

4. Ketersediaan aparatur

Secara umum pengoperasian SIMPUS hampir dilakukan oleh semua bagian, antara lain, Kepala Puskesmas, Ka. Tata Usaha, Keuangan, bagian pendaftaran, Laboratorium, Poli umum, Poli lansia, MTBS (manajemen terpadu balita sakit), KIA (kesehatan ibu dan anak), Poli gigi, dan Kasir, jadi terdapat sekitar 12 pelayanan yang menggunakan SIMPUS dengan 14 *usser id*. Manajemen Puskesmas Sawangan memang tidak hanya menggunakan SIMPUS saja, ada beberapa sistem lain yang digunakan yaitu pada bagian farmasi, HIV dan TB dan tidak terkoneksi dengan SIMPUS.

Awal mula SIMPUS digunakan pihak Puskesmas Sawangan sering melakukan pelatihan dan sosialisasi untuk meningkatkan kemampuan manajerial pegawai berbasis sistem. Saat ini pelatihan dan sosialisasi rutinitas minimal satu kali dalam setahun, tetap dilaksanakan untuk menyegarkan kemampuan para pegawai. Sesain itu jika ada kebaruan dari SIMPUS sebagai pengembangan sistem, maka pelatihan dan sosialisasi juga perlu dilakukan.

5. Ketersediaan sarana teknologi

SIMPUS diakses melalui simpus.depok.go.id.8072 atau simpus.depok.go.id.8088. Operator dapat mengakses SIMPUS dengan menggunakan *usser id* dan *password* masing-masing yang didaftarkan di sistem pusat yaitu di Dinas Kesehatan Kota Depok.

SIMPUS adalah sistem yang mudah dipelajari, hampir semua pegawai Puskesmas menguasai pengoperasian SIMPUS, karena berdasarkan beberapa keterangan operator SIMPUS, bahwa sistem ini mudah dioperasikan, *input data* hanya dengan mengikuti pola menu yang sudah ada dalam SIMPUS, maka sistem secara otomatis akan melakukan klasifikasi data, penyimpanan, dan pengolahan data menjadi informasi, sehingga setiap bagian dapat mengakses data atau informasi yang dibutuhkan.

SIMPUS adalah program yang mudah digunakan pengguna, berikut beberapa hal terkait penggunaan SIMPUS:

Menggunakan Sistem Operasi Windows, menampilkan tampilan secara grafis dan mudah digunakan. Untuk proses keluaran data bahkan hampir semua tampilan bisa di akses dengan menggunakan tikus (*mouse*).

Menyimpan informasi riwayat kunjungan dari pasien dengan akurat. Penomoran Index yang tepat dan benar akan lebih mempermudah dalam proses pencarian data pasien tertentu.

Input data yang cepat, dengan sumber data dari kartu registrasi pasien. Desain masukkan data yang dikembangkan dengan mengacu pada pengalaman di puskesmas menjadi pertimbangan utama untuk membuat proses entri harus cepat. Dimana dalam kondisi normal hanya butuh waktu dibawah 1 menit untuk memasukkan satu data pasien.

Dapat menampilkan rekapitulasi data pasien, serta membuat pelaporan LB (laopran bulanan) dengan cepat. Periode keluaran data dapat ditetapkan sesuai dengan kebutuhan, dari data harian, periode harian, mingguan, bulanan atau tahunan.

Dapat menampilkan data 10 besar /20 besar penyakit dengan cepat. Menampilkan data-data keluaran secara tabel maupun secara grafik dengan cepat. Dapat digunakan untuk melakukan filter data kunjungan dengan cepat dan mudah, sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

6. Strategi pemikiran pemimpin

Penerapan sebuah sistem pada sebuah organisasi adalah bagian dari perhatian pimpinan, oleh karena itu perlunya gagasan pimpinan untuk menciptakan pengembangan pola manajemen dilingkungan instansinya. Demikian yang dilakukan oleh Pimpinan Puskesmas Sawangan, selain dalam memenuhi kebutuhan infrastruktur, pimpinan Puskesmas juga memberikan dukungan melalui beberapa kebijakan dilingkungan kerja. Puskesmas Sawangan yang dipimpin oleh seorang Kepala Puskesmas mengeluarkan beberapa kebijakan terkait pengelolaan manajemen Puskesmas berbasis digital, diantaranya melalui SK Kepala Puskesmas tentang Komunikasi Internal Sistem Koneksi Antar Bagian, serta SK Kepala Puskesmas tentang Penanggung Jawab Data, adalah bagian dari dukungan pimpinan dalam kelancaran pengelolaan Puskesmas berbasis digital.

KESIMPULAN DAN SARAN

SIMPUS sebagai sistem pengelolaan data berbasis teknologi yang digunakan Puskesmas Sawangan telah membantu sistem kerja Puskesmas dalam pengolahan, akses dan transfer data antar bagian dan model integrasi yang memudahkan sistem pelaporan menjadi sebuah alat yang membantu Puskesmas dalam meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat sehingga tercipta pelayanan yang lebih cepat, tepat dan akurat.

Penerapan sistem membutuhkan biaya cukup besar, namun hal tersebut adalah sebuah investasi, terutama instansi yang memberikan pelayanan kepada masyarakat seperti Puskesmas. Saran yang dapat disampaikan untuk meningkatkan kedisiplinan input data oleh Petugas/Pegawai Puskesmas adalah memberikan *reward* dan *punishment* atau bentuk evaluasi berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Universitas Muhammadiyah Jakarta sebagai Instansi yang memberikan dana dalam pelaksanaan riset, dan Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Puskesmas Sawangan sebagai lokus penelitian, serta Kepala Puskesmas dan para petugas Puskesmas yang membantu dalam proses pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kesehatan. 2004 tentang Sistem Informasi Manajemen Puskesmas. Depkes.go.id
- Instruksi Presiden No 3 Tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-Government.
- Kemenkes Republik Indonesia. 2009. Undang – Undang nomor 36 tahun 2009 Tentang Kesehatan. DepKes.go.id.
- Kepmenkes Republik Indonesia. 2014. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 511 Tahun 2014 Tentang Kebijakan dan Strategi Pengembangan SIKNAS. DepKes.go.id.

IMPLEMENTASI POLA PIKIR MATEMATIKA DIVERGEN DALAM HUBUNGANNYA DENGAN UPAYA MENGISI PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

TUKIMIN PRAMONO

Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Yogyakarta

email korespondensi: tukimin@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan berkelanjutan dipandang sebagai suatu bentuk baru dalam upaya pembangunan semesta dengan melihat aspek lingkungan dan pemanfaatan sumber daya yang ada untuk jangka panjang. Menyikapi program tersebut, masyarakat pada umumnya memiliki proses berpikir yang berbeda dalam memecahkan masalah karena perbedaan daya berpikir melalui proses kognitif. Berkaitan dengan masalah tersebut, maka makalah ini bertujuan untuk menunjukkan kompetensi berpikir divergen sebagai salah satu unsur upaya pembangunan berkelanjutan yang dalam penerapan di lapangan lebih kritis dan kreatif. Kompetensi berpikir divergen di kalangan masyarakat dipandang perlu karena semakin tingginya tingkat kompleksitas permasalahan yang terjadi hampir di segala aspek kehidupan. Pemecahan masalah melalui berpikir divergen akan memberikan kesempatan luas untuk melakukan inventarisasi masalah-masalah secara mendalam, sehingga masyarakat dapat mengkonstruksi segala kemungkinan pemecahannya secara divergen dan berkelanjutan. Penyusunan makalah ini didasarkan pada hasil penelitian kualitatif dengan subjek masyarakat di wilayah Kalurahan Bangunjiwo Kabupaten Bantul. Proses penelitiannya dimulai dari kajian teoritik yang dipadukan dengan data empiris berdasarkan fakta yang ada. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan informasi, mereduksi, memaparkan, validasi, verifikasi data dan kemudian menyimpulkan. Hasil akhir penelitian dapat dilaporkan bahwa proses berpikir masyarakat dalam memecahkan masalah belum divergen. Pola pikir masyarakat belum inovatif berkelanjutan baik pada tahap memahami masalah, merencanakan, melaksanakan rencana, dan mengecek kembali variasi hasil yang terjadi setelah usai penanganan.

Kata Kunci: proses berpikir, matematika divergen, inovasi berkelanjutan

PENDAHULUAN

Konsep pembangunan berkelanjutan merupakan program pembangunan yang mengarah kepada upaya memenuhi kebutuhan dalam kehidupan masyarakat tanpa merusak atau menurunkan kemampuan pemenuhan kebutuhan generasi yang akan datang. Pada dasarnya konsep ini merupakan strategi pembangunan masyarakat yang mengarah pada kegiatan pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar lingkungan hidup tetap terjaga dan lestari. Maka, pembangunan berkelanjutan merupakan upaya pembangunan yang diupayakan dapat memenuhi kebutuhan saat ini tanpa harus mengurangi kapasitasnya untuk memenuhi kebutuhan bagi generasi yang akan datang. Sehingga, upaya pembangunan yang berkelanjutan hendaknya juga memperhatikan pemanfaatan lingkungan hidup yang telah ada dan kelestarian lingkungannya agar kualitas lingkungan tetap terjaga.

Sementara itu, kemampuan masyarakat untuk menggunakan pemikiran yang benar dalam memahami lingkungannya merupakan pemahaman yang mendasar sehingga memungkinkan berkembangnya daya pikir masyarakat. Melalui kegiatan berpikir yang benar, kemungkinan masyarakat akan banyak memperoleh pengetahuan baru dan bermanfaat. Pengetahuan yang baru dapat menjadi acuan penting bagi kegiatan berpikir ke tingkat yang lebih tinggi, melalui kekuatan berpikir pula masyarakat

dapat mengolah pengetahuannya menjadi makin lebih teliti dan bermakna sehingga masyarakat dapat membawa kemajuan yang besar dalam berbagai bidang kehidupan yang ada. Tampak pada saat ini masyarakat telah mampu mengeksplorasi, memilih dan mengolah serta memiliki kekuatan untuk menetapkan keputusan-keputusan penting untuk membangun dan mempertahankan kemajuan yang dicapainya. Pada kegiatan sehari-hari, masyarakat tidak terlepas dari pengolahan akal untuk berpikir, berpengetahuan, serta membuat keputusan untuk melakukan dan atau tidak melakukan karena berpikir merupakan pengembangan ide dan konsep.

Pengertian ini tampak sangat sederhana namun hakekatnya cukup menantang, karena berpikir bukanlah kegiatan fisik tetapi merupakan kegiatan mental dan spiritual. Setiap individu selalu berusaha meningkatkan kesadarannya mengenai ruang lingkup berpikirnya sehingga dapat melakukan pilihan-pilihan dalam jangkauan yang lebih luas.

Sementara itu, telah diyakini bersama dan diterima kebenarannya melalui pengalaman bahwa matematika telah mengisyaratkan adanya pola pikir yang sistematis dan konsisten (Sumarmo, 2010). Implementasi cara berpikir matematis, selalu dimulai dengan suatu tahap pendahuluan yaitu mulai dari informasi yang diketahui, kemudian dipisah-pisahkan dan diterjemahkan ke dalam simbol-simbol yang sesuai. Sehingga menjadikan tambahan penjelasan bahwa berpikir secara matematis merupakan kemampuan yang seharusnya dimiliki oleh masyarakat. Melalui pemberian simbol-simbol dari setiap kejadian, kemudian dihubungkan antar permasalahan yang ada maka niscaya akan menghasilkan ide atau gagasan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Kegiatan menghubungkan-hubungkan permasalahan tersebut tidak lain adalah melakukan langkah-langkah yang bersifat penyelidikan dan pengkajian yang sistematis. Sehingga, berpikir matematis juga merupakan kemampuan yang penting untuk dikembangkan oleh setiap kelompok masyarakat.

Kemampuan berpikir matematis dapat diterapkan dalam menghubungkan permasalahan-permasalahan ke dalam suatu ide atau gagasan sehingga dapat menyelesaikan permasalahan secara berkelanjutan. Berpikir menyelesaikan permasalahan secara matematis dan berkelanjutan sampai menemukan sebuah ide dan mampu untuk melihat dunia di sekeliling secara menyeluruh dikenal dengan cara berpikir divergen. Selanjutnya dengan cara melangkah seperti inilah proses kreatif dalam berpikir semakin cerdas sehingga ide yang dimunculkannya pun semakin bervariasi, dapat dikatakan pula bahwa sebagai pedoman penting dalam pola berpikir divergen ini adalah sedikit mengabaikan terhadap penilaian yang sifatnya subjektif. Hal ini mengingat bahwa jika penilaian masih menghantui proses, maka akan sulit untuk dapat menjalankan proses berpikir divergen secara efektif. Berpikir divergen, pada hakikatnya dituntut untuk mengeluarkan semua ide yang muncul dari pemikiran logis. Munculnya

satu ide akan dapat memicu timbulnya ide yang lain. Sebanyak dan sejelek apapun ide yang muncul tetap ditampung, dan alangkah lebih baiknya dicatat pada buku tersendiri. Sehingga, ide tersebut tidak hilang karena masih dapat diingat, ditinjau dan dapat dikembangkan lagi.

Upaya pembangunan berkelanjutan sepertinya telah menjadi isu penting bagi negara-negara di dunia saat ini pada umumnya dan di negara Indonesia pada khususnya karena menyangkut ketersediaan dan keberlanjutan aspek-aspek penting dalam hidup masyarakat. Keterbatasan upaya untuk mengeksploitasi sumber daya alam dan keterbatasan pola pikir masyarakat merupakan masalah-masalah utama yang harus dapat diselesaikan dengan program pembangunan yang berkelanjutan. Hal ini seakan telah menjadi tuntutan bersama, yaitu bahwa eksploitasi sumber daya alam sangat memerlukan pengembangan kualitas hidup masyarakat. Dewasa ini, pengembangan program tersebut harus memperhitungkan keberlanjutan proses alam sehingga dapat terus dirasakan manfaatnya untuk generasi mendatang. Akhirnya, pembangunan yang berkelanjutan harus memperhitungkan keterbatasan seluruh sumber alam dan kemampuannya untuk memperbaharui walau tanpa proses secara alami.

Di samping itu, dalam kenyatannya konsep pembangunan berkelanjutan sangat dipengaruhi pula oleh isu global pada saat ini yaitu antara lain globalisasi, demokratisasi, dan desentralisasi. Namun, yang perlu menjadi perhatian adalah bahwa keberhasilan pembangunan yang berkelanjutan dapat diukur dengan tiga indikator, seperti status sosial, lingkungan hidup yang nyaman, dan tatanan ekonomi yang sehat (Tatang, 2007). Berkaitan dengan hal ini, yaitu indikator sosial yang dapat dilihat dari peluang kerja yang dihasilkan, perbedaan kualifikasi, dan termasuk keamanan. Sementara, indikator lingkungan dapat dilihat dari konsentrasi produk yang dihasilkan dari suatu proses produksi yang dapat berefek pada lingkungan lokal, regional, dan global. Sedangkan, indikator ekonomi dapat dilihat dari biaya investasi seperti biaya material, efisiensi anggaran, dan biaya operasi lainnya serta biaya-biaya perawatan yang ada. Hal ini berarti bahwa upaya pembangunan berkelanjutan tersebut harus mengarah pada pemenuhan kriteria sosial dan lingkungan sehingga manusia dan alam dapat mempertahankan terjadinya proses yang berkesinambungan.

Upaya pembangunan yang berkelanjutan seakan harus merombak habis tentang anggapan pembangunan konvensional yang saat ini berjalan. Arti penting pembangunan dalam jangka pendek yaitu harus lebih diseimbangkan dengan kepentingan jangka panjang. Aspek-aspek sosial dan lingkungan harus juga ditempatkan pada posisi yang sejajar dengan kepentingan pemenuhan kebutuhan ekonomi. Di samping itu, kepentingan sosial masyarakat harus lebih diupayakan seserasi mungkin dengan kepentingan individu. Lebih dari itu, adanya gejala

persaingan di pasar, harus segera diantisipasi apalagi sampai berpengaruh terhadap biaya sosial yang mengancam lingkungan hidup yang telah dinyatakan solid. Kelompok sipil dan masyarakat pada umumnya juga harus diberikan kesempatan yang sama sehingga mampu memegang peranan penting dalam proses pengambilan keputusan terhadap upaya pembangunan berkelanjutan.

Pergeseran cara pandang konvensional ke era global ini memerlukan perubahan nilai dan orientasi. Sikap setuju dan siap melaksanakan pengembangan secara terus-menerus terhadap nilai-nilai pembangunan berkelanjutan yang sama sekali baru dan berbeda dengan yang ada pada pembangunan konvensional perlu ada gerakan sosialisasi. Melalui pendidikan praktis misalnya untuk keperluan pengembangan sumber daya masyarakat, yang sangat perlu direncanakan sehingga dapat mendorong percepatan terciptanya nilai-nilai baru tersebut seperti yang diinginkan. Sumber daya masyarakat tidak saja hanya dilengkapi dengan keterampilan untuk mencapai tujuan ekonomi, tetapi juga keterampilan untuk mencapai tujuan sosial dan lingkungan hidup lainnya. Sehubungan dengan itu, maka dibutuhkan pula keterpaduan antara ilmu pengetahuan dan teknologi yang diharapkan dapat secara utuh mampu mengelola kepentingan pembangunan ekonomi, sosial dan lingkungan secara berkelanjutan. Paradigma pembangunan berkelanjutan harus mampu memanfaatkan kepentingan berupa manfaat ekonomi, penghargaan bergengsi dan pengakuan. Sehingga dalam hal ini, diperlukan keteladanan, tata perilaku yang sesuai, berbagai peraturan, dan berbagai standar yang diakui secara internasional, seperti ISO 9000 untuk standar ekonomi, ISO 14000 untuk standar lingkungan, dan ISO 26000 untuk standar sosial. Kombinasi ketiga ISO tersebut diperlukan agar didapat standar komprehensif yang mencakup nilai-nilai ekonomi, sosial dan lingkungan secara bersamaan (Peterson, 2010).

Sehubungan dengan itu semua, adanya tatanan sosial dalam kelompok yang dianggap telah sesuai juga perlu diciptakan dan dimobilisasi untuk merangsang kelompok-kelompok sosial lain agar ikut berpartisipasi dalam pembangunan berkelanjutan. Hubungan kerja yang harmonis harus dibentuk guna menarik kelompok yang lebih luas, supaya masyarakat lain tertarik untuk ikut serta berpartisipasi dalam pembangunan berkelanjutan. Di samping itu, tidak kalah pentingnya bahwa para pejabat di pemerintahan perlu mempromosikan strategi pemasaran sosial yang cerdas untuk mempromosikan rencana pembangunan berkelanjutan kepada seluruh lapisan masyarakat yang ada. Peran ini akan sangat efektif jika digabungkan dengan usaha pemasaran sosial dari tokoh berpengaruh di kalangan masyarakat sipil yang dapat menciptakan kemauan sosial yang kuat untuk mencapai tujuan-tujuan pembangunan berkelanjutan di dalam organisasinya masing-masing. Kondisi ini dapat menciptakan

efek maju yang dapat mendorong perubahan penting dalam pelaksanaan strategi nasional untuk pembangunan berkelanjutan.

PEMBAHASAN

Dunia telah mengakui bahwa Negara Indonesia, memiliki sumber daya alam yang melimpah. Namun, sepertinya rata-rata masyarakat yang ada seakan terlena akan keberlimpahan sumber daya alam tersebut. Padahal, bagaimanapun juga sebagian masyarakat telah mengasumsikan bahwa sumber-sumber tersebut akan habis pada saatnya. Sehubungan dengan alasan tersebut, masyarakat wajar apabila ada upaya-upaya untuk mengurangi laju konsumsi sumber daya alam yang ada dan berikutnya adalah upaya pengembangan sumber daya alternatif untuk menjamin keberlangsungan ketersediaan energi sumber daya alam secara berkelanjutan. Aspek sosial masyarakat dan lingkungan hendaknya juga turut diperhitungkan dalam upaya-upaya pembangunan berkelanjutan sesuai dengan tujuan yang diinginkan, oleh karena itu, upaya mengisi pembangunan yang berkelanjutan harus mulai disadari oleh khalayak masyarakat sejak saat ini. Aspek sosial, lingkungan dan ekonomi masyarakat merupakan aspek-aspek yang harus diperhatikan untuk melakukan suatu program pembangunan. Satu hal prinsip yang dapat dibanggakan untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan yaitu tanggung jawab masyarakat untuk mewarisi keberlangsungan hidup generasi kelak yang akan datang (Tatang, 2007). Sudut pandang terhadap pembangunan berkelanjutan harus dipahami sebagai salah satu etika dalam merumuskan strategi pembangunan, yaitu komitmen moral terhadap pengorganisasian dalam pembangunan yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tanpa mengorbankan aspek-aspek lainnya. Pembangunan berkelanjutan bukan hanya mengenai bagaimana menjaga kualitas lingkungan hidup, atau bagaimana pembangunan ekonomi dapat berjalan dengan semestinya, tetapi pembangunan berkelanjutan mencakup keseluruhan pembangunan dan bagaimana suatu pembangunan dijalankan, tanpa mengorbankan aspek-aspek yang lainnya.

Keberkelanjutan suatu pembangunan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor ekonomi dan biofisik semata, melainkan juga dipengaruhi oleh faktor sosial dan sikap mental yang kritis dari masyarakat. Pembangunan harus dipandang sebagai suatu proses yang multidimensional, yang melibatkan segenap pengorganisasian dan peninjauan kembali atas sistem peradaban dan sistem sosial secara keseluruhan. Selain peningkatan kesejahteraan dan terwujudnya tatanan baru, proses pembangunan juga berkenaan dengan serangkaian perubahan yang bersifat mendasar atas struktur-struktur kelembagaan, sosial, dan administrasi, sikap-sikap masyarakat dan bahkan seringkali merambah pada adat istiadat, kebiasaan dan sistem kepercayaan yang hidup

dalam masyarakat (Hurerah, 2008). Partisipasi masyarakat dalam pembangunan dapat diartikan sebagai adanya kebersamaan atau saling memberikan sumbangan untuk kepentingan dan masalah-masalah bersama yang tumbuh dari kepentingan dan perhatian individu warga masyarakat itu sendiri. Partisipasi dalam hal ini adalah hasil konsensus sosial warga masyarakat yang akan menentukan arah perubahan sosial yang diharapkan oleh masyarakat yang bersangkutan.

Dinamika perkembangan pembangunan kota-kota di Indonesia saat ini sepertinya lebih didasarkan pada eksploitasi sumber daya alamnya. Hal ini terbukti atas dasar kurang diperhatikannya keseimbangan dalam pembangunan. Pertimbangan pembangunan yang ada hanya berorientasi pada pencapaian keuntungan tanpa mempertimbangkan kualitas daya dukung lingkungan dan perbaikan lingkungan secara signifikan. Selain itu, perilaku masyarakat yang masih bersifat eksploitatif juga cenderung mendorong masyarakat berpikir bahwa sumber daya dan kekayaan alam hanya dipandang sebagai sumber daya ekonomi. Sehingga, dalam hal ini sumber daya alam hanya diubah menjadi nilai ekonomi semata sehingga terjadi eksploitasi sumber daya alam yang merusak lingkungan. Terlepas dari sektor ekonomi dan perilaku masyarakat tersebut, akhirnya terungkap pula bahwa kebijakan pembangunan saat inipun masih bersifat sentralistik dan sektoral dengan penataan ruang, yang belum sinkron dengan pelestarian, perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, termasuk kurang adanya interaksi antar keduanya yang belum berjalan harmonis dan saling mendukung (Salim, 2010).

Sejalan dengan arus globalisasi dan perdagangan bebas, mengakibatkan barang dan jasa serta teknologi dari luar negeri secara tidak langsung akan masuk ke Indonesia, dengan kondisi ini, maka masyarakat dihadapkan pada barang dan jasa teknologi dari luar negeri yang belum tentu teruji kesesuaiannya dengan kondisi lingkungan Indonesia, sehingga kemungkinan berdampak negatif terhadap keamanan, kesehatan, dan keselamatan masyarakat. Apabila penggunaan teknologi menyebabkan dampak negatif, maka kepentingan masyarakat dapat dirugikan, untuk mencegah hal tersebut diperlukan pengkajian terhadap teknologi yang akan diterapkan dan atau audit terhadap teknologi yang telah diterapkan di Indonesia. Melalui pengkajian dan audit teknologi, masyarakat dapat dilindungi dari kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkan. Mekanisme pengaturan pelaksanaan audit teknologi hendaknya disusun berdasarkan siklus perjalanan inovasi teknologi di Indonesia dengan menempatkan posisi audit teknologi pada tahap setelah penerapan teknologi. Sasaran audit teknologi meliputi aspek kelayakan tekno ekonomis, daya saing, dan aspek perlindungan publik. Institusi pelaksana audit teknologi meliputi institusi pemerintah maupun swasta yang ada

di Indonesia yang memiliki tugas dan fungsi penelitian, pengembangan, dan audit teknologi.

Membuat perbaikan kualitas dan pelayanan yang signifikan membutuhkan kepemimpinan dan manajemen pengetahuan di seluruh organisasi, ditambah dengan kegiatan perbaikan terpusat yang tidak pernah berakhir serta pendekatan pemecahan masalah. Hal ini berarti bekerja lebih cerdas, konsisten akan membuat perbaikan proses dan jasa, serta menerapkan prinsip-prinsip ini di seluruh organisasi yang lebih luas. Pertama yang terpenting, mengembangkan pandangan global, misi dan prinsip-prinsip organisasi masyarakat untuk memilih langkah-langkah guna memastikan bahwa masyarakat juga telah memahami apa dan mengapa yang telah dapat dilakukan, maka keadaan ini merupakan bagian penting dari pengembangan upaya yang kuat. Selanjutnya, masyarakat memastikan bahwa kinerja ini mengoptimalkan kebaikan organisasi, dan bukan hanya proyek individu atau departemen. Upaya peningkatan kualitas untuk memastikan bahwa tujuan yang lebih besar didukung dan ditindaklanjuti dengan maksimal oleh anggota masyarakat merupakan ciri untuk selalu siaga melakukan pekerjaannya. Tanggung jawab ini seakan menjadi suatu kesibukan dan pergeseran prioritas dan merupakan bagian dari upaya menganalisis dan memahami setiap aspek dari peran dan tanggung jawab masyarakat sendiri.

Sehubungan dengan itu, langkah membuat keputusan berdasarkan suatu anggapan diubah menjadi upaya berusaha keras untuk memiliki dan menggunakan data yang akurat dan tepat waktu. Maka dari itu, menggunakan metode dan analisis yang benar adalah tepat untuk mendukung dan membantu meningkatkan kinerja baik individu atau pun organisasi. Upaya menyelesaikan masalah sebagai peluang inovasi dalam proses-proses hampir selalu menawarkan yang paling maksimal untuk perbaikan berkelanjutan. Aktif mencari ide-ide dan masukan serta menciptakan suasana kepercayaan dan komunikasi terbuka, memungkinkan, bahkan mendorong, mengatasi jenis kegagalan yang berakar pada percobaan atau pemikiran inovatif. Menggunakan pengukuran kerja, *monitoring* dan pembinaan sebagai sarana pembelajaran dan perbaikan pada tingkat proses akan memungkinkan mengembangkan terjadinya perubahan pribadi di dalam tim, serta mendorong pengembangan pribadi secara maksimal bagi semua anggota. Hal ini sama pentingnya dengan pelatihan kerja yang spesifik sehingga jangan menunggu untuk membuat perubahan besar secara sekaligus tetapi senantiasa berusaha dan mengharapkan perbaikan yang tidak pernah berakhir.

Menurut Sumarmo (2010), pola pikir matematika memiliki peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan. Secara individual ataupun berkelompok senantiasa memerlukan matematika untuk memenuhi kebutuhan praktis dan memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pendidikan matematika dipandang perlu

diajarkan kepada setiap anak didik di hampir semua jenjang persekolahan yang ada. Hal ini sangat beralasan karena menurut kenyataan yang ada, melalui matematika seseorang dalam hal ini masyarakat dapat senantiasa berpikir logis, kritis, praktis, bersikap positif, dan berjiwa kreatif serta konsisten. Sehingga, kemampuan berimajinasi, berkreasi, berinovasi tentunya juga menjadi tolak ukur keberhasilan pendidikan pada saat ini. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran yang berlangsung di sekolah-sekolah sudah selayaknya apabila disisipkan pola mengembangkan kemampuan berpikir matematika divergen secara berimbang.

Lebih dari itu, bahwa berpikir divergen adalah berpikir kreatif, berpikir untuk memberikan bermacam kemungkinan jawaban berdasarkan informasi yang diberikan dengan penekanan pada kuantitas, keragaman, dan orijinalitas jawaban (Subali, 2013). Cara berpikir divergen menujuk pada pola berpikirmenuju ke berbagai arah, sehingga proses pembelajaran mestinya dirancang agar anak didik mampu berpikir alternatif sesuai dengan fungsinya. Berpikir secara divergen dipandang akan mampu menangkap obyek secara keseluruhan dengan baik. Cara berpikir divergen dapat dikatakan merupakan salah satu cara mencari strategi yang memiliki fokus luas yang memungkinkan terjadinya hubungan antar gejala yang semestinya tidak terjadi hubungan. Hal ini hanya dimungkinkan apabila pencarian tersebut dilakukan dalam suasana perlahan-lahan, dengan leluasa, dan tidak terbatas pada informasi-informasi yang tersimpan dalam ruang tertentu. Dalam konteks ini proses berpikir divergen mempunyai kemampuan untuk mencari hubungan-hubungan baru, kombinasi-kombinasi baru antar unsur, data dan hal-hal yang sudah ada sebelumnya untuk menjawab suatu persoalan menjadi salah satu bentuk nyata dari cara berpikir kreatif. Berpikir divergen pada dasarnya adalah berpikir secara sistemik yang memusatkan pada bagaimana sesuatu berinteraksi dengan unsur-unsur pokok yang lain dalam suatu sistem. Berpikir secara divergen akan nampak dari proses daya ciptanya yang lebih bersifat global dan sistemik, sehingga mengklasifikasi obyek berdasarkan ciri-ciri tertentu dalam konteks yang lebih luas.

Proses berpikir secara divergen, melalui mengumpulkan semua ide yang dikeluarkan, maka proses selanjutnya adalah menyaring atau menyeleksi dari ide tersebut, dipersempit menjadi beberapa ide saja yang terbaik. Rangka berpikir divergen seakan dituntut mampu untuk memilih ide mana yang paling menarik, paling praktis, paling sesuai, paling unik, atau lainnya yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Langkah selanjutnya menetapkan secara bijaksana satu ide yang akan digunakan. Di dalam sikap kritis seperti ini tentu saja wajib di dukung dengan sikap tanggung jawab akan apa yang sedang di kritisi. Bersikap kritis harus ditunjukkan dan ditanamkan dalam diri sendiri sehingga materi-materi berfikir secara kritis, bersikap secara demokratis dan

sikap secara kritis dalam demokrasi perlu untuk di berikan dukungan berdasarkan kemampuan untuk bisa menyelesaikan suatu masalah dengan cara penuh tanggung jawab. Suatu permasalahan yang berasal dari sebuah perbedaan pendapat bisa berujung dengan konflik, maka dari itu harus di tekankan suatu penyelesaian masalah yang dilakukan dengan penuh kesepakatan dan bukan kekerasan. Jadi, berpikir divergen adalah dekat dengan berpikir kritis sebagaimana menyeimbangkan aspek-aspek pemikiran menjadi sesuatu yang sistemik dan mempunyai dasar atau nilai ilmiah yang kuat. Di samping itu, juga perlu memperhitungkan aspek alamiah yang terdapat dalam masyarakat yang ada terlebih dahulu.

Berpikir divergen merupakan suatu operasi mental yang menuntut penggunaan kemampuan berpikir kreatif yaitu meliputi kelancaran, kelenturan, orisonalitas, dan elaborasi dan kolaborasi. Artinya seseorang dikatakan berpikir divergen dalam memecahkan masalah jika memenuhi kriteria kelancaran berpikir, keluwesan, originalitas, dan elaborasi (Subali, 2013). Seseorang dengan tipe berpikir divergen mampu menghasilkan atau memproduksi ide-ide baru dan kerap dikaitkan dengan kreatif. Pola berpikir divergen dikarakterisasikan dengan kemampuannya memberikan pilihan berupa ide atau solusi lain. Biasanya ide-ide atau solusi-solusi yang disarankan ini mengalir begitu saja bahkan secara spontan. Pada umumnya, sekelompok masyarakat yang biasa melakukan pola pikir divergen diakui dan dianggap memiliki rasa ingin tahu yang besar, lateral, gigih, dan selalu siap berisiko. Di samping itu, kemampuan berimajinasi, berkreasi, berinovasi juga telah menjadi tolak ukur keberhasilan. Oleh sebab itu dalam proses berpikir sudah selayaknya jika mengembangkan kemampuan berpikir divergen diupayakan secara terbimbing. Cara berpikir divergen juga merupakan pola berpikir seseorang yang lebih didominasi oleh berpikir lateral, menyangkut pemikiran sekitar atau yang menyimpang dari pusat persoalan (Subali, 2013). Melalui berpikir divergen dapat menjadikan seseorang dalam berpikir lebih kreatif dan lebih, untuk dapat memberikan bermacam kemungkinan jawaban berdasarkan informasi yang diberikan dengan penekanan pada kuantitas, keragaman, dan orijinalitas jawaban.

Dalam kaitannya dengan masalah berpikir divergen, pada suatu saat menemukan gagasan yang tepat dan dapat ditindaklanjuti walaupun tidak mudah untuk mencapainya. Begitu pula, gagasan sederhana dapat dikembangkan menjadi gagasan yang lebih kompleks. Oleh karena itu, perlu adanya berpikir lanjutan bahwa satu gagasan dapat memancing lahirnya gagasan-gagasan lain yang patut dipertimbangkan. Pembiasaan berpikir divergen dalam menghadapi masalah seperti ini akan membuka potensi yang telah dimiliki, untuk dapat melahirkan beragam ide. Demikian keadaannya, ternyata muncul alangkah banyak kemungkinan sebagai jalan keluar dari suatu permasalahan, betapa luas perspektif yang diperoleh melalui suatu masalah. Persoalan

selanjutnya adalah bagaimana mengasah kemampuan berpikir divergen seperti yang diharapkan. Pemecahan persoalan ini membutuhkan keterbukaan pikiran terhadap beragam kemungkinan. Suatu keyakinan bahwa terdapat banyak jalan keluar dari suatu persoalan dan hanya bisa ditumbuhkan bila bersikap terbuka dan ada kemauan untuk mendengarkan pendapat yang berbeda. Sikap inilah yang dapat mendorong, untuk memadukan dengan kemungkinan-kemungkinan lain, menambahkan sesuatu pada sebuah gagasan, memecahnya menjadi sejumlah gagasan, atau melahirkan gagasan yang sama sekali baru. Bagi seseorang yang sudah puas dengan suatu cara, mekanisme, gagasan, prosedur, ataupun produk biasanya akan berpaling pada hal-hal yang sama.

Salah satu unsur kemampuan berpikir divergen adalah fleksibilitas yang dapat terus dilatih dengan bersikap terbuka terhadap gagasan baru. Kemungkinan diperlukan modifikasi atau adaptasi terhadap cara-cara yang digunakan selama ini. dan apabila perlu ada perubahan maka diperlukan keberanian mengambil adanya risiko. Hal ini berarti bahwa setiap melakukan pilihan maka akan mempunyai konsekuensi, sehingga sudah menyiapkan diri untuk memperkecil risiko tersebut, dengan kata lain, apabila memutuskan untuk memikirkan gagasan baru, apalagi mencoba hal baru, senantiasa membutuhkan keberanian atas risiko yang muncul. Menjelajahi berbagai kemungkinan jalan keluar, niscaya dapat mengetahui tingkat risiko masing-masing pilihan sehingga dapat menemukan yang terbaik.

Atas dasar alasan tersebut, maka kemampuan untuk menemukan gagasan maupun ide yang cemerlang, unik dan luar biasa, sama sekali baru, atau bahkan sangat berbeda dapat dipertahankan dan ditingkatkan. Imajinasi dan orisinalitas biasanya lahir dari keberanian berpikir divergen tersebut. Apabila beragam pilihan sudah tersedia lewat proses berpikir divergen yang sudah dijalankan, maka dapat dipilih salah satunya dianggap sebagai yang terbaik.

KESIMPULAN

1. Berpikir divergen memperlihatkan arah ide yang tidak sejaris dan mengacu ke berbagai arah serta menekankan pada keseluruhan atau berpikir secara konsisten, sistematis, teratur, logis, dan searah.
2. Melalui berpikir divergen seseorang berusaha mencari berbagai kemungkinan pemecahan masalah dengan menjelajahi ke berbagai dimensi.
3. Meningkatkan kualitas SDM dalam rangka mendorong inovasi iptek dan rekayasa sosial melalui perbaikan kebijakan pembangunan berkelanjutan di berbagai bidang seperti pendidikan, industri, dan iptek yang sesuai dengan era Indonesia 4.0.

4. Pemerintah dengan persetujuan DPR mengevaluasi aturan dan kebijakan seperti bidang pendidikan, industri, dan iptek agar lebih sinkron. Diharapkan dengan upaya ini, ada kesepahaman yang sama tentang bagaimana SDM bidang IPTEK dapat terpenuhi secara berkelanjutan.
5. Keterbatasan upaya untuk mengeksploitasi sumber daya alam dan keterbatasan pola pikir masyarakat merupakan masalah-masalah utama yang harus dapat diselesaikan dengan program pembangunan yang berkelanjutan.

Saran

1. Pemerintah mengembangkan forum-forum untuk meningkatkan efektifitas sistem komunikasi antara lembaga litbang dan pihak industri. Koneksi antara inovator dan pengguna produk inovasi yang baik akan dapat mempercepat produk inovasi sehingga menjadi lebih cepat terserap.
2. Pemerintah melalui berbagai lembaga riset dan inovasi lebih meningkatkan gagasan pengembang dan penyediaan capital untuk program inovasi keberlanjutan. Inovasi akan lebih berhasil jika didukung adanya entrepreneurship di masyarakat, semoga dengan adanya kemudahan dana untuk usaha ini akan mendorong hasil inovasi terus tumbuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Hurerah, A. 2008. Pengorganisasian dan Pembangunan Masyarakat (Model & Strategi Pembangunan Barbasis Kerakyatan). Bandung : Humaniora
- Subali, 2013. Kemampuan berpikir polad ivergen dan berpikir kreatif dalam Keterampilan Proses sains. Yogyakarta: UNY Press
- Salim, E. 2010. Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta : Kepustakaan Populer Gramedia
- Peterson, JG. 2010. ISO 9000: Standar Kualitas Seluruh Dunia. Jakarta: Indeks, penerjemah. Marianto Samosir.
- Sumarmo, U. 2010. "Berpikir dan disposisi matematis: apa, mengapa, dan bagaimana dikembangkan pada peserta didik". Makalah FPMIPA UPI.
- Tatang, AT. 2007. "Kebijakan Inovasi Di Indonesia: Bagaimana Sebaiknya?, *Jurnal Dinamika Masyarakat* . Vol. VI, No. 2, Agustus 2007

HUBUNGAN KEDINAMISAN KELOMPOK DENGAN TINGKAT KESADARAN KRITIS PEMUDA DALAM KEMANDIRIAN BERUSAHA

Wijanarko

Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Pontianak

email korespondensi : wijanarko@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Gerakan pemuda di akar rumput dalam hal ini Karang Karuna memiliki andil yang cukup besar dalam pembangunan pertanian dan pedesaan. Inisiasi dan partisipasi pemuda Karang Taruna yang tinggi diharapkan mampu memberdayakan perekonomian masyarakat di desa. Karang Taruna Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya Propinsi Kalimantan Barat memiliki program kerja yang tidak hanya terbatas pada lingkup pemuda, melainkan sudah sampai pada usaha kolektif usahatani. Usahatani kolektif yang dilakukan oleh pemuda Karang Taruna adalah bentuk kesadaran kritis (*critical consciousness*). Kesadaran kritis terbentuk dari kedalaman pemahaman akan situasi dan kondisi kehidupan yang mendera pemuda yaitu kurangnya kesempatan kerja. Dengan adanya usahatani kolektif ini, maka kesempatan kerja pemuda menjadi terbuka. Selain melihat tingkat kedalaman kesadaran kritis pemuda Karang Taruna dalam usahatani, penelitian ini juga melihat sejauhmana tingkat kedinamisan kelompok Karang Taruna. Dinamika kelompok digunakan untuk memahami sejauhmana kontribusi kelompok mempengaruhi individu pemuda dalam kelompok khususnya dalam memberi pemahaman kritis dalam usahatani. Unsur dinamika kelompok yang diteliti adalah; struktur kelompok, fungsi tugas kelompok, pembinaan kelompok, kekompakan kelompok, suasana kelompok, tekanan kelompok, dan efektifitas kelompok. Semakin dinamis kelompok Karang Taruna, maka semakin baik kelompok memberikan pengaruh terhadap kehidupan bagi anggotanya khususnya dalam memberikan penyadaran kritis khususnya dalam usahatani.

Kata Kunci: pemuda karang taruna, dinamika kelompok, kesadaran kritis, kemandirian berusaha

PENDAHULUAN

Pembangunan seringkali dimaknai sebagai inisiasi dari suprastruktur yaitu negara. Negara sebagai satuan tertinggi dalam sistem sosial pada satu wilayah berperan dalam merencanakan, melaksanakan dan melakukan monitoring dan evaluasi terhadap program pembangunan. Dalam konteks ini pembangunan dipandang sebagai manifestasi dari paradigma *production centered development* (pembangunan berfokus pada produksi). Alhasil inisiasi dan kemandirian warga negara dalam pembangunan menjadi rendah, karena dominasi negara dalam program pembangunan terlalu besar. Antitesis terhadap pendekatan ini adalah paradigma *people centered development*, yaitu pembangunan berpusat pada masyarakat. Inisiasi dan kemandirian masyarakat menjadi ujung tombak dalam program pembangunan.

Gerakan pemuda di akar rumput dalam hal ini Karang Karuna memiliki andil yang cukup besar dalam pembangunan pertanian dan pedesaan. Inisiasi dan partisipasi pemuda Karang Taruna yang tinggi diharapkan mampu memberdayakan perekonomian masyarakat di desa. Karang Taruna Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya Propinsi Kalimantan Barat memiliki program kerja yang tidak hanya terbatas pada lingkup pemuda, melainkan sudah sampai pada usaha kolektif usahatani.

Usahatani kolektif yang dilakukan oleh pemuda Karang Taruna adalah bentuk kesadaran kritis (*critical consciousness*). Kesadaran kritis terbentuk dari kedalaman pemahaman akan situasi dan kondisi kehidupan yang mendera pemuda yaitu kurangnya kesempatan kerja. Dengan adanya usahatani kolektif ini, maka kesempatan kerja pemuda menjadi terbuka.

Selain melihat tingkat kedalaman kesadaran kritis pemuda Karang Taruna dalam berusahatani, penelitian ini juga melihat sejauhmana tingkat kedinamisan kelompok Karang Taruna. Dinamika kelompok digunakan untuk memahami sejauhmana kontribusi kelompok mempengaruhi individu pemuda dalam kelompok khususnya dalam memberi pemahaman kritis dalam berusahatani. Unsur dinamika kelompok yang diteliti adalah; struktur kelompok, fungsi tugas kelompok, pembinaan kelompok, kekompakan kelompok, suasana kelompok, tekanan kelompok, dan efektifitas kelompok. Semakin dinamis kelompok Karang Taruna, maka semakin baik kelompok memberikan pengaruh terhadap kehidupan bagi anggotanya khususnya dalam memberikan penyadaran kritis khususnya dalam usahatani.

Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah melihat gambaran karakteristik pemuda Karang Taruna Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya. Melihat tingkat kedinamisan kelompok Karang Taruna Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya. Melihat tingkat kesadaran kritis kelompok Karang Taruna Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya dalam berusahatani. Melihat hubungan kedinamisan kelompok dengan kesadaran kritis pemuda Karang Taruna Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya dalam berusahatani.

METOD PENELITIAN OLOGI

Metode penelitian menggunakan kuantitatif dengan *explanatory research*, yaitu penelitian yang menjelaskan hubungan antar variabel melalui pengujian hipotesis. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tingkat kedinamisan kelompok dengan tingkat kesadaran berusaha mandiri. Penelitian ini dilakukan di Dusun Wonosari Desa Tebang Kacang Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya Propinsi Kalimantan Barat.

Penentuan lokasi dilakukan secara *purposive* dengan memilih 30% anggota Karang Taruna dengan kriteria; anggota aktif, memiliki usaha atau belum dan pemahaman yang baik terkait kelompok. . Jenis data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diambil secara langsung dari anggota populasi yang menjadi sampel penelitian (responden). Data primer dikumpulkan melalui pengisian kuesioner penelitian dengan teknik wawancara pada responden. Total responden dalam penelitian ini sebanyak 35 pemuda.

Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan melalui pengisian kuesioner yang disertai dengan wawancara terhadap sejumlah pemuda. Data kualitatif sebagai data pendukung yang bersifat langsung juga akan dikumpulkan melalui wawancara dengan pengurus karang taruna dan tokoh masyarakat yang paham dengan permasalahan kelompok pemuda. Data sekunder dikumpulkan dari instansi pemerintah setempat (desa/kecamatan), dinas pertanahan, dinas pertanian dan perkebunan atau data-data statistik terkait yang dapat diakses melalui internet. Setelah data terkumpul, maka data akan di-*coding*, dan di-*entry* dengan menggunakan SPSS. Data tersebut akan dianalisis secara analisis statistik deskriptif dengan menampilkan distribusi frekuensi, persentase, rataan, median dan standar deviasi, serta analisis statistik inferensia dengan menggunakan statistika non-parametrik yang menggunakan uji Korelasi *Rank Spearman* (r_s).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Keinovatifan Pemuda

Sebagai organisasi sosial tradisi kebudayaan masyarakat petani adalah otonom. Ciri dari kebudayaan petani komunikasi terus-menerus dengan pemikiran komunitas lokal (*local community of thought*) yang berasal di luarnya, jalur interaksi yang panjang antara komunitas tersebut dan pusat-pusat peradaban (Redfield, 1982). Secara umum petani adalah orang yang melakukan kegiatan usahatani di lahan pertanian baik miliknya sendiri maupun milik orang lain. Petani adalah pelaku utama kegiatan pertanian, yang didefinisikan sebagai perorangan warga negara Indonesia beserta keluarganya atau korporasi yang mengelola usaha di bidang pertanian, wanatani, minatani, agropasture, penangkaran satwa dan tumbuhan, di dalam dan di sekitar hutan, yang meliputi usahahulu, usaha tani, agroindustri, pemasaran, dan jasa penunjang.

Petani memiliki karakteristik yang umum seperti masyarakat kebanyakan, baik secara internal maupun eksternal. Said (2006) *dalam* Pertiwi (2009) dalam penelitiannya membagi variabel karakteristik internal petani menjadi tingkat pendapatan, umur, tingkat pendidikan, jumlah anggota keluarga dan status lahan, sedangkan karakteristik eksternal petani terdiri dari aktivitas kegiatan masyarakat, aktivitas tradisi masyarakat tani dan jumlah lembaga pertanian.

Dalam proses difusi inovasi, terdapat beberapa faktor karakteristik petani yang mempengaruhinya. Lionberger (1968) *dalam* Pertiwi (2009) mengemukakan faktor personal seseorang yang mempengaruhi proses difusi, yaitu umur, tingkat pendidikan dan karakteristik psikologis (rasionalitas, fleksibilitas, dogmatisme, orientasi terhadap pertanian dan kecenderungan inovasi). Rogers dan Shoemaker (1971) membagi karakteristik penerima inovasi menjadi tiga bagian, yaitu karakteristik sosial ekonomi,

individu dan karakteristik komunikasi, sebagai karakteristik yang mencirikan mana yang lebih inovatif dan kurang inovatif. Karakteristik tersebut antara lain:

- (1) Ciri sosial ekonomi, meliputi: status sosial yang lebih tinggi, tingkat mobilitas/kekosmopolitan yang lebih besar, lahan yang lebih luas, modal yang lebih banyak, mempunyai pekerjaan yang lebih spesifik serta lebih berorientasi pada komersialisasi produk.
- (2) Ciri kepribadian yang diperlihatkan dengan: empati yang besar, tidak/kurang dogmatis, kemampuan abstraksi besar, rasionalis, intelegensinya tinggi, lebih berkenan pada perubahan, mau mengambil resiko dan tidak percaya pada nasib (futuristik).
- (3) Ciri komunikasi yang meliputi: tingkat partisipasi sosial yang tinggi, sering mengadakan komunikasi interpersonal, sering mengadakan hubungan sosial dengan orang asing dan dengan agen pembaharu, sering memanfaatkan media massa untuk mencari informasi, memiliki tingkat kepemimpinan yang tinggi serta senang berada pada sistem yang bernorma modern.

Oleh karena pesan yang disampaikan melalui saluran komunikasi merupakan informasi inovasi, maka karakteristik petani yang akan digunakan dalam penelitian ini mengacu pada karakteristik keinovatifan yang dikemukakan oleh Rogers dan Shoemaker (1971). Berdasarkan konsep keinovatifan yang dikemukakan oleh Roger dan Shoemaker di atas, maka konsep ini digunakan untuk memahami karakteristik keinovatifan pemuda tani.

Karakteristik Sosial Ekonomi Pemuda

Berdasarkan uji signifikansi hubungan antara karakteristik sosial ekonomi dengan tingkat kedinamisan kelompok tidak terdapat hubungan yang signifikan. Variabel umur responden ternyata berhubungan efektifitas kelompok. Semakin tinggi umur responden maka persepsi responden terhadap efektifitas kelompok semakin baik, sedangkan umur tidak berhubungan secara signifikan dengan tujuan kelompok, struktur kelompok, suasana kelompok, pembinaan kelompok, kekompakan kelompok, dan tekanan kelompok.

Pendidikan responden juga berhubungan dengan efektifitas kelompok. Pendidikan responden yang tinggi cenderung membuat kegiatan kelompok menjadi efektif. Hal ini dimaknai bahwa pendidikan yang tinggi memiliki kecenderungan berhubungan dengan tingkat wawasan responden terhadap organisasi. Sebaliknya jika pendidikan responden rendah maka tingkat pemahaman responden terhadap organisasi juga rendah.

Tabel 1
 Hasil uji korelasi Rank Spearman antara karakteristik sosial ekonomi dengan unsur dinamika kelompok

Karakteristik Sosial Ekonomi	Unsur Dinamika Kelompok						Tingkat Dinamika Klp	
	Tujuan	Struktur Fungsi	Suasana	Pembinaan	Kekompakan	Tekanan		Efektifitas
Umur	.98	.98	-.007	.174	.082	.304	.569**	.323
Pendidikan	-.291	.101	-.224	-.314	-.025	-.137	-.477**	-.325
Kepemimpinan	.070	.070	.314	-.265	.116	.101	-.062	.115
Kosmopolitan	-.078	-.078	-.197	-.213	-.180	.261	.068	-.193

Karakteristik Komunikasi Pemuda

Karakteristik komunikasi berhubungan dengan tingkat kedinamisan kelompok dan unsur-unsurnya hanya pada unsur intensitas komunikasi, struktur kelompok, pembinaan kelompok, efektifitas kelompok. Dari sekian variabel, hanya unsur manfaat yang berhubungan secara signifikan terhadap kedinamisan kelompok. Intensitas komunikasi berhubungan secara negatif dengan tekanan dan efektifitas kelompok. Semakin banyak diskusi dalam kelompok membuat tekanan dalam kelompok semakin tinggi dan juga efektifitas kelompok menjadi berkurang.

Variabel manfaat berhubungan secara positif dan signifikan terhadap struktur kelompok, pembinaan kelompok, efektifitas kelompok dan secara umum signifikan terhadap kedinamisan kelompok. Semakin banyak manfaat kegiatan penyuluhan yang diterima oleh responden maka semakin paham responden terhadap tugas dan fungsinya dalam kelompok. Semakin banyak manfaat penyuluhan yang diterima oleh responden maka semakin baik pembinaan dalam kelompok. Semakin banyak manfaat kegiatan penyuluhan yang diterima responden maka semakin efektif kelompok. Akhirnya semakin banyak manfaat kegiatan penyuluhan yang diterima oleh responden maka semakin dinamis kelompok.

Tabel 2
 Hasil uji korelasi Rank Spearman antara karakteristik komunikasi dengan unsur dinamika kelompok

Karakteristik Komunikasi	Unsur Dinamika Kelompok						Tingkat Dinamika Klp	
	Tujuan	Struktur Fungsi	Suasana	Pembinaan	Kekompakan	Tekanan		Efektifitas
Partisipasi Sosial	.149	.149	-.051	.198	.044	-.284	.031	.049
Intensitas komunikasi	.086	.086	.237	.045	.227	-.492**	-.336*	.029
Kosmopolitan	-.078	-.078	-.197	-.213	-.180	.261	.068	-.193
Manfaat penyuluhan	-.086	.343*	.059	.490**	.153	-.123	.479**	.355*

Keterangan : * Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,05$

** Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,01$

Hubungan Karakteristik Sosial Ekonomi dengan Tingkat Kesadaran Berusaha Mandiri

Berdasarkan uji signifikansi hubungan antara karakteristik sosial ekonomi dengan tingkat kesadaran berusaha mandiri tidak terdapat hubungan yang signifikan. Variabel umur, pendidikan, kepemimpinan dan kosmopolitan ternyata tidak berhubungan secara signifikan terhadap unsur kesadaran kritis yaitu kemauan menanggung resiko, pengambilan keputusan secara mandiri, pandangan terhadap takdir dan optimisme berusaha. Selanjutnya karakteristik sosial ekonomi juga tidak berhubungan secara signifikan terhadap tingkat kesadaran berusaha mandiri responden.

Tabel 3
Hasil uji korelasi Rank Spearman antara karakteristik sosial ekonomi dengan unsur kesadaran kritis

Karakteristik Sosial Ekonomi	Unsur Kesadaran Kritis				Tingkat Kesadaran
	Mau Beresiko	Keputusan mandiri	Pandangan takdir	Optimisme	
Umur	.098	-.200	-.092	.152	-.137
Pendidikan	.101	.310	.145	-.196	.183
Kepemimpinan	.070	.070	.101	.000	.093
Kosmopolitan	-.078	.147	-.112	.324	.212

Keterangan : * Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,05$

** Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,01$

Hubungan Karakteristik Komunikasi dengan Tingkat Kedinamisan Kelompok

Karakteristik komunikasi berhubungan dengan tingkat kesadaran kritis berusaha mandiri dan unsur-unsurnya hanya pada unsur kemauan mengambil risiko pengambilan keputusan secara mandiri dan pandangan optimisme. Dari sekian variabel, hanya unsur partisipasi sosial yang berhubungan secara negatif dengan tingkat kesadaran berusaha mandiri. Sedangkan unsur yang lainnya tidak berhubungan dengan tingkat kesadaran berusaha mandiri.

Partisipasi sosial berhubungan secara negatif dengan keputusan berusaha secara mandiri. Artinya semakin terlibat dalam kegiatan kemasyarakatan maka keputusan untuk usaha secara mandiri sangat rendah. Dan partisipasi sosial yang tinggi menyebabkan tingkat kesadaran berusaha secara mandiri semakin rendah. Intensitas komunikasi yang sering menyebabkan pengambilan keputusan usaha mandiri semakin tinggi. Manfaat penyuluhan yang sering didapat oleh responden juga berhubungan dengan kemauan pengambilan risiko usaha yang tinggi. Selain itu banyaknya manfaat penyuluhan yang didapat oleh responden juga berkaitan dengan semakin tinggi munculnya pandangan optimisme responden terhadap usaha secara mandiri.

Tabel 4

Hasil uji korelasi Rank Spearman antara karakteristik komunikasi dengan unsur kesadaran kritis

Karakteristik Komunikasi	Unsur Kesadaran Kritis				Tingkat Kesadaran
	Mau Beresiko	Keputusan mandiri	Pandangan takdir	Optimisme	
Partisipasi Sosial	-.198	-.429*	-.036	-.144	-.346*
Intensitas komunikasi	.086	.343*	.123	.071	.308
Kosmopolitan	-.078	.147	-.112	.324	.212
Manfaat penyuluhan	.343*	-.200	.185	.464**	.089

Keterangan : * Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,05$

** Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,01$

Hubungan Tingkat Kedinamisan Kelompok Dengan Tingkat Kesadaran Berusaha Mandiri

Hubungan kedinamisan kelompok pemuda dengan kesadaran berusaha mandiri hanya terdapat 1 variabel yang signifikan yaitu suasana kelompok. Suasana kelompok berhubungan secara signifikan dengan keputusan responden untuk berusaha mandiri, struktur fungsi tugas kelompok berhubungan secara signifikan dengan optimisme responden terhadap masa depan berusaha. Suasana kelompok yang menyenangkan ternyata menguatkan keputusan mandiri pemuda untuk mau berusaha mandiri. Pembagian dan tujuan kelompok yang adil dan jelas membentuk pandangan optimisme pemuda dalam berusaha.

Tabel 5

Hasil uji korelasi Rank Spearman antara Kesadaran Berusaha Mandiri dengan unsur dinamika kelompok

Kesadaran Berusaha Mandiri	Unsur Dinamika Kelompok							Tingkat Dinamika Klp
	Tujuan	Struktur Fungsi	Suasana	Pembinaan	Kekompakan	Tekanan	Efektifitas	
Mau Beresiko	-.029	-.029	.223	.310	.103	-.042	.222	.276
Keputusan mandiri	-.167	-.167	.436**	-.011	.260	-.239	-.210	.126
Pandangan takdir	-.042	-.042	.066	.207	-.034	-.061	-.027	.037
Optimisme	-.086	.343*	.207	.214	-.227	-.123	.181	.068
Tingkat Kesadaran	-.185	.093	.421*	.116	.077	-.266	-.127	.105

Keterangan : * Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,05$

** Berhubungan nyata pada taraf $\alpha = 0,01$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan hubungan dinamika kelompok pemuda dengan kesadaran kritis berusaha mandiri yaitu karakteristik sosial seperti umur dan pendidikan berhubungan dengan efektifitas kelompok. Semakin tinggi umur responden dan tingkat pendidikannya maka semakin matang dalam berkelompok dan membuat kelompok efektif. Karakteristik komunikasi berhubungan secara negatif dengan tekanan dan efektifitas kelompok. Semakin tinggi frekuensi komunikasi antar

anggota maka membuat tekanan kelompok menjadi rendah, begitu pula semakin rendah efektifitas kelompoknya. Manfaat penyuluhan secara signifikan berhubungan dengan struktur fungsi kelompok, pembinaan kelompok dan efektifitas kelompok.

Hanya manfaat kelompok yang secara signifikan berhubungan dengan tingkat kedinamisan kelompok. Semakin banyak manfaat penyuluhan yang diterima oleh pemuda, maka semakin dinamis kelompok. Semua karakteristik sosial ekonomi tidak berhubungan dengan tingkat kesadaran berusaha mandiri pemuda. Partisipasi sosial pemuda berhubungan secara negatif dengan keputusan berusaha mandiri. Intensitas komunikasi berhubungan dengan pengambilan keputusan berusaha mandiri. Manfaat penyuluhan berhubungan dengan kemauan mengambil risiko dan pandangan optimisme pemuda terhadap kemandirian berusaha. Suasana kelompok berhubungan dengan keputusan berusaha mandiri. Struktur dan fungsi tugas kelompok berhubungan dengan pandangan optimisme pemuda terhadap kemandirian berusaha.

DAFTAR PUSTAKA

- Pertiwi, P Rospina. 2009. *Persepsi dan pemilihan petani terhadap saluran komunikasi penyuluhan mengenai informasi pengelolaan usahatani padi (Kasus Petani Kabupaten Serang)*. Tesis. Bogor. Institut Pertanian Bogor
- Redfield, Robert. 1982. *Masyarakat Petani dan Kebudayaan*. CV Rajawali. Jakarta.
- Rogers, E. M. dan F.F. Schoemaker. 1971. *The Communication of Innovation*. 2nd Edition. New York: The Free Press.