



PROSIDING  
**SEMINAR  
NASIONAL**  
MATEMATIKA, SAINS, DAN TEKNOLOGI

Fakultas Sains dan Teknologi

ISSN 2088-0014

**PERAN MATEMATIKA, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
DALAM KEBENCANAAN**

**03**  
OKT  
2019

**Dewan Redaksi**

**Penanggung Jawab :**

Dr. Agus Santoso, M.Si.

**Ketua :**

Dr. Agus Susanto, M.Si.

**Penyunting Pelaksana :**

Dr. Elizabeth Novi Kusumaningrum, S.Si., M.Si.

Dr. Budi Prasetyo, M.Si.

Heny Kurniawati, S.ST., M.Kes

## KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Tahunan Matematika, Sains dan Teknologi Tahun 2019 FST Universitas Terbuka dengan tema “Peran Sains Dan Teknologi Dalam Kebencanaan” telah dilaksanakan pada tanggal 03 Oktober 2019 di Universitas Terbuka Convention Center (UTCC), Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan. Seminar Nasional dengan bidang kajian (1) Peran matematika dalam penanganan bencana; (2) Statistik kebencanaan; (3) *Early warning* dan sistem informasi kebencanaan; (4) Peran pangan pascabencana; (5) Peran agribisnis dan penyuluhan pertanian dalam kebencanaan; (6) Bencana dan keanekaragaman hayati; (7) Penataan ruang dan lingkungan berbasis mitigasi bencana 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 2019 merupakan tempat untuk berbagi ilmu dan informasi antar para akademisi, praktisi, masyarakat dan pemerintah daerah terkait dengan optimalisasi peran sains dan teknologi dalam kebencanaan. Pada kegiatan seminar ini juga didesiminasikan hasil-hasil riset kolaborasi antara para akademisi dengan pemerintah daerah dan mitra strategis dalam mengembangkan program-program inovatif, sejalan dengan perkembangan teknologi terbaru, serta dapat mendukung mitigasi dan pascabencana. Prosiding ini disusun dan dikelompokkan sesuai dengan bidang kajian dan dipublikasikan secara online. Penerbitan prosiding Seminar Nasional ini diharapkan dapat memberikan sumbangan peran sains dan teknologi dalam kebencanaan.

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

Tangerang Selatan, 1 April 2020

Ketua Panitia Seminar

Dr. Agus Susanto, M.Si.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR		iii
DAFTAR ISI		iv
PERENCANAAN PERSEBARAN LUBANG RESAPAN BIOPORI (LRB) DI RW 13 KELURAHAN JOMBANG, KECAMATAN CIPUTAT, KOTA TANGERANG SELATAN	Wahyu Hidayat, Agus Susanto	1 – 10
PEMANFAATAN DATA SATELIT HIMAWARI 8 UNTUK MENDETEKSI SEBARAN ASAP DI BARITO UTARA	Ayu Vista Wulandari, Reni Susilowati, Cahyani Dian pamungkas, Sunardi, Renysa Lidiano, Ivan Auyudy, Qomar Maulidi, Nelly Handayani	11 – 18
PENGUATAN KELEMBAGAAN DESA UNTUK MITIGASI BENCANA PUSO DAN BANJIR	Sudirah, Agus Susanto, Agus Santoso	19 – 29
STRATEGI PENGURANGAN RISIKO BENCANA BANJIR AKIBAT PERUBAHAN LINGKUNGAN	Tina Ratnawati, Vito Pradana	30 – 43
ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR DI KECAMATAN KEBUMEN KABUPATEN KEBUMEN JAWATENGAH	Hardjanto Dwi Nugroho, Andri Noor Ardiansyah, dan Anissa Windarti	44 – 54
PENGEMBANGAN PANGAN DARURAT UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN GIZI MASYARAKAT DI DAERAH TERDAMPAK BENCANA	Siti Mariam	55 – 66
DAMPAK BENCANA BANJIR TERHADAP PERILAKU PETANI DALAM MENGELOLA LAHAN PERTANIAN	Lina Asnamawati, Alni, M.Sil	67 – 71
PENYULUHAN DAN PEMANFAATAN PERTANIAN DENGAN TEKNOLOGI HIDROPONIK DALAM KEBENCANAAN	Mery Berlian, Rian Vebrianto, Alaniyah Syafaren	72 – 76
PERAN PENYULUH PENDAMPINGDALAM PEMBERDAYAAN KOMUNITAS ADAT TERPENCIL DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 (STUDI KASUS SUKU ANAK DALAM JAMBI)	Rina astarika	77 – 86
ANCAMAN BENCANA LONGSOR DI HUTAN LINDUNG BUKIT TIBAN, BATAM	Adisti Yuliastrin	87 – 94
CANTRANG DAN GILLNET: PRODUKTIVITAS DAN DIVERSITASNYA (STUDI KASUS DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI TEGALSARI JAWA TENGAH)	Lukman Hakim, Nurhasanah	95 – 104

KONTRIBUSI ANALISIS WAVELET DALAM PERMODELAN KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE	Ignatius Danny Pattirajawane	105 – 120
ANALISIS MULTIDIMENSIONAL SCALING PADA BENCANA ALAM DI PROVINSI BANTEN TAHUN 2010 – 2019	Siti Hadijah Hasanah	121 – 126
MODEL HIDROLOGI DAS DI SEBAGIAN DAERAH INDONESIA BERDASARKAN KAJIAN ILMU STATISTIKA	Sri Enny Triwidiastuti	127 – 137
PENGARUH PEMBELAJARAN SAINS TERHADAP SIKAP TANGGAP BENCANA (REFLEKSI DIRI) SISWA DI SDN SATAK 1 KABUPATEN KEDIRI	Dwi Iriyani, Asnawi	138 – 146

# PERENCANAAN PERSEBARAN LUBANG RESAPAN BIOPORI (LRB) DI RW 13 KELURAHAN JOMBANG, KECAMATAN CIPUTAT, KOTA TANGERANG SELATAN

<sup>1</sup>Wahyu Hidayat, <sup>2</sup>Agus Susanto

<sup>1</sup>Kementrian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional

<sup>2</sup>Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Sains dan Teknologi, UT

Email: sugus@ecampus.ut.ac.id

Secara kewilayahan, Kawasan Sudimara yang masuk dalam RW 13, Kelurahan Jombang termasuk kategori pusat pertumbuhan (*growth pole*), karena mempunyai stasiun kereta api Sudimara dan pasar Jombang. Berdasarkan Perda No. 15 tahun 2011 tentang RTRW peruntukannya adalah wilayah yang berfungsi sebagai pusat pemerintahan, pelayanan umum, perdagangan dan jasa dengan skala pelayanan regional, dan perumahan kepadatan tinggi, namun mempunyai potensi bencana banjir dan tanah longsor. Oleh karena itu, diperlukan antisipasi agar bencana tersebut dapat diminimalisir, salah satunya adalah melalui penelitian tentang perencanaan persebaran lubang resapan biopori (LRB). Tujuan penelitian adalah untuk merencanakan titik-titik persebaran LRB berdasarkan debit *run off*, laju infiltrasi, dan kesesuaian lahan. Metode penelitian adalah: (a) debit aliran permukaan (*run off*) dengan metode Rational, (b) laju infiltrasi menggunakan metode Horton, (c) kebutuhan lubang biopori dengan metode Lubang Resapan Biopori (LBR) yaitu dengan membandingkan debit limpasan dengan laju infiltrasi, dan (d) identifikasi kecocokan lahan untuk biopori menggunakan pembobotan dan skoring. Hasil analisis menunjukkan: debit *run off* sebesar 3.2397 m<sup>3</sup>/detik, laju infiltrasi sebesar 1.418 mm/menit. LRB sebanyak 137 buah, dan cocok diterapkan di wilayah RW 13, karena jenis tanahnya alluvial dan grumusol. Implementasi persebaran titik-titik LBR adalah setiap 5 rumah 1 LRB, sehingga mampu mengurangi bencana banjir sebesar 0.23%.

Kata kunci: *run off*, infiltrasi, kesesuaian lahan

## PENDAHULUAN

Setelah terbentuknya kota Tangerang Selatan sebagai kota mandiri pada tahun 2008, maka pertumbuhan kota baik secara fisik, sosial maupun ekonomi tumbuh dengan cepat. Hal ini diakibatkan oleh letaknya yang berdampingan atau daerah pinggiran (*fringe area*) bagi Ibu kota Jakarta, terlebih kecamatan Ciputat Timur dan Ciputat.

Kecamatan Ciputat sebagaimana diatur dalam Peraturan Daerah No. 15 Tahun 2011 tentang RTRW Kota Tangerang Selatan, dimana peruntukannya sebagai wilayah PPK 1, yaitu wilayah yang berfungsi sebagai pusat pemerintahan, pelayanan umum, perdagangan dan jasa dengan skala pelayanan regional dan perumahan kepadatan tinggi. Hal ini tentu memberikan dampak terhadap pola pembangunan dan kegiatan sosial yang intensif. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik 2017 tingkat kepadatan penduduk cukup tinggi mencapai 14.755 jiwa/km<sup>2</sup> dengan laju pertumbuhan penduduk 3% setiap tahun. Kepadatan yang semakin meningkat ini menyebabkan kebutuhan lahan terbangun untuk permukiman dan kegiatan usaha akan semakin tinggi mengikuti pertumbuhan penduduknya. Akibatnya adalah air hujan akan langsung mengalir menjadi *run off* (limpasan), karena permukaan tanah sebagai penyerap alami air hujan akan kehilangan fungsinya, karena sudah tertutup bangunan.

Kondisi tersebut dialami juga oleh kelurahan Jombang yang mempunyai fungsi sebagai pusat aktivitas lokal yang memiliki kegiatan sangat tinggi, terutama pada kawasan Sudimara. Kawasan tersebut terdapat Pasar Jombang dan Stasiun Sudimara yang menjadi magnet bagi masyarakat baik lokal maupun pendatang untuk membangun permukiman maupun pusat-pusat kegiatan ekonomi secara komunal maupun individu, sehingga secara kewilayahan termasuk ke dalam kategori kawasan pusat pertumbuhan (*growth pole*). Hal ini berdampak terhadap potensi rawan bencana yang semakin besar. Kondisi tersebut didukung oleh RTRW Kota Tangerang Selatan tahun 2011-2031, dan

Kelurahan Jombang menjadi salah satu titik rawan bencana banjir dan tanah longsor, karena secara fisik mempunyai topografi datar hingga berbukit. Selain itu, dijumpai beberapa titik cekungan yang menjadi tempat bertemunya air limpasan. Fenomena tersebut, kemungkinan terjadinya banjir periodik semakin besar bersamaan dengan curah hujan yang tinggi dengan durasi yang pendek yang akhir-akhir ini sering terjadi akibat perubahan iklim.

Kawasan Sudimara, secara administratif berada di dalam RW 13, kelurahan Jombang, kecamatan Ciputat. Kawasan tersebut memiliki potensi besar dalam menjalankan Perda No. 15 tahun 2011, sehingga diperlukan perhatian secara serius terkait dengan potensi wilayah, antara lain: pendidikan, pasar, transportasi umum, perdagangan linier sepanjang jalan yang semakin massif.

Berdasarkan permasalahan kawasan di kelurahan Jombang khususnya di RW 13, diperlukan upaya yang preventif agar bencana banjir dan tanah longsor dapat diminimalisir, salah satunya adalah melalui penelitian perencanaan persebaran lubang resapan biopori (LBR). Tujuan penelitian ini adalah merencanakan titik-titik persebaran lubang resapan biopori berdasarkan debit limpasan, laju infiltrasi, dan kesesuaian lahan.

## METODE PENELITIAN

Ruang lingkup wilayah penelitian ini adalah RW 13 Kelurahan Jombang, Kecamatan Ciputat, Kota Tangerang Selatan yang berbatasan langsung dengan RW 02 di sebelah utara, RW 03 di sebelah Timur, RW 09 di sebelah selatan, dan RW 05 di sebelah Barat. Penelitian ini merupakan penelitian terapan dan studi kasus (Yin, 2002), sehingga diperlukan data primer dan data sekunder. Data primer berupa: wawancara, diskusi, kuisisioner, dan survei lapangan, dan data sekunder berupa peta citra landsat 2018, RTRW Kota Tangerang Selatan, dan Kecamatan Ciputat dalam angka 2018, serta curah hujan dari stasiun penakar curah hujan Ciputat untuk rata-rata tahunan, dan curah hujan harian maksimum.

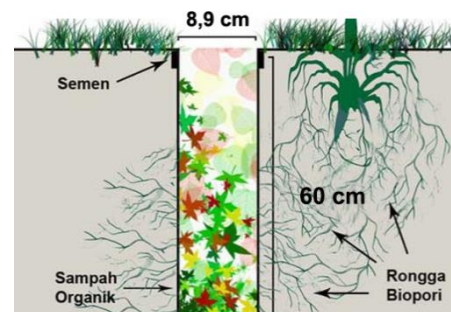
Analisis data menggunakan beberapa pendekatan, yaitu: (a) untuk debit aliran permukaan (*run off*) dengan metode Rational, (b) laju infiltrasi menggunakan metode Horton, (c) kebutuhan lubang biopori dengan metode Lubang Resapan Biopori (LBR) yaitu dengan membandingkan debit limpasan dengan laju infiltrasi, dan (d) identifikasi kesesuaian lahan untuk biopori menggunakan pembobotan dan skoring. Di samping itu, untuk memperkuat pemahaman dan analisis disajikan peta-peta pendukung yang membantu dalam mengidentifikasi kawasan rawan banjir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengertian Lubang Resapan Biopori

Lubang Resapan Biopori menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/ Menhut-II/ 2008/ Tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan, adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas organisme di dalamnya, seperti perakaran tanaman, cacing, rayap, dan fauna tanah lainnya. Lubang tersebut nantinya akan terisi udara dan menjadi pipa aliran air limpasan di dalam tanah.

Manfaat lubang resapan biopori adalah:



Gambar 1. Ilustrasi LRB

1. mencegah banjir
2. tempat pembuangan sampah organik
3. menyuburkan tanaman
4. meningkatkan kualitas air tanah

## B. Kondisi Wilayah

Kelurahan Jombang, kecamatan Ciputat tersusun atas 23 RW, dan 105 RT, topografinya datar hingga berbukit, sehingga dijumpai beberapa cekungan sebagai penampungan air hujan. Oleh karena itu, mempunyai potensi sebagai kawasan rawan bencana antara lain banjir dan tanah longsor, ditambah dengan jenis tanahnya alluvial dan grumusol yang mempunyai struktur tanah yang remah.

Kelurahan Jombang secara kewilayahan termasuk ke dalam kategori pusat pertumbuhan (*growth pole*), karena dijumpai stasiun kereta api Sudimara, dan pasar Jombang yang merupakan magnet bagi penduduk sekitar maupun pendatang untuk berinvestasi maupun berusaha.

Jumlah penduduk di kelurahan Jombang pada tahun 2017 sebesar 50.904 jiwa yang terdiri atas 25.899 laki-laki, dan 25.005 perempuan, dengan kepadatan penduduk 14 755 jiwa per km<sup>2</sup>, sedangkan jumlah penduduk di RW 13 sebanyak 2.856 jiwa yang terdiri atas 1.448 laki-laki, dan 1.408 perempuan. Sebagian besar penduduk (45%) bergerak di bidang jasa, sehingga arus pergerakan orang maupun barang cukup tinggi.

## C. Analisis Debit Air Limpasan (*run off*)

Sebelum menentukan berapa jumlah lubang biopori yang perlukan di RW 13, maka terlebih dahulu dihitung berapa debit aliran permukaan (*run off*). Banyak metode yang digunakan untuk menghitung nilai debit air limpasan yang mengalir pada permukaan, salah satunya diperlukan penghitungan nilai intensitas curah hujan. Perhitungan intensitas curah hujan di wilayah penelitian dilakukan menggunakan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^m$$

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R = Rata-rata curah hujan/ Curah hujan dalam 24 Jam (mm/hari)

t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (jam)

t<sub>c</sub> = **0.00195 L<sup>0.77</sup>S<sup>-0.385</sup>**

L = panjang aliran dari tempat terjauh sampai *outlet* (m)

S = perbedaaan elevasi dari tempat terjauh sampai *outlet*

= Δh/L → Δh = slope atau beda tinggi tempat yang paling jauh dengan *outlet*

M = tetapan bernilai 2/3

Analisis *run off* yang digunakan merujuk pada data Badan Pusat Statistik Kota Tangerang Selatan tahun 2015, dan berdasarkan hasil pencatatan stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Ciputat, maka didapatkan data curah hujan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Curah Hujan Kota Tangerang Selatan 2015

Bulan	Curah Hujan (mm)
Januari	361
Februari	255
Maret	305
April	161



Bulan	Curah Hujan (mm)
Mei	130
Juni	54
Juli	0
Agustus	10
September	2
Oktober	10
Nopember	101
Desember	73
Rata-rata	1.462

Sumber: BPS Kota Tangerang Selatan, 2015

Berdasarkan data curah hujan harian maksimum yang terjadi pada tanggal 26 Januari 2015 yaitu sebesar 122 mm yang berlangsung selama 3 jam, maka data tersebut kemudian dihitung intensitas curah hujan yang terjadi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Beda tinggi daerah terjal dengan *outlet* ( $h$ ) = 10 meter
2. Jarak yang paling jauh dengan *outlet* = 551 meter
3.  $S = 0.0181$
4.  $t_c = 11.04$  menit

$$5. I = \frac{122}{24} \left( \frac{24}{11.04} \right)^{\frac{2}{3}} = 131 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan tersebut kemudian dikonversi dengan keadaan curah hujan dari nilai Intensitas Curah Hujan yang dikembangkan oleh Takeda, 2003 dan disajikan dalam Tabel 2

Tabel. 2 Kondisi Hujan berdasarkan Intensitas Curah Hujan

No.	Status curah hujan	Intensitas Curah Hujan dalam 24 jam (mm)
1	Hujan Sangat Ringan	< 5
2	Hujan Ringan	5 – 20
3	Hujan Normal	20 – 50
4	Hujan Lebat	50 – 100
5	Hujan Sangat Lebat	> 100

Sumber: Sosrodarsono & Takeda, 2003.

Berdasarkan analisis intensitas curah hujan tersebut, maka kondisi curah hujan yang terjadi di Kota Tangerang Selatan masuk dalam kategori abnormal, karena hujannya sangat lebat yaitu dengan besar hujan 131 mm (> 100 mm).

#### 6. Debit limpasan

Nilai debit air limpasan yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan Matematik Metode Rasional (Goldman *et al.*, 1986 dalam Suripin, 2002). Nilai debit limpasan tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan jumlah lubang resapan biopori yang diperlukan agar lebih efektif, dengan rumus:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

- Q = Debit (m<sup>3</sup>/detik)  
0,278 = Konstanta  
C = Koefisien Aliran

- I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)  
 A = Luas Daerah Aliran (Ha)

Besaran koefisien aliran permukaan dihitung (c) menggunakan pendekatan kawasan studi yaitu perdesaan atau perkotaan. Oleh karena kawasan studi merupakan kawasan perkotaan (urban), maka standar koefisien aliran yang digunakan berdasarkan metode Schewab, 1981, yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban

Macam-macam Daerah	Koefisien (C)
1. Daerah Perdagangan:	
□ Pertokoan ( <i>down town</i> )	0,70 – 0,90
□ Pinggiran	0,50 – 0,70
2. Permukiman:	
□ Perumahan satu keluarga	0,30 – 0,50
□ Perumahan berkelompok, terpisah-pisah	0,45 – 0,60
□ Perumahan berkelompok, bersinambungan	0,60 – 0,75
□ Sub Urban	0,25 – 0,40
□ Daerah apartemen	0,50 – 0,70
3. Industri:	
□ Daerah industri ringan	0,50 – 0,80
□ Daerah industri berat	0,60 – 0,90
4. Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
1. Tempat bermain	0,20 – 0,35
2. Daerah stasiun kereta api	0,20 – 0,40
3. Daerah belum diperbaiki	0,10 – 0,30
4. Jalan	0,70 – 0,95
5. Bata:	
□ Jalan, hamparan	0,75 – 0,85
□ Atap	0,75 – 0,95

Sumber: Schwab et al., 1981

Sesuai dengan pengamatan secara langsung dan metode deskripsi melalui *google maps*, maka didapatkan beberapa pola penggunaan lahan (*land use*) yang sesuai dengan wilayah penelitian. Macam-macam penggunaan lahan beserta koefisien aliran di wilayah studi disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien Aliran Permukaan Berdasarkan observasi wilayah

No.	Macam Karakteristik Wilayah	Koefisien
1	Permukiman	0,7
2	Pedagangan	0,7
3	Taman perkuburan	0,2
4	Jalan	0,9
5	Stasiun Kereta Api	0,4
	Koefisien Rata-Rata	0,59

Sumber: Observasi Wilayah, 2019

Luas wilayah di RW 13 Kelurahan Jombang ini dihitung, menggunakan metode analisis *overlay* peta dari citra satelit dengan peta rupa bumi yang kemudian didelineasi sesuai dengan pembagian wilayah secara administratif. Hasil *overlay* peta tersebut kemudian dianalisis menggunakan aplikasi

pemetaan ArcGis 10. Berdasarkan penghitungan tersebut didapatkan bahwa luas wilayah RW 13 adalah sebesar 15 Ha

Langkah selanjutnya adalah menghitung debit limpasan yang terjadi di RW 13 Kelurahan Jombang dengan curah hujan harian maksimum sebesar 122 mm selama 3 jam menggunakan metode rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,278 \times 0,59 \times 131 \times 15,01$$

$$Q = 3.2397 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ atau } 194.384 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Debit limpasan tersebut cukup besar, sehingga diperlukan antisipasi, salah satunya adalah melalui pembuatan lubang resapan biopori, agar air hujan meresap ke dalam tanah, sebagai air tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku. Di samping itu, air yang meresap juga dapat mengurangi debit banjir.

#### D. Analisis Laju Infiltrasi

Analisis laju infiltrasi digunakan untuk mengetahui nilai perubahan penyusutan tinggi air pada titik lubang resapan biopori. Analisis laju infiltrasi pada penelitian ini menggunakan metode Horton. Rumus perhitungan infiltrasi model Horton sebagai berikut (*dalam Ilyas, 1993*):

$$F = F_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$$

F = Tingkat Infiltrasi (cm/menit)

F<sub>c</sub> = Tingkat infiltrasi setelah konstan (cm/menit)

F<sub>o</sub> = Tingkat infiltrasi awal (cm/menit)

e = 2,78

t = waktu konsta (jam)

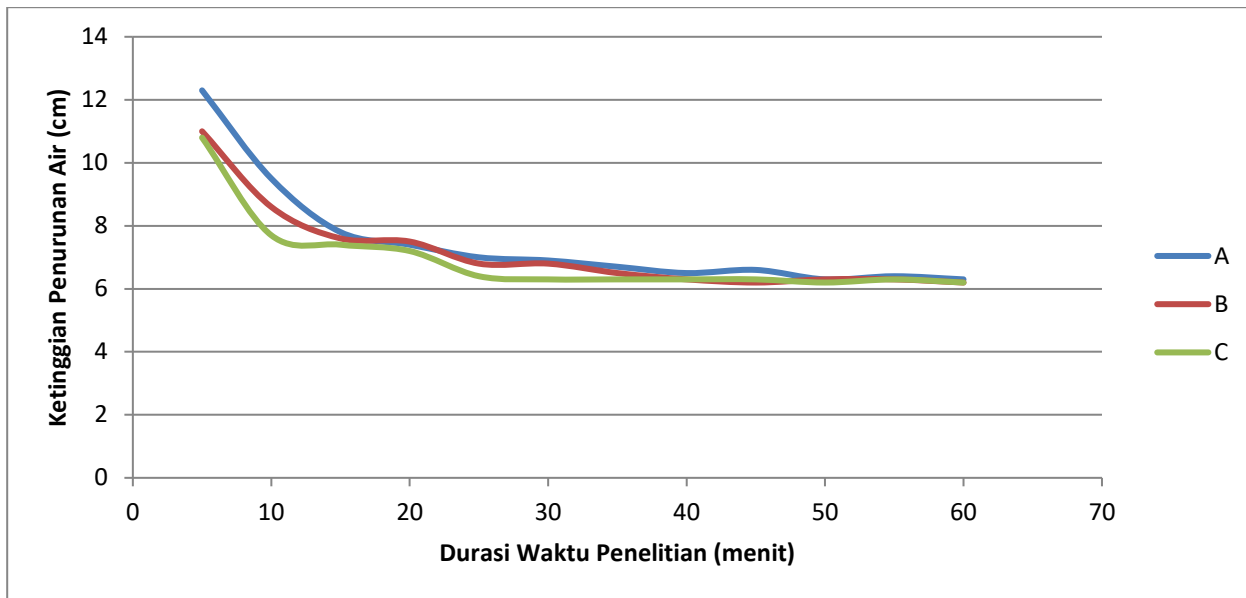
k =  $\frac{f_o - f_c}{f_c}$

Dalam pengumpulan data untuk kepentingan analisis laju infiltrasi, menggunakan survey lokasi dengan pengambilan sampel secara *purposive* yaitu dengan 3 titik lokasi yang mewakili karakteristik wilayah. Berdasarkan hasil survey tersebut dapat diakumulasi kedalam bentuk diagram yang disajikan dalam Tabel 5 dan Gambar 2:

Tabel 5. Data Penurunan Ketinggian Air/ Laju Penyusutan

Lokasi	Penurunan ketinggian dalam satuan waktu (cm/menit)												Rata-rata f <sub>c</sub>
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
A	12,3	9,5	7,8	7,4	7,0	6,9	6,7	6,5	6,6	6,3	6,4	6,3	6,3
B	11,0	8,6	7,6	7,5	6,8	6,8	6,5	6,3	6,2	6,3	6,3	6,2	6,3
C	10,8	7,7	7,4	7,2	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	6,3	6,2	6,3

Sumber: Hasil analisis, 2019



Sumber: Data Survey Lokasi Penelitian, 2019

Gambar 2. Laju Penurunan Air di Wilayah Penelitian

Berdasarkan data tersebut dan dikaitkan dengan laju infiltrasi, maka hasil penghitungan laju infiltrasi pada masing-masing titik lokasi penelitian adalah sebagai berikut, dan laju infiltrasi total ( $F_{tot}$ ) = 8.51 cm/jam atau 1.418 mm/menit. Laju infiltrasi di Kelurahan Sudimara, lebih cepat dibandingkan dengan di Kelurahan Pondok Benda, Kecamatan Pamulang yaitu sebesar 0.333 mm/menit (Susanto, 2005). Perbedaan tersebut akibat jenis tanah berbeda. Di Pamulang jenis tanahnya latosol, sedangkan di Sudimara jenis tanahnya aluvial, dimana struktur tanahnya lebih remah, sehingga akan lebih mudah meloloskan air.

Laju infiltrasi berdasarkan laju penyusutan air dimasing-masing lokasi pengamatan sebagai berikut:

$$F_A = F_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$$

$$F_A = 6,3 + (12,3 - 6,3) 2,78^{-\frac{12,3-6,3}{6,3}(1)} = 8,57$$

$$F_B = 6,3 + (11,0 - 6,3) 2,78^{-\frac{11,0-6,3}{6,3}(1)} = 8,49$$

$$F_C = 6,3 + (10,8 - 6,3) 2,78^{-\frac{10,8-6,3}{6,3}(1)} = 8,47$$

$$F_{tot} = \frac{F_A + F_B + F_C}{3} = \frac{8,57 + 8,49 + 8,47}{3} = 8,51 \text{ cm/jam}$$

### E. Analisis Jumlah LRB Minimal

Pipa paralon pvc 3' sepanjang 100 cm digunakan untuk menghitung kebutuhan minimal LRB yang diperlukan, supaya lubang resapan biopori lebih efektif. Rumus yang digunakan dalam menghitung LRB adalah:

$$\sum LRB = \frac{Q_{lim}}{F(t)}$$

$$\sum LRB = \frac{194,3814}{1,418} = 137,0814 = 137 \text{ Buah}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka jumlah LRB yang diperlukan sebanyak 137 buah. Jumlah tersebut apabila diimplementasikan terhadap jumlah KK yang ada di RW 13 yaitu sejumlah 748 KK,

maka setiap 5 KK dibuat 1 lubang biopori. Jumlah biopori sebanyak 137 buah tersebut, akan dapat mengurangi banjir sebesar 0.23%.

## F. Analisis Kecocokan Lahan

Analisis kecocokan tanah diperlukan untuk menentukan apakah kawasan Sudimara sesuai untuk mengimplementasikan Lubang Resapan Biopori. Untuk analisis kecocokan lahan digunakan penilaian berdasarkan klasifikasi bobot hasil observasi kemampuan lahan dari Fakultas Geografi UGM, 1991. Terdapat 3 kriteria penilaian untuk mengidentifikasi kesesuaian lahan, yaitu jenis tanah, curah hujan, dan koefisien wilayah terbangun. Uraian masing-masing kriteria dalam LBR disajikan dalam Tabel 6-8.

Tabel 6. Identifikasi Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Permeabilitas	Nilai	Bobot
1	Grumosol	Lambat	1	5
2	Alluvial	Sedang	2	
3	Andosol	Cepat	3	

Sumber: Pusat Penelitian Bogor, 1982

Tabel 7. Identifikasi Curah Hujan

No.	Curah Hujan	Klasifikasi	Nilai	Bobot
1	1.000 – 1.500	Rendah	1	5
2	1.500 – 3.000	Sedang	2	
3	3.000 – 4.000	Tinggi	3	

Sumber: Goenadi, 2009

Tabel 8. Identifikasi Koefisien Wilayah Terbangun (KWT)

No.	Koefisien Wilayah Terbangun	Klasifikasi	Nilai	Bobot
1	10 – 20%	Rendah	1	10
2	30 – 60%	Sedang	2	
3	70 – 90%	Tinggi	3	

Sumber: Muta'ali, 2000

Berdasarkan hasil observasi secara langsung, ditemukan tingkat kecocokan lahan terhadap pengadaan Lubang Resapan Biopori sebagai berikut:

Tabel 9. Nilai kecocokan lahan terhadap LBR

Wilayah Observasi	RW 13 Kelurahan Jombang, Kecamatan Ciputat			Keterangan
	Nilai	Bobot	Jumlah	
Jenis Tanah	2	5	10	Dekat dengan kali Dager
Curah Hujan	1	5	5	Nilai: 1.462
KWT	3	10	30	70% wilayah terbangun
Total			45	

Sumber: Hasil analisis, 2019

Setelah pembobotan, maka ditentukan indeks kecocokan LBR melalui skoring, yaitu:

Tabel 10. Indeks kecocokan LBR

No.	Kategori kecocokan	Skor	Status
1	> 40	1	Lahan cocok LBR
2	30 – 39	2	Kurang cocok LBR
3	10 – 29	3	Tidak cocok LBR

Sumber: Fak. Geografi UGM, 1991

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kecocokan lahan dengan indeks kecocokan LBR, maka diperoleh bahwa Kelurahan Jombang terutama kawasan stasiun Sudimara yang masuk dalam RW 13 lahannya cocok untuk dibuat LBR, karena mempunyai indeks 1 dengan status cocok, dimana bobotnya 45.

## KESIMPULAN

Curah hujan harian maksimum sebesar 122 mm yang terjadi selama 3 jam, maka dapat menghasilkan debit limpasan yang besar yaitu sebesar 3.2397 m<sup>3</sup>/detik. Apabila debit tersebut dikonversikan dengan laju infiltrasi sebesar 1.418 mm/menit, maka akan dibutuhkan sebanyak 137 lubang resapan biopori (LBR). Nilai :LBR tersebut apabila diimplementasikan terhadap jumlah KK yang ada di RW 13 kelurahan Jombang yang berjumlah 741 KK, maka setiap 5 KK dibutuhkan 1 lubang resapan biopori. Kondisi tersebut dapat mengurangi bahaya banjir sebesar 0.23%, serta sesuai untuk diterapkan di kawasan Sudimara yang masuk dalam RW 13, karena mempunyai jenis tanah alluvial dan grumusol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). *Kota Tangerang Selatan Dalam Angka 2017*. BPS Kota Tangerang Selatan.
- Badan Pusat Statistik, (2018). *Kecamatan Ciputat dalam Angka 2017*. BPS Kota Tangerang Selatan
- Martha, L, Hakim, A., & Setyowati, Rr. D.N. (2018). Kajian Air Hujan melalui Lubang Resapan Biopori (LRB) di UIN Sunan Ampel Surabaya. *AI-ARD. Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(1):39-45.
- Menteri Kehutanan (2008). *Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/ Menhut-III/ 2008/ Tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan*.
- Pemerintah Kota Tangerang Selatan (2011). *RTRW No. 15 Tahun 2011 Kota Tangerang Selatan tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tangerang Selatan Tahun. 2011-2031*.
- Sanitya, R. S., & Burhanudin H. (2013). Penentuan Lokasi dan Jumlah Lubang Resapan Biopori di Kawasan DAS Cikapundung bagian Tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*.13(1):1-13.
- Sosrodarsono S., & Takeda T. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Susanto A., & Suhardiyanto A., (2005). Penentuan Sumur Resapan Berdasarkan Luasan Rumah, Cutrah Hujan, dan Infiltrasi untuk beberapa tipe rumah (Studi Kasus di Komplek Perumahan Reni Jaya, Pamulang, Tangerang Selatan). *Jurnal Matematik Sains dan Teknologi*. 6(1):36-48).

# PEMANFAATAN DATA SATELIT HIMAWARI 8 UNTUK MENDETEKSI SEBARAN ASAP DI BARITO UTARA

<sup>1</sup>Ayu Vista Wulandari, <sup>2</sup>Reni Susilowati, <sup>3</sup>Cahyani Dian Pamungkas, <sup>4</sup>Sunardi, <sup>5</sup>Renysa Lidiano, <sup>6</sup>Ivan Auyudy, <sup>7</sup>Qomar Maulidi, <sup>8</sup>Nelly Handayani

<sup>1-7</sup>Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara

<sup>8</sup>Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Email: nhandayani8@gmail.com

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada banyak wilayah di Indonesia mengakibatkan timbulnya bencana kabut asap. Fenomena tersebut dirasa cukup mengganggu aktivitas masyarakat khususnya yang berada di sebagian besar wilayah Sumatera dan Kalimantan. Kabut asap yang timbul akibat kebakaran hutan dan lahan memiliki dampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Selain banyaknya masyarakat yang terkena penyakit ISPA, jarak pandang mendatar (*visibility*) yang sangat rendah pun mengakibatkan aktivitas masyarakat menjadi terhambat. Stasiun Meteorologi di wilayah Kalimantan Tengah mencatat *visibility* terendah mencapai 100 m yang terjadi di wilayah Barito Utara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi sebaran asap melalui citra satelit Himawari 8 untuk mengurangi dampak buruk sebaran asap tersebut. Metode yang dilakukan yaitu dengan membandingkan data sebaran hotspot dengan hasil citra RGB false colour (1 kanal visible dan 2 kanal *near infrared*) dan trajektori sebaran asap dengan memanfaatkan aplikasi SATAID GMSLPD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi sebaran asap melalui citra RGB dan data hotspot menunjukkan kesesuaian dengan arah pergerakan angin. Walaupun lokasi sebaran asap hanya memiliki sedikit hotspot seperti wilayah Barito Utara, namun dengan arah angin yang dominan bergerak dari arah Tenggara dan Selatan menyebabkan sebaran asap berkumpul di sebagian besar wilayah Kalimantan Tengah. Dapat diasumsikan bahwa penggunaan citra satelit Himawari 8 dianggap cukup mampu untuk mendeteksi sebaran asap akibat kebakaran hutan dan lahan yang terjadi.

Kata kunci: asap, SATAID, satelit, himawari-8

## PENDAHULUAN

Bencana kabut asap akibat kebakaran hutan dan lahan merupakan salah satu bencana yang hampir setiap tahun terjadi di wilayah Indonesia khususnya Sumatera dan Kalimantan. Periode bulan terjadinya kebakaran lahan dan hutan di Indonesia biasanya terjadi pada musim kemarau, yaitu pada bulan Agustus, September, dan Oktober, serta pada masa peralihan atau transisi (Bahri, 2002; Rianawati, 2005; Syaufina & Sukmana, 2008). Bencana ini sangat mengganggu dan merugikan kehidupan masyarakat di banyak aspek. Jumlah penderita penyakit infeksi saluran pernapasan (ISPA) meningkat akibat kondisi udara yang pekat karena tercampur dengan asap. Kejadian kebakaran hutan dan lahan menghasilkan penyebaran asap yang merupakan salah satu sumber pencemaran udara yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Yuningsih, 2015). Sarana transportasi baik darat maupun udara pun terganggu akibat berkurangnya jarak pandang. Selain itu banyak sekolah diliburkan karena kabut asap yang tebal dan berada pada indeks berbahaya.

Berdasarkan data hotspot Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang diperoleh dari pantauan satelit Terra, Aqua, SNPP, dan NOAA20, titik hotspot terbanyak terdapat di wilayah Kalimantan Tengah yaitu mencapai 10223 titik hotspot dengan tingkat kepercayaan 51%-100%. Hal ini menyebabkan menurunnya jarak pandang secara drastis di beberapa wilayah di Kalimantan Tengah. Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara mencatat jarak pandang terendah mencapai 100 meter terjadi di Muara Teweh pada tanggal 17 September 2019. Sesuai dengan tupoksi BMKG pada UU No.31 Tahun 2009 yang menyatakan bahwa kejadian cuaca ekstrim kabut asap perlu diinformasikan lebih lanjut kepada masyarakat guna untuk mencegah terjadinya kerugian



akibat jarak pandang berkurang atau kondisi udara yang pekat tercampur asap sehingga mengakibatkan timbulnya berbagai macam penyakit pernafasan (Ika, 2016).

Seiring dengan berkembangnya teknologi, kebakaran hutan dan lahan ini dapat diidentifikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh. Salah satu dari teknologi penginderaan jauh tersebut adalah satelit cuaca Himawari-8. Satelit ini merupakan generasi baru dari satelit himawari sebagai pengganti dari seri satelit *Multi-functional Transport Satellites* (MTSAT) yang dikembangkan oleh *Japan Meteorology Agency* (JMA). Pengembangan ini secara umum bertujuan untuk menjaga kesinambungan dan meningkatkan pengamatan cuaca dalam rangka pencegahan bencana dan ramalan cuaca, meningkatkan kemampuan ramalan jangka pendek terutama untuk deteksi dan prediksi cuaca buruk, meningkatkan akurasi prediksi cuaca numerik, serta meningkatkan pemantauan iklim dan lingkungan (Kushardono, 2012; Nurhastuti, 2016).

Berdasarkan pantauan hotspot BMKG pada tanggal 17 September 2019 terlihat bahwa di wilayah Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah hanya memiliki sedikit hotspot dibandingkan dengan wilayah lain di Kalimantan Tengah, namun jarak pandang di wilayah Barito Utara sangat rendah mencapai 100 meter. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sebaran asap tersebut akibat dari kebakaran hutan dan lahan melalui citra satelit Himawari-8 dengan memanfaatkan metode Red Green Blue (RGB) menggunakan Aplikasi SATAID GMSLPD. Selain itu untuk melihat trajektori asap untuk mengetahui asal sebaran asap tersebut khususnya di wilayah Barito Utara. Penelitian ini juga diharapkan dapat diterapkan pada kejadian kabut asap lainnya untuk memudahkan masyarakat dalam memantau dan memprediksi penyebaran asap akibat kebakaran hutan dan lahan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di salah satu kabupaten di Kalimantan Tengah yaitu Kabupaten Barito Utara tanggal 17 September 2019 saat kejadian kabut asap dengan jarak pandang yang tercatat pada Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara mencapai 100 meter hampir sepanjang hari. Adapun penulisan ini menggunakan beberapa data untuk menunjang penelitian yaitu:

1. grafik hotspot per provinsi tanggal 17 September 2019 selama 10 hari terakhir dari .
2. peta Sebaran Titik Panas tanggal 17 September 2019 di wilayah Kalimantan Tengah
3. data satelit Himawari 8 kanal 3 (0.64 $\mu$ m), kanal 4 (0.86  $\mu$ m), dan kanal 6 (2.3  $\mu$ m) tanggal 17 September 2019.
4. data model GS tanggal 17 September 2019.

Data-data di atas diperoleh dari Sub-Bidang Pengelolaan Citra Satelit BMKG. Selain itu, data jarak pandang (*visibility*) dari Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara tanggal 17 September 2019 juga digunakan untuk menunjang dalam penelitian ini. Metode penggunaan aplikasi SATAID GMSLPD dengan data masukan yaitu data satelit Himawari 8 kanal 3 (0.64 $\mu$ m), kanal 4 (0.86  $\mu$ m), dan kanal 6 (2.3  $\mu$ m) dilakukan untuk menghasilkan kombinasi RGB citra satelit. Adapun langkah-langkah kerja untuk menampilkan citra satelit RGB sebagai berikut (Nurhastuti, 2016):

1. menampilkan tiga jenis citra satelit Himawari 8 kanal 3 (vs) ,4 (n1), dan 6 (n3) untuk tanggal 17 September 2019 pada aplikasi SATAID GMSLPD.
2. mengaktifkan *function gray* pada kanal 3 citra satelit Himawari 8 untuk mengatur kombinasi warna RGB pada citra.

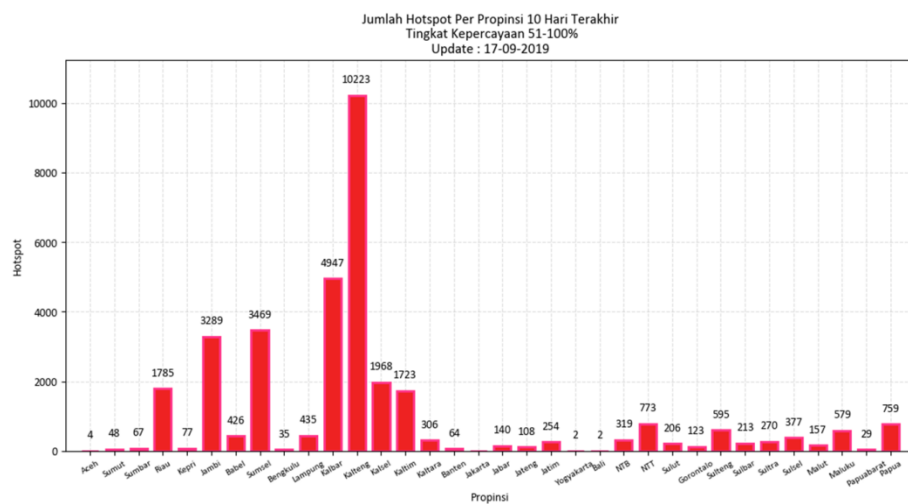
3. mengatur ketiga kanal citra satelit dengan kanal 3 sebagai image pertama dengan warna merah (nilai gamma 1.8), kanal 4 sebagai image kedua dengan warna hijau (nilai gamma 1.0), dan kanal 6 sebagai image ketiga dengan warna biru (nilai gamma 3.0)
4. menyimpan hasil olahan dengan format .jpg

Setelah melakukan olahan dengan metode RGB, selanjutnya yaitu menampilkan trajektori sebaran asap untuk mengetahui prediksi arah sebaran asap dengan mengoverlay data model dengan data citra satelit seperti berikut:

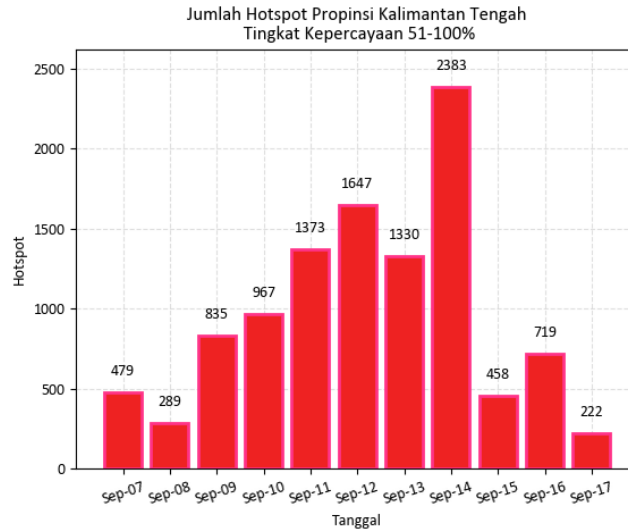
1. mengoverlay data model dengan data citra satelit melalui menu Register, kemudian pilih GS
2. mengaktifkan fungsi NWP untuk tampilan data model pada citra satelit
3. menampilkan trajektori sebaran asap melalui sistem menu pada jendela *brightness level*.
4. memilih menu *vert 5* (traj) bersamaan dengan tombol ctrl pada keyboard, kemudian terlihat hasil arah sebaran trajektori asap yang dimulai dari titik awal berjalan hingga mengikuti keadaan kondisi pola angin pada model NWP.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pantauan hotspot per propinsi selama 10 hari terakhir dengan tingkat kepercayaan sebesar 51%-100% yang dilakukan oleh BMKG menggunakan sensor MODIS (Satelit Terra & Aqua) terlihat pada Gambar 1. Propinsi Kalimantan Tengah menduduki peringkat pertama dengan jumlah hotspot terbanyak mencapai 10223 titik hotspot yang tercatat pada tanggal 17 September 2019. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah hotspot di propinsi lain. Urutan kedua dengan jumlah hotspot mencapai 4947 yaitu berada di Propinsi Kalimantan Barat. Uraian jumlah hotspot selama 10 hari terakhir (7–17 September 2019) di Kalimantan Tengah (Gambar 2). Grafik tertinggi berada pada tanggal 14 September 2019 dengan jumlah 2383 titik, sedangkan pada tanggal 17 September 2019 grafik menurun mencapai 222 titik. Adapun jumlah hotspot yang tertera pada grafik tidak hanya merupakan jumlah hotspot di Barito Utara, namun merupakan akumulasi dari seluruh jumlah hotspot di Kalimantan Tengah.

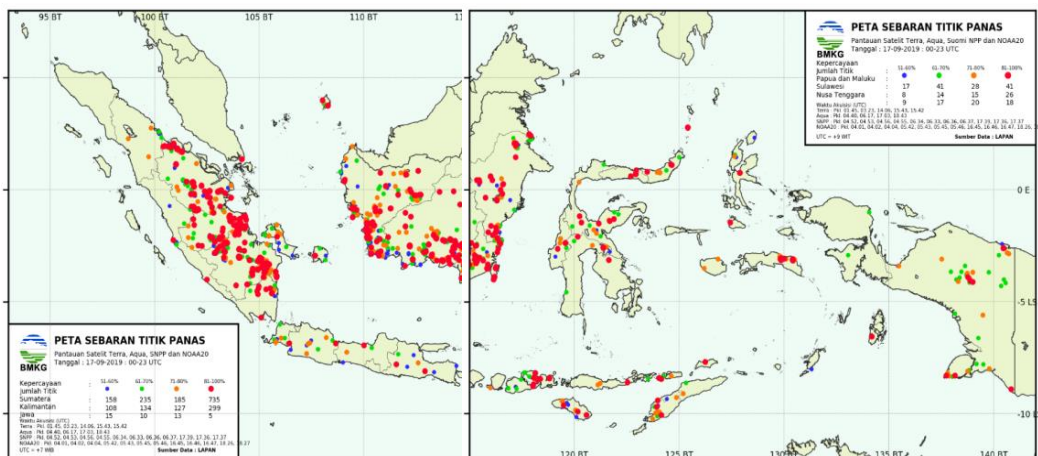


Gambar 1. Grafik Jumlah Hotspot Per Propinsi (17 September 2019)

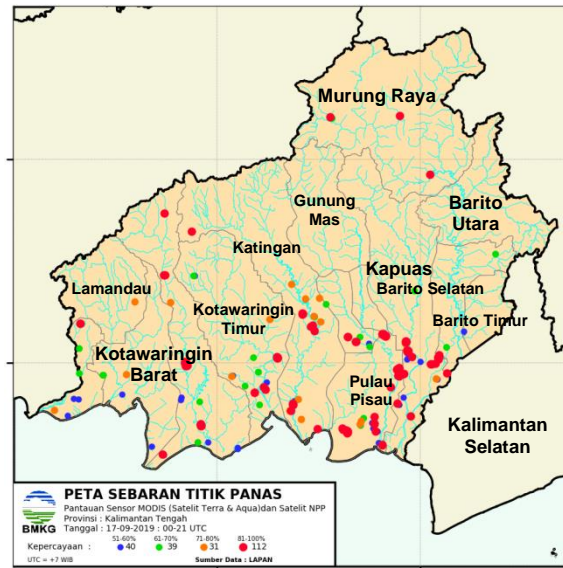


Gambar 2. Grafik Jumlah Hotspot di Kalimantan Tengah selama 10 hari

Pada Gambar 3 merupakan peta sebaran hotspot tiap wilayah di Indonesia yang terpantau. Titik berwarna biru mengindikasikan sebagai titik hotspot dengan tingkat kepercayaan 51%-60%, titik berwarna hijau dengan tingkat kepercayaan 61%-70%, titik berwarna orange dengan tingkat kepercayaan 71%-80%, dan titik berwarna merah dengan tingkat kepercayaan 81%-100%. Berdasarkan gambar tersebut terlihat sebaran titik hotspot lebih dominan berada di Sumatera dan Kalimantan. Titik hotspot yang berada di Kalimantan lebih banyak terdapat di Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan pada tanggal 17 September 2019. Pada Gambar 4 pun terlihat titik hotspot khususnya di Kalimantan Tengah dominan berada di wilayah Katingan, Kotawaringin Timur, Palangkaraya, Kapuas, dan Pulau Pisau, sedangkan di wilayah Barito Utara hanya memiliki sedikit titik hotspot.



Gambar 3. Peta Sebaran Titik Panas Indonesia (17 September 2019)



Gambar 4. Peta Sebaran Titik Panas Kalimantan Tengah (17 September 2019)

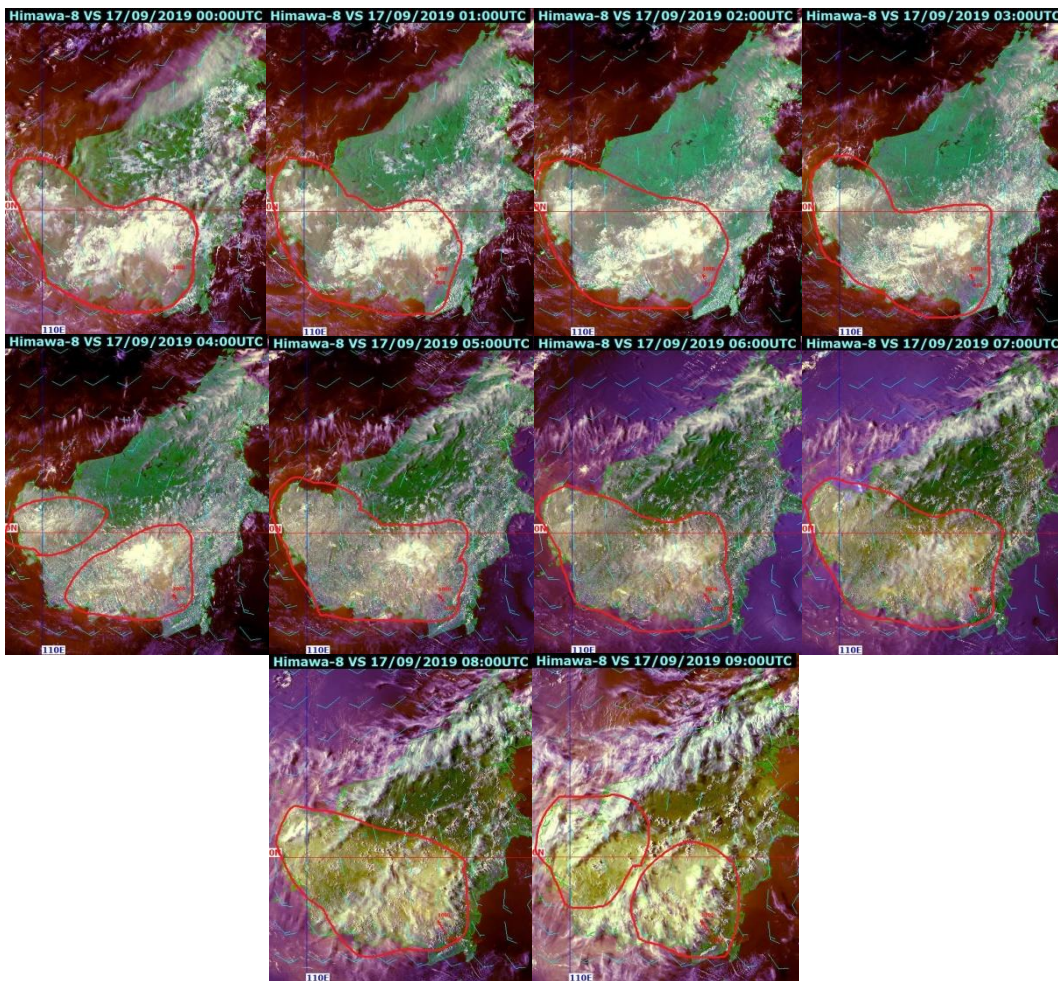
Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara mencatat jarak pandang di Barito Utara pada tanggal 17 September 2019 mencapai 100 meter seperti pada Tabel 1. Jarak pandang sebesar 100 meter dimulai dari pukul 00.00 UTC atau 07.00 WIB hingga pukul 06.00 UTC atau 13.00 WIB. Kemudian meningkat hanya mencapai 200 meter hingga pukul 20.00 UTC dan kembali menurun menjadi 100 meter pada pukul 21.00 UTC. Berkurangnya jarak pandang tersebut akibat sebaran asap yang pekat di wilayah Barito Utara sehingga menyebabkan aktivitas masyarakat menjadi terganggu. Salah satu dampaknya yaitu kegiatan penerbangan di Bandara Beringin Muara Teweh yang tidak dapat beroperasi seperti biasanya.

Tabel 1. Jarak Pandang (Visibility) di Barito Utara tanggal 17 September 2019

Jam (UTC)	Jarak Pandang (Meter)	Jam (UTC)	Jarak Pandang (Meter)
00.00	100	12.00	200
01.00	100	13.00	200
02.00	100	14.00	200
03.00	100	15.00	200
04.00	100	16.00	200
05.00	100	17.00	200
06.00	100	18.00	200
07.00	200	19.00	200
08.00	200	20.00	200
09.00	200	21.00	100
10.00	200	22.00	100
11.00	200	23.00	100

Hasil pengolahan dari tampilan citra satelit menggunakan metode RGB yang terlihat pada Gambar 5 terlihat adanya gumpalan berwarna kecokelatan yang dapat diindikasikan sebagai sebaran asap yang menutupi sebagian besar wilayah Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Berdasarkan

gambar tersebut terlihat sebaran asap yang menutupi sebagian besar wilayah Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah dimulai dari pukul 00.00 UTC hingga 09.00 UTC. Pada pukul 10.00 UTC, sebaran asap mulai tidak terlihat pada hasil olahan citra satelit tersebut, hal ini disebabkan tidak adanya faktor radiasi matahari yang merupakan syarat utama sebagai sumber energi yang dipantulkan oleh objek di permukaan bumi terhadap satelit (Wulandari, 2017). Hal ini berlaku untuk *channel visible* pada satelit Himawari 8. Namun demikian, berdasarkan data sinoptik dari Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara, dilaporkan bahwa masih terjadi fenomena asap hingga pukul 23.00 UTC. Berdasarkan hasil pengolahan trajektori citra satelit menggunakan data GS menunjukkan angin di lapisan dekat permukaan bergerak dari arah Tenggara – Selatan menuju Barat Laut – Utara di wilayah Kalimantan. Arah gerakan angin ini berpotensi membawa sebaran asap dari titik hotspot berasal menyebar menuju wilayah barat laut - utara. Hal ini menyebabkan wilayah Barito Utara yang hanya memiliki sedikit titik hotspot namun menerima banyak kiriman sebaran asap dari wilayah selatan dan tenggara seperti Pulau Pisau, Palangkaraya, dan sebagian besar Kalimantan Selatan sehingga menyebabkan menurunnya jarak pandang secara drastis.



Gambar 5. Tampilan citra RGB satelit Himawari 8 dan trajektori sebaran asap September 2019

17

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis di atas menggunakan data satelit Himawari-8 yang diolah dengan aplikasi SATAID GMSLPD menunjukkan ketidaksesuaian titik hotspot dengan sebaran asap yang ditandai dengan citra berwarna coklat. Pada wilayah Kalimantan Tengah khususnya, terdapat banyak titik hotspot yang berada tepat di Kalimantan Tengah bagian selatan seperti Kotawaringin Barat, Kotawaringin Timur, Palangkaraya, dan Pulau Pisau sedangkan sebaran asap yang diperlihatkan menggunakan teknik RGB tersebar hampir di seluruh wilayah Kalimantan Tengah. Walaupun wilayah titik hotspot dan sebaran asap yang terpantau ditandai dengan citra berwarna coklat tidak sama, namun hal ini sesuai dengan pergerakan angin. Angin pada tanggal 17 September 2017 bergerak dari arah Tenggara dan Selatan sehingga sebaran asap yang berasal dari Palangkaraya, Kapuas, dan sebagian besar wilayah Kalimantan Selatan terbawa oleh angin tersebut menuju ke wilayah Barito Utara. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan data satelit Himawari-8 menggunakan teknik RGB yang diolah di aplikasi SATAID GMSLPD cukup mampu dalam mendeteksi dan memprediksi sebaran asap akibat kebakaran hutan dan lahan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Sub-Bidang Pengelolaan Citra Satelit BMKG yang telah memberikan data satelit Himawari 8 yang merupakan data utama dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Stasiun Meteorologi Beringin Barito Utara yang telah mendukung baik dalam bentuk moril maupun materil. Penelitian ini tidak menutup kemungkinan masih banyak terdapat kekurangan sehingga diharapkan dapat memberikan kritik dan saran yang membangun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. (2002). Kajian Penyebaran Kabut Asap Kebakaran Hutan dan Lahan di Wilayah Sumatera Bagian Utara dan Kemungkinan Mengatasinya dengan TMC. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. 3(2):99-104.
- Ika, M., & Suyatim (2016). Fenomena Kabut Asap Ditinjau Dari Data Luaran Model Arpege Synergie (Studi Kasus Tanggal 25 dan 28 Februari 2014, Riau). *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. 3(1).
- Kushardono, D. (2012). Kajian Satelit Penginderaan Jauh Cuaca Generasi Baru Himawari 8 dan 9. *Inderaja*. 3(5).
- Rani, N. A. (2016). Identifikasi Sebaran Asap Melalui Metode RGB Citra Satelit Himawari 8 (Kasus: Kebakaran Hutan di Sumatera dan Kalimantan 15 September 2015). Prosiding Seminar Nasional Fisika UNPAD.
- Rianawati, F. (2005). Kajian Faktor Penyebab dan Upaya Pengendalian Kebakaran Lahan Gambut oleh Masyarakat di Desa Salat Makmur Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*.17: 51-59.

Syaufina, L., & Sukmana, A. (2008). Tinjauan Penyebab Utama Kebakaran Hutan di Daerah Danau Toba. Laporan kajian kebakaran hutan di Danau Toba. Centre of Forest and Nature Conservation Research and Development (CFNCRD) dan International Tropical Timber Organization (ITTO)PD 394/06 REV.1 (F). Bogor.

Yuningsih, R. (2015). Kebijakan Kesehatan Dalam Pengendalian Dampak Karhutla. Info Singkat Kesejahteraan sosial VII(18): 9-12. P3DI.

Wulandari, A. V., Ni Kadek, T. D., & Wishnu, A. S. (2017). Pemanfaatan Data Satelit Himawari 8 Untuk Mendeteksi Sebaran Asap: Studi Kasus di Kalimantan dan Sumatera Tanggal 8 Dan 9 September 2015. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 2(2):157-163.

# PENGUATAN KELEMBAGAAN DESA UNTUK MITIGASI BENCANA PUSO DAN BANJIR

<sup>1</sup>Sudirah, <sup>2</sup>Agus Susanto, <sup>3</sup>Agus Santoso  
<sup>123</sup>Universitas Terbuka

Email: sudi@ecampus.ut.ac.id

Dalam pembangunan pedesaan analisis penguatan kelembagaan desa untuk mitigasi bencana puso dan banjir merupakan kajian yang menarik. Kajian dari perspektif sosiologi, dan penyuluhan pembangunan ini dilakukan di desa Kertawinangun, Soge, dan Ilir kabupaten Indramayu, Jawa Barat, tahun 2018. Pada umumnya musim tanam padi dilakukan pada musim *rendeng* dan *sadon*. Namun musim tanam padi di ketiga desa tersebut hanya dapat dilakukan pada musim *rendeng*. Itupun sering mengalami gagal panen (*puso*), akibat banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Untuk mengatasi gagal panen padi tersebut adalah membangun bendung Kali Perawan. Pembangunan bendung perlu penguatan kelembagaan desa. Penguatan kelembagaan desa dilakukan melalui partisipasi aktif masyarakat dalam lembaga-lembaga desa, seperti Badan Permusyawaratan Desa, Lembaga Kemasyarakatan Desa, Kerjasama antar desa, Perkumpulan Petani Pemakai Air, dan sebagainya agar dapat berperan semestinya, dan mampu meningkatkan kompetensinya. Metode penelitian ini adalah kualitatif. Pengumpulan data melalui observasi, dokumen, dan wawancara terhadap informan. Analisis data dilakukan dengan triangulasi. Hasil penelitian menunjukkan penguatan kelembagaan desa mampu merekatkan jaringan kerjasama antara lembaga-lembaga desa, dan masyarakat untuk mendorong terwujudnya pembangunan bendung karet Kali Perawan. Penguatan kelembagaan desa mampu mengatasi mitigasi bencana puso dan banjir, dengan membangun bendung Karet Kali Perawan, membangun saluran irigasi ke lokasi persawahan petani, dan meningkatkan penganeekaragaman usaha pertanian dengan menanam palawija, usaha pertambakan ikan, dan usaha pembuatan garam. Akhirnya, penguatan kelembagaan desa untuk mitigasi bencana puso dan banjir mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani.

**Kata kunci:** kelembagaan desa, mitigasi bencana puso, *rendeng*, *sadon*, dan palawija.

## PENDAHULUAN

Mitigasi Bencana puso merupakan upaya pencegahan dan penanggulangan bencana puso (gagal panen). Penyebab bencana puso antara lain adalah bencana banjir dan kekeringan. Karena itu perlu dilakukan upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana banjir oleh masyarakat, lembaga-lembaga desa, dan instansi yang terkait secara bersinergi. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui pembangunan fisik bendung air sungai, penyadaran kepada masyarakat akibat banjir, dan peningkatan kemampuan segenap lapisan masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana (Pasal 1 ayat 6 PP No 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana). Daerah yang kerap mengalami bencana banjir adalah daerah yang dilalui aliran sungai. Di Kabupaten Indramayu salah satu sungai yang kerap menimbulkan banjir adalah Kali Perawan. Kali Perawan ini membentang dari hulu desa Drunten Wetan dan Drunten Kulon (Kecamatan Gabuswetan) ke hilir Desa Eretan wetan dan Eretan Kulon (Kecamatan Kandanghaur), melalui Desa Margamulya (Kecamatan Bongas), dan Desa Soge (Kecamatan Kandanghaur), berjarak sekitar 15 km. Lebar kali perawan sekitar 50 meter di daerah hulu dan 100 meter di daerah hilir. Dengan demikian, Kali Perawan melintasi 3 kecamatan, yaitu Gabuswetan, Bongas, dan Kandanghaur. Sekitar 85% penduduk di ketiga desa ini (Kertawinangun, Soge, dan Ilir) adalah petani padi sawah.

Pada musim hujan Kali Perawan kerap menimbulkan banjir, sebaliknya pada musim kemarau mengalami kekeringan. Akibat hal tersebut dapat menimbulkan gagal panen (*puso*) bagi para petani yang lahan pertaniannya berlokasi di daerah sekitar Kali Perawan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh masyarakat petani maupun pemerintah daerah setempat untuk mengatasi bencana banjir. Penataan daerah aliran Kali Perawan dilakukan, seperti meluruskan Kali Perawan yang berliku-liku (normalisasi) agar aliran air tidak menggenang, bahkan Dinas Pengairan membuat larangan kepada warga masyarakat untuk tidak membuat gubuk-gubuk atau bangunan untuk berteduh di bantaran



sungai. Selain itu, penataan kali dilakukan dengan pengerukan pada bagian kali yang mengalami pendangkalan, agar dapat menampung debit air hujan lebih besar, serta melakukan penghijauan daerah hulu dengan tujuan untuk mencegah tanah longsor dan penyerapan air hujan lebih banyak. Semua itu dilakukan untuk mencegah timbulnya bencana banjir pada musim hujan.

Berbagai upaya mitigasi bencana banjir yang dilakukan oleh masyarakat, pemerintah daerah setempat dan instansi yang terkait lainnya. Sebelum dibangun bendung Kali Perawan, masyarakat petani kurang memanfaatkan air sungai untuk pertanian padi sawah yang berlokasi di daerah sekitar bantaran kali tersebut. Air Kali Perawan meluap di waktu musim hujan dan mengalami kekeringan di waktu musim kemarau. Akibat kekeringan Kali Perawan air laut masuk dari bagian hilir ke bagian hulu sungai tersebut. Bagian hilir Kali perawan bermuara di Desa Eretan Wetan dan Eretan Kulon pantai utara Jawa. Air laut yang asin tidak dapat dimanfaatkan untuk usaha pertanian padi sawah. Padi tidak dapat tumbuh subur bila kena air asin, akibatnya dapat menimbulkan gagal panen. Padahal petani memerlukan air tawar Kali Perawan tersebut untuk usaha pertanian, maupun usaha pertambakan secara berkesinambungan. Pembangunan Bendungan Karet Kali Perawan merupakan upaya dan perjuangan masyarakat yang bertahun-tahun, yang pada akhirnya dapat diwujudkan. Dengan terwujudnya pembangunan Bendungan Karet Kali Perawan ini masyarakat petani di ketiga desa ini mampu menanggulangi bencana banjir di waktu musim hujan dan kekeringan di waktu musim kemarau, terutama di daerah hilir kali Perawan. Pembangunan Bendungan Karet Kali Perawan dilengkapi dengan pembangunan saluran irigasi ke sawah-sawah petani di desa Kertawinangun, Soge dan Ilir.

Berdasarkan gambaran singkat di atas, yang ingin dijawab dalam paper ini adalah apakah penguatan kelembagaan desa berkontribusi terhadap mitigasi bencana puso dan banjir. Hal lain adalah apakah bendung Karet Kali Perawan tersebut mampu mengairi lahan sawah dan usaha pertanian lainnya bagi para petani di ketiga desa tersebut? Selanjutnya apakah intensifikasi, dan penganekaragaman usaha pertanian dapat dilakukan oleh para petani di ketiga desa tersebut?

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **1. Penguatan Kelembagaan Desa**

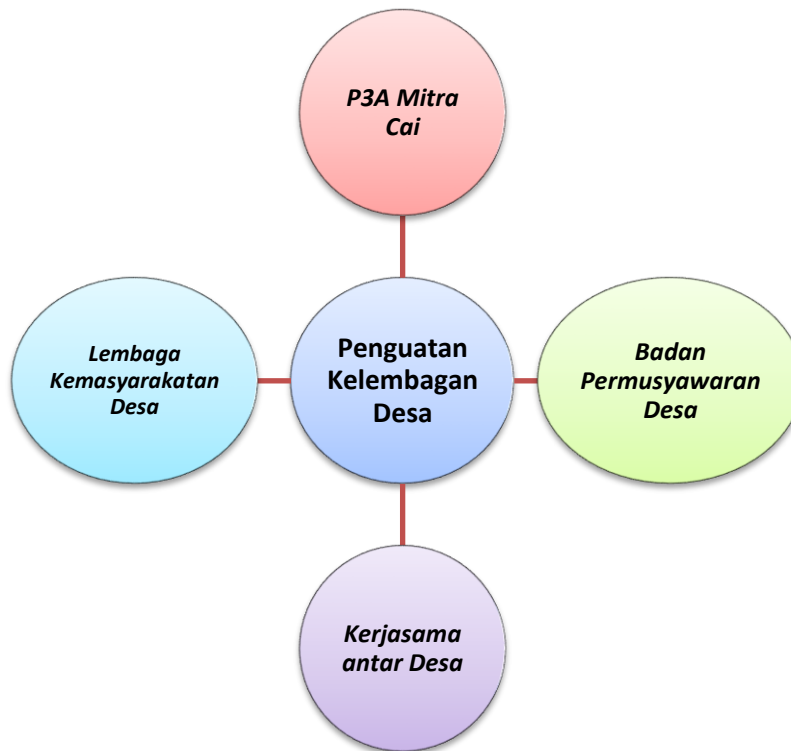
Dalam tulisan ini istilah lembaga sosial merupakan padanan dari lembaga kemasyarakatan, institusi sosial, dan pranata sosial. Soekanto (1986) menggunakan istilah lembaga kemasyarakatan untuk istilah tersebut. Paul B. Horton dan Chester L.Hunt (1999) mengemukakan lembaga sosial adalah suatu sistem norma untuk mencapai suatu tujuan atau kegiatan yang oleh masyarakat dipandang penting, atau lembaga sosial adalah sistem hubungan sosial yang terorganisir yang mewujudkan nilai-nilai serta prosedur umum tertentu dan memenuhi kebutuhan-kebutuhan dasar masyarakat.

Menurut Talcott Parsons (Ritzer, 2012) institusi sosial adalah *Adaptation, Goal attainment, Integration, Latent pattern maintenance* (AGIL). Selanjutnya Soekanto (2006) batasan institusi sosial sebagai himpunan norma-norma kehidupan masyarakat dari segala tingkatan yang berkisar pada suatu kebutuhan pokok. Menurut Koentjaraningrat (1990) pranata sosial adalah adanya unsur-unsur yang mengatur perilaku masyarakat berupa sistem tata kelakuan dan hubungan sosial dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup.

Orang-orang yang menduduki lembaga sosial sebagai pelaksana fungsi, dengan demikian mereka bisa diganti oleh orang lain tanpa mengganggu keberadaan dan kelestarian lembaga sosial

itu. Yang menjadi unsur-unsur dalam lembaga sosial bukanlah orangnya, melainkan kedudukan-kedudukan yang ditempati oleh individu orang beserta aturan tingkah laku wadah organisasi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa lembaga sosial merupakan bangunan dari seperangkat peran dan aturan-aturan tingkah laku orang-orang dalam wadah organisasi tersebut secara terorganisir. Aturan tingkah laku yang sudah menjadi komitmen bersama dalam kehidupan wadah organisasi tersebut sering disebut sebagai norma-norma sosial. Adapun kelembagaan desa di pedesaan antara lain Badan Permusyawaratan Desa (BPD), Lembaga Ketahanan Masyarakat Desa (LKMD), Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (PKK), Koperasi Unit Desa (KUD), dan lain-lain (Dura, 2016).

Berdasarkan pengertian tentang lembaga sosial yang dikemukakan ahli-ahli di atas dapat dikemukakan bahwa lembaga sosial merupakan seperangkat norma dan nilai yang membentuk institusi sedemikian sehingga dapat mengatur kehidupan manusia dalam hubungan sosial agar mampu bertahan atau bahkan agar lebih baik dari kondisi kehidupan sebelumnya. Intinya penguatan kelembagaan desa merupakan upaya meningkatkan kapasitas dan pematapan tentang lembaga-lembaga desa yang meliputi Badan Permusyawaratan Desa (BPD), Lembaga Kemasyarakatan Desa (LKD), Kerjasama antar Desa, dan P3A Mitra Cai. Penguatan kelembagaan desa sebagai perekat hubungan sosial antara kelembagaan desa yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat, yang dapat digambarkan sebagai berikut.

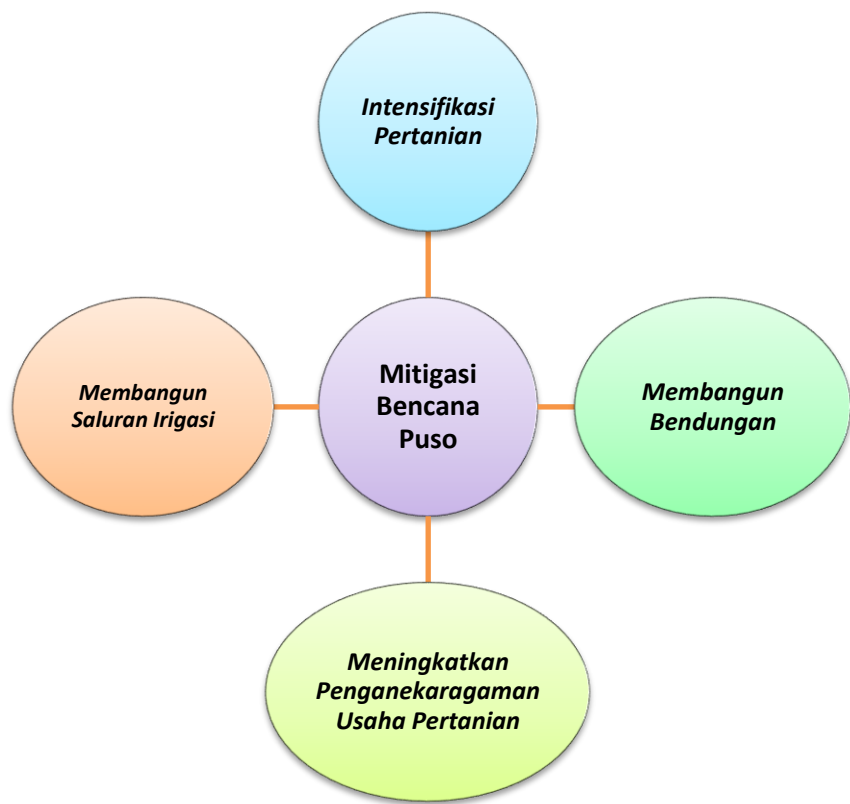


Gambar 1. Penguatan Kelembagaan Desa

## 2. Mitigasi Bencana Puso

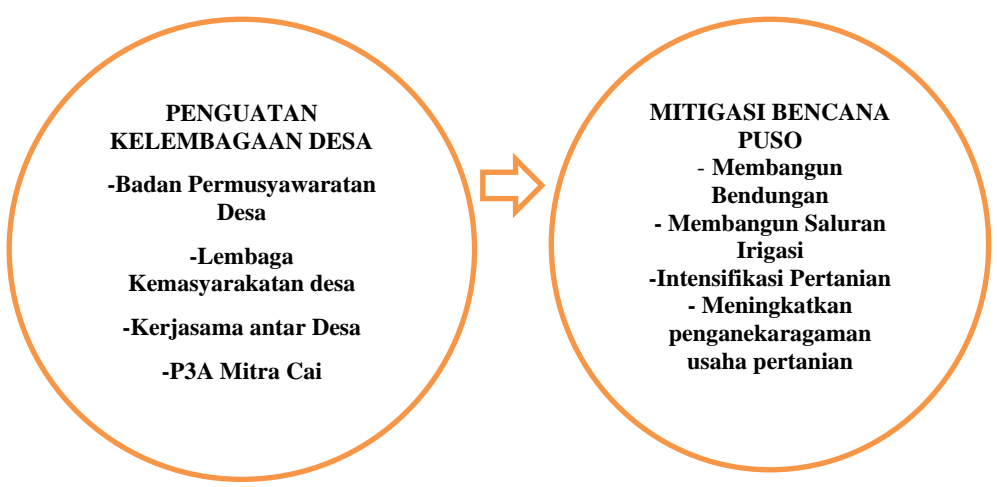
Inti dari mitigasi bencana puso adalah upaya mencegah dan menanggulangi bencana puso yang dilakukan oleh masyarakat petani bersama lembaga-lembaga desa, dan instansi yang terkait dengan membangun bendungan, membangun saluran irigasi, melakukan intensifikasi pertanian, serta penganeekaragaman usaha pertanian (Sudirah, 2019). Mitigasi bencana puso yang dilakukan dengan

penguatan kelembagaan desa, dan partisipasi masyarakat mampu mengatasi dan menanggulangi kegagalan panen para petani di desa Soge, Kertawinangun, dan Ilir kabupaten Indramayu, yang dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Mitigasi Bencana Puso

Keterkaitan penguatan kelembagaan desa dan mitigasi bencana puso dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Penguatan Kelembagaan Desa dan Mitigasi Bencana Puso

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di desa Kertawinangun, Soge, dan Ilir kecamatan Kandanghaur, kabupaten Indramayu, Jawa Barat, tahun 2018. Aspek-aspek yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini adalah penguatan kelembagaan desa dan mitigasi bencana puso banjir. Adapun fokus kajian yang berkenaan dengan aspek-aspek penguatan kelembagaan desa adalah Badan Permusyawaratan Desa, Lembaga Kemasyarakatan Desa, Kerjasama antarDesa, dan P3A Mitra Cai, sedangkan aspek-aspek kajian yang berkenaan dengan mitigasi bencana puso dan banjir adalah pembangunan bendung, pembangunan saluran irigasi, intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian, dan peningkatan penganeekaragaman usaha pertanian. Seluruh fokus kajian tersebut dikaji berdasarkan data dan informasi yang diperoleh.

Metode penelitian ini adalah kualitatif. Metode ini dipilih untuk memperoleh data kualitatif yang lebih mendalam tentang aspek-aspek penguatan kelembagaan desa, dan upaya-upaya penanggulangan dan ancaman mitigasi bencana puso dan banjir pada masyarakat petani. Peneliti menggali data dan informasi melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Melalui observasi peneliti melakukan pengamatan terhadap daerah aliran Kali Perawan, kondisi air Kali Perawan, saluran irigasi, lahan persawahan, lahan pertambakan, lahan pembuatan garam, kondisi Bendung Karet.

Wawancara mendalam dilakukan dengan segenap informan, seperti petani, pengurus Kontak Tani, Kepala Desa, perangkat desa, petugas Lembaga Kemasyarakatan Desa, pengurus P3A Mitra Cai, pengurus Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan sebagainya. Pemilihan informan dilakukan secara random purposif. Wawancara dilakukan tidak hanya secara langsung, tetapi juga dilakukan melalui telepon. Peneliti juga menggali dokumen untuk mendapatkan berbagai data dan informasi yang terkait dengan aspek-aspek kajian tersebut.

Selain itu, pengambilan data dilakukan melalui *Fokus Group Discussion* (FGD), yaitu melalui panel antara peneliti dengan para narasumber (Petani, pengurus kontak tani, perangkat desa, petugas Lembaga Permusyawaratan Desa, petugas pengairan, dan pengurus LSM). Setelah presentasi dilanjutkan dengan tanya jawab dan diskusi untuk mengkaji aspek-aspek penguatan kelembagaan desa dan mitiigasi bencana puso.

Analisis data menggunakan triangulasi. Dalam analisis triangulasi peneliti melakukan verifikasi hal-hal yang berkenaan dengan data dan informasi, teori, metode, dan pendapat antar peneliti. Pada triangulasi data dan informasi, peneliti melakukan klasifikasi data menjadi data primer dan data sekunder, data kuantitatif dan data kualitatif. Konfirmasi data dilakukan dengan meminta pendapat informan kembali. Konfirmasi dengan informan dilakukan dengan meminta pendapat informan lainnya tentang hal yang sama sebagai pembanding sehingga menjadi lebih jelas tentang data tersebut.

Analisis triangulasi selanjutnya peneliti membandingkan konsep ataupun teori yang menjadi rujukan dengan fakta-fakta di lapangan. Membandingkan konsep ataupun teori dengan fakta dilakukan untuk melihat konsistensi antara konsep ataupun teori dengan fakta di lapangan. Dari hasil analisis triangulasi konsep/teori yang digunakan dapat mengkonfirmasi tentang fakta-fakta di lapangan, dan teori-teori yang menjadi rujukan. Menurut hasil analisis triangulasi, teori-teori yang menjadi rujukan mampu menjelaskan fakta-fakta di lapangan.

Selanjutnya, peneliti melakukan analisis triangulasi yang berkenaan dengan metode penelitian yang digunakan. Hasil triangulasi menunjukkan bahwa metode kualitatif yang digunakan sudah tepat sebagai pendekatan untuk menjelaskan fenomena permasalahan penelitian ini. Terakhir adalah

triangulasi yang berkenaan dengan pendapat antar peneliti lain. Hal ini dilakukan tidak hanya dengan peneliti sejawat, tetapi juga dengan peneliti bidang lain yang relevan. Berdasarkan hasil triangulasi ini, peneliti memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang kondisi ataupun fenomena di lapangan. Sebelum mengambil kesimpulan, peneliti melakukan konfirmasi temuan penelitian di lapangan ke sejumlah narasumber. Penarikan kesimpulan baru dilakukan setelah melalui serangkaian analisis triangulasi tersebut.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kelembagaan desa perlu penguatan. Penguatan kelembagaan desa dapat mendorong upaya-upaya mencegah dan menanggulangi mitigasi bencana puso. Karena itu, hasil dan pembahasan akan difokuskan pada penguatan kelembagaan desa pada masyarakat petani padi sawah dan mitigasi bencana puso.

### **1. Penguatan Kelembagaan Desa pada Masyarakat Petani Padi Sawah**

Penguatan kelembagaan desa pada masyarakat petani sawah dilakukan dengan meningkatkan kapasitas, kapabilitas, dan koordinasi kelembagaan desa. Peran Kepala Desa dalam hal ini sangat penting untuk menggerakkan segenap kelembagaan desa untuk berkiprah sesuai dengan perannya masing-masing untuk mengatasi bencana puso dan banjir.

#### **a) Pemantapan Kapasitas Kelembagaan Desa**

Pemantapan kapasitas dilakukan dengan mendudukan kembali peran, dan tugas-tugas dari masing-masing lembaga desa, terkait dengan mitigasi bencana puso. Kepala Desa mempunyai peran penting dalam upaya pemantapan kapasitas kelembagaan desa ini. Kepala Desa sepatutnya mendorong dan menggerakkan lembaga-lembaga desa ini untuk berperan dan melaksanakan tugas-tugasnya sebagaimana mestinya. Lembaga-lembaga lain yang secara struktural membawahi kelembagaan desa ini juga mendorong dan menggerakkan lembaga-lembaga desa tersebut, sedemikian sehingga secara sinergi kelembagaan desa mampu mengatasi mitigasi bencana puso yang dialami masyarakat petani padi sawah di daerah ini.

Karena itu lembaga-lembaga desa bersama masyarakat petani harus memiliki pemahaman bertani padi sawah, seluk beluk usaha tani, pelestarian warisan budaya bercocok tanam, pengembangan usaha pertanian, penganekaragaman usaha tani, dan sebagainya. Penguatan kelembagaan sosial tersebut dapat dilakukan melalui penyuluhan, pendampingan, bimbingan masyarakat, sosialisasi, dan sebagainya oleh instansi ataupun lembaga sosial terkait dengan melibatkan tokoh-tokoh masyarakat setempat, secara formal maupun informal.

#### **b) Pemantapan Kapabilitas Kelembagaan Desa**

Pemantapan kapabilitas kelembagaan desa ditujukan untuk meningkatkan kemampuan dari lembaga-lembaga desa terkait dengan peran dan tugas-tugasnya terkait dengan mitigasi bencana puso. Sosialisasi dan penyuluhan yang berkenaan dengan usaha pertanian, khususnya bercocok tanam padi dan palawija sudah diwariskan orang tua dari generasi ke generasi. Sistem bercocok tanam padi yang demikian sudah menjadi budaya masyarakat agraris di ketiga desa tersebut. Sistem pertanian bercocok tanam padi sawah yang demikian dibangun dan dikerjakan secara bergotong royong dengan melibatkan segenap anggota masyarakat. Melalui penyuluhan dan kegiatan serupa

lainnya masyarakat petani padi sawah memahami dan menghayati nilai-nilai bercocok tanam padi, palawija, dan usaha pertanian lainnya untuk diimplementasikan dalam berusaha dan bekerja di lingkungan sosial masyarakatnya (Pranadji, 2006).

Penguatan modal sosial difasilitasi, dan dipandu Kepala Desa untuk urun rembuk antara para petani dengan kelembagaan desa lainnya untuk mendorong terwujudnya pembangunan Bendung Karet. Kepala Desa juga berkoordinasi dengan P3A Mitra Cai untuk berpartisipasi aktif mengawal dan mendistribusikan sistem pengairan irigasi dari Bendung Karet Kali Perawan ke lahan sawah petani di desa-desa tersebut.

### **c) Pemantapan Koordinasi Kelembagaan Desa**

Pemantapan kelembagaan desa dilakukan dengan mendudukan peran kelembagaan desa tersebut secara optimal. Kelembagaan desa sepatutnya menjadi wadah dan penggerak dalam usaha-usaha pertanian bagi masyarakat padi sawah di wilayah yang bersangkutan. Selain itu, koordinasi merupakan hal penting yang sepatutnya diupayakan oleh kelembagaan desa ini untuk mempersatukan, mempertemukan para petani dengan segenap pihak yang terkait untuk mencapai tujuan bersama.

Peran Kepala Desa dalam hal ini sangat penting untuk menggerakkan peran kelembagaan desa yang bersama segenap masyarakat petani mencari solusi untuk memecahkan permasalahan puso dan banjir yang kerap dialami masyarakat petani padi sawah. Pemantapan dan koordinasi kelembagaan desa ini dilakukan melalui urun rembuk dengan segenap pihak yang terkait dengan mitigasi bencana puso mencari solusi terhadap permasalahan yang dihadapinya. Beberapa kali pertemuan antara Kepala Desa bersama para petani, pengurus kontak tani, perangkat desa, Lembaga Kemasyarakatan Desa, pengurus P3A Mitra Cai, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dan lain-lain digelar untuk menyatukan pemikiran dan tindakan untuk mengatasi bencana puso dan banjir tersebut. Akhirnya disepakati bahwa membangun bendung kali perawan, bersama saluran irigasinya merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi bencana puso dan banjir yang dialami masyarakat petani di daerahnya.

Kerjasama yang demikian terjalin melalui suatu jaringan kerjasama yang baik. Dalam hal ini penting untuk membangun saling kepercayaan sesama para petani, maupun dengan pihak pemerintah (Dinas Pertanian). Semua itu menjadi perekat hubungan sosial masyarakat petani. Penguatan kelembagaan desa tersebut dibangun melalui kerjasama dengan instansi yang terkait. Sejak pemerintahan Orde Baru, sistem pertanian di wilayah Indramayu terus mengalami kemajuan. Sejumlah bendung dibangun, dan sistem irigasi ditata. Hasilnya sejak tahun 2010 kabupaten Indramayu menyusul kabupaten Kerawang sebagai daerah lumbung padi bagi Jawa Barat. Dari data yang dikeluarkan Badan Pusat Statistik Jawa Barat, produksi padi yang dihasilkan petani Indramayu sejak tahun 2010 hingga tahun 2015 sekitar 1,2 hingga 1,4 juta ton per tahun. Kemudian pada tahun 2018 produksi padi di Indramayu meningkat sekitar 1,4 juta ton per tahun (BPS Jawa Barat, 2018).

### **d) Pemantapan Lembaga Pengairan**

Lembaga pengairan yang terkait dengan pertanian padi di kawasan Bendung Kali Perawan adalah Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) Mitra Cai. Lembaga pengairan ini adalah wadah untuk menampung kepentingan dan kegiatan petani secara bersama dalam mengelola air irigasi untuk usaha tani. P3A Mitra Cai dibentuk oleh dan atau untuk petani pemakai air pada daerah irigasi

berdasarkan kesadaran dan kepentingan bersama masyarakat petani. Anggota P3A Mitra Cai adalah para petani yang bersangkutan. Dalam pelaksanaan tugasnya P3A Mitra Cai dibantu oleh Ulu-ulu sebagai pelaksana teknis sehari-hari dalam pengelolaan air irigasi di wilayah kerjanya. Petugas Ulu-ulu mengawal dan mendistribusikan sistem pengairan dari saluran irigasi ke sawah-sawah para petani (Perda DT II Indramayu No.17/1995 tentang P3A Mitra Cai).

Kondisi kelembagaan pengairan yang ada secara periodik sepatutnya ditingkatkan kemampuannya, karena itu perlu penguatan. Penguatan kelembagaan pengairan seperti P3A Mitra Cai dilakukan melalui pemberdayaan sumber daya para anggotanya. Dalam hal ini pemberdayaan P3A Mitra Cai mencakup aksesibilitas informasi, partisipasi masyarakat, akuntabilitas, dan peningkatan kapasitas anggota (Sudirah, 2016). Aksesibilitas informasi adalah faktor-faktor yang mendukung kemudahan akses informasi bagi petani padi, dan anggota P3A Mitra Cai untuk meningkatkan wawasan intelektualnya. Dengan demikian, mereka memahami kondisi usaha pertaniannya, dapat memilih bibit yang baik, pupuk yang berkualitas, dapat mengembangkan pemasaran produk pertaniannya, dapat mengembangkan usaha, dan sebagainya. Intinya, petani padi perlu memiliki wawasan intelektual untuk kemajuan dan pengembangan usaha pertaniannya.

Partisipasi masyarakat merupakan bentuk pelibatan berbagai sumber daya masyarakat untuk meningkatkan kapasitas diri yang diperlukan oleh petani padi. Kapasitas diri dapat dilakukan melalui pemantapan aturan sosial dengan melibatkan segenap sumber daya manusia yang ada di masyarakat. Dengan demikian, penguatan kelembagaan pengairan sepatutnya melibatkan SDM yang ada di masyarakat sehingga para petani padi lebih berdaya dalam usaha maupun bekerja.

Akuntabilitas memiliki berbagai pengertian. Akuntabilitas merupakan bentuk pertanggung gugatan terhadap pihak-pihak yang berkepentingan. Dalam konteks penguatan kelembagaan pengairan, akuntabilitas dapat diartikan sebagai kewajiban petani padi untuk secara bersama-sama SDM yang ada di masyarakat mengambil peran tanggung jawab terhadap peningkatan kapasitas diri petani padi. Peningkatan kapasitas dapat dilakukan melalui sosialisasi, penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan yang berkenaan dengan seluk beluk pertanian padi. Dengan demikian, para petani padi lebih berdaya dalam berusaha dan bekerja.

Penguatan kelembagaan pengairan pertanian memerlukan kelembagaan lokal yang handal. Dalam hal ini, selain P3A Mitra Cai, kelembagaan lokal lainnya seperti, koperasi, dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) diharapkan memainkan peran penting dalam pengembangan kapasitas diri petani padi. Pelibatan kelembagaan lokal tersebut diharapkan mampu meningkatkan kemampuan dan keterampilan yang diperlukan dalam usaha maupun bekerja. Intinya kapasitas kelembagaan pengairan diharapkan mampu mengawal dan mendistribusikan sistem irigasi pengairan untuk kebutuhan para petani padi menjadi lebih maju dan berkembang usahanya.

## **2. Mitigasi Bencana Puso**

Mitigasi bencana puso merupakan upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana puso yang dilakukan oleh lembaga-lembaga desa, masyarakat, dan instansi yang terkait sehingga memberikan solusi terhadap permasalahan bencana puso tersebut. Kawasan permukiman dan lahan pertanian di desa Kertawinangun Soge Ilir, dan Eretan, Pantai Utara Kabupaten Indramayu, Jawa Barat kerap mengalami banjir pada musim hujan. Selain itu, banjir di kawasan ini juga akibat pasang-surut air laut. Air laut masuk ke daerah hulu dari hilir kali Perawan di Eretan, bahkan akibat pasang-surut air laut ini dapat menimbulkan intrusi air laut sehingga air tawar yang bersumber dari hulu Kali Perawan tersebut bercampur dengan air laut yang asin sehingga menjadi payau. Akibatnya air sungai

tidak layak untuk sumber air baku maupun untuk mengairi lahan persawahan. Selain banjir, kawasan ini juga mengalami kekeringan pada musim kemarau. Akibatnya petani padi sawah di kawasan ini mengalami gagal panen (puso).

Masyarakat bersama pemerintah daerah mengupayakan untuk mengatasi masalah pengairan untuk lahan pertanian tersebut. Setidaknya ada 4 (empat) upaya yang dilakukan oleh masyarakat bersama instansi terkait dalam mengatasi mitigasi bencana puso tersebut, yaitu (a) membangun bendung karet kali perawan, (b) membangun saluran irigasi ke persawahan, dan (c) intensifikasi pertanian, dan (d) difersifikasi pertanian. Keterkaitan penguatan modal sosial dan mitigasi bencana banjir dapat digambarkan sebagai berikut:

#### **a) Membangun Bendung Karet Kali Perawan dan Sistem Irigasi**

Permasalahan utama yang dihadapi masyarakat petani di tiga desa Soge, Kertawinangun, dan Ilir kecamatan Kandanghaur kabupaten Indramayu adalah kesulitan air untuk pertanian padi sawah. Sistem pertanian yang baik sepatutnya memiliki ketersediaan sumber air yang baik pula. Ketersediaan air dapat dipenuhi dengan cara membangun bendung kali yang ada. Karena itu masyarakat petani di ketiga desa tersebut mendorong pemerintah daerah untuk membangun bendung kali Perawan. Masyarakat petani tersebut melalui Badan Permusyawaratan Desa (BPD) mengusulkan kepada Kepala Desa (Kuwu) untuk membangun bendung karet untuk mengatasi permasalahan kesulitan air untuk pertanian padi tersebut. Kepala Desa kemudian melakukan koordinasi dengan Camat Kandanghaur selaku atasannya. Aspirasi masyarakat di tiga desa tersebut oleh Kepala Desa selanjutnya diteruskan kepada Wakil Rakyat di tingkat DPRD dan DPR Pusat. Usaha dan perjuangan yang panjang yang dilakukan masyarakat bersama Kepala Desa, para Wakil Rakyat, akhirnya membuahkan hasil. Pembangunan Bendung Karet Kali Perawan dapat terwujud.

Bendung Karet diresmikan Presiden Jokowi pada 9 November 2018. Pembangunan Bendung Karet dikerjakan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum, Ditjen Sumber Daya Air. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Basuki Hadimuljono menjelaskan bahwa pembangunan bendung karet seperti ini merupakan salah satu cara yang cukup efektif dan efisien untuk pengelolaan air tawar untuk pertanian padi sawah. "Pembangunan Bendung Karet Kali Perawan tidak membutuhkan pembebasan lahan karena menggunakan badan Kali Perawan itu sendiri. Desain dan konstruksi Bendung Karet Kali Perawan lebih sederhana dibanding pembangunan bendungan pada umumnya. Biaya untuk membangun Bendung Karet Kali Perawan lebih kecil bila dibanding dengan membangun bendungan serupa pada umumnya. Bendungan Karet Kali perawan menghabiskan biaya sebesar Rp 67,4 miliar," (siaran pers saat peresmian Bendungan Karet Kali Perawan 9 November 2018).

Pembangunan bendung karet kali perawan ini juga dilengkapi dengan pembangunan sistem irigasi pengairan ke lahan sawah di ketiga desa tersebut. Kini kondisi pertanian padi sawah di lapangan adalah tidak lagi terkena banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Menurut Prabowo (2018) Bendung Karet Kali Perawan mampu mengatasi risiko banjir di 3 (tiga) desa seluas 380 ha, yakni Desa Soge, Kertawinangun, dan Ilir, kecamatan Kandanghaur, kabupaten Indramayu.

#### **b) Menerapkan Intensifikasi Pertanian Padi Sawah**

Pembangunan Bendung Kali Perawan yang berlokasi di desa Soge ini mampu mengembangkan musim tanam dan sistem pertanian di desa Soge, Kertawinangun dan Ilir, Kini musim tanam di ketiga



desa tersebut dapat dilakukan 2 kali setahun, yaitu musim *rendeng* dan musim *sadon*, dengan tingkat produktivitas rata-rata sekitar 7 sampai 8 ton per hektar per musim tanam. Sebelumnya lahan sawah di ketiga desa tersebut hanya dapat dilakukan 1 kali pada musim *rendeng* per tahun.

Pengembangan sistem pertanian di ketiga desa tersebut dilakukan dengan intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian dilakukan dengan mengoptimalkan pengolahan lahan sawah yang ada dengan menerapkan panca usaha tani, yaitu pengolahan tanah yang baik, irigasi pengairan yang teratur, pemilihan bibit padi unggul, pemupukan yang tepat waktu, dan pemberantasan hama dan penyakit tanaman secara efektif. Pengolahan tanah dilakukan menggunakan traktor sampai lahan sawah itu siap untuk ditanami padi. Sistem pengairan irigasi dibuat dan dialirkan ke sawah-sawah para petani secara teratur. Pemilihan bibit padi unggul dilakukan untuk mendapatkan bibit padi yang lebih produktif, dengan masa waktu yang tidak terlalu lama. Pemupukan dilakukan sesuai dengan tahapan-tahapan waktu pemupukan padi yang tepat. Pemberantasan hama dan penyakit dilakukan begitu terlihat gejala-gejala adanya hama dan penyakit tanaman padi, sejak penyemaian sampai dengan menjelang panen.

### **c) Meningkatkan Penganekaragaman Usaha Pertanian**

Pada umumnya musim tanam usaha pertanian di daerah ini terdiri atas tiga musim, yaitu musim *rendeng*, *sadon*, dan palawija. Pada musim palawija para petani melakukan penganekaragaman usaha pertanian. Jenis palawija yang mereka tanam adalah bonteng (sejenis timun dengan ukuran yang lebih besar dan panjang), waluh (sejenis labuh bulat dengan ukuran yang lebih besar), kukuk (sejenis waluh dengan ukuran yang lebih panjang), kacang tanah, kacang panjang, pare, semangka, jagung, dan lainnya.

Selain usaha palawija, para petani di daerah ini juga melakukan usaha tambak ikan. Mereka membuat tambak-tambak, seperti tambak ikan lele, gurame, dan sebagainya yang lahan sawahnya berdekatan dengan sumber air irigasi. Bahkan sejumlah petani memanfaatkan lahan tersebut untuk usaha pembuatan garam, terutama pada musim kemarau. Pada musim kemarau air laut berbalik arah menuju perbatasan Bendung Karet Kali Perawan. Air laut ini selanjutnya dimanfaatkan para petani untuk pembuatan garam. Kini petani melalui penganekaragaman usaha pertanian dapat lebih meningkat lagi tingkat kesejahteraannya.

### **Simpulan**

Penguatan kelembagaan desa dilakukan dengan pemantapan kapasitas, kapabilitas, dan koordinasi kelembagaan desa. Pemantapan kapasitas dan kapabilitas dilakukan melalui pendidikan, pelatihan, magang, partisipasi dalam berbagai forum ilmiah, penyuluhan. Pemantapan koordinasi dilakukan dengan meningkatkan peran Kepala desa. Kepala Desa dalam hal ini sangat berperan untuk menggerakkan kelembagaan desa tersebut, dengan melibatkan partisipasi aktif segenap komponen masyarakat. Kelembagaan desa, dalam hal ini adalah Lembaga Permusyawaratan Desa, Lembaga Kemasyarakatan Desa, Kerjasama antara Desa, dan P3 A Mitra Cai harus berperan aktif.

Mitigasi bencana puso dan banjir melalui pembangunan Bendung Karet Kali Perawan mampu mengatasi bencana banjir pada musim hujan, kekeringan pada musim kemarau, dengan menampung debit air sungai di bendung tersebut. Selain itu, Pembangunan Saluran irigasi mampu mendistribusikan sistem pengairan irigasi dari Bendung Kali Perawan ke seluruh persawahan di desa Soge, Kertawinangun, dan Ilir, sehingga petani dapat melaksanakan tanam padi dua sampai tiga kali dalam satu tahun. Pembangunan Bendung Karet Kali Perawan beserta sistem irigasinya mampu

meningkatkan pertanian padi sawah, dan penganekaragaman usaha pertanian yang meliputi usaha palawija, pertambakan ikan, dan pembuatan garam.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik (BPS). (2018). *Jawa Barat dalam Angka 2018*.

Dura, J. (2016). *Pengaruh Akuntabilitas Pengelolaan Keuangan Alokasi Dana Desa, Kebijakan Desa, Dan Kelembagaan Desa Terhadap Kesejahteraan Masyarakat (Studi Kasus Pada Desa Gubugklakah Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang)*. Diakses pada tanggal diakses 3 Sep 2019 di <https://lp2m.asia.ac.id/Wp-Content/Uploads/2018/04/4.-JURNAL-JUSTITA-DURA-JIBEKA-VOL-10-NO-1-AGUSTUS-2016.pdf>.

Horton, P. B., & Chester L. H. (1999). *Sosiologi*; Edisi Keenam Jilid I. Jakarta: Erlangga.

Koentjaraningrat. (1990). *Pengantar Ilmu Antropologi*. Jakarta: Rineka Cipta.

Perda DT II Indramayu No.17/1995 tentang Pedoman Pembentukan dan Pengembangan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) Mitra Cai di Kab. DT II Indramayu.

Prabowo, D. (2018). Minimalisasi Banjir Indramayu Pemerintah Kebut Proyek Bendung Karet. Diakses pada tanggal 12 November 2018 di <https://properti.kompas.com/read/2018/11/12/220000821/minimalisasi-banjir-indramayu-pemerintah-kebut-proyek-bendung-karet>.

Pranadji, T. (2006). Penguatan Modal Sosial untuk Pemberdayaan Masyarakat Pedesaan dalam Pengelolaan Agroekosistem Lahan Kering: Studi Kasus di Desa-desa (Hulu DAS) Ex Proyek Bangun Desa, Kab Gunungkidul dan Ex Proyek Pertanian Lahan Kering, Kab. Boyolali. *Jurnal Agro Ekonomi*. 24 (2):178-208.

Ritzer, G. (2012), *Teori Sosiologi Modern*, terjemahan Alimandan, Jakarta: Kencana Prana Media Group. 121.

Soekanto, S.(1986). *Sosiologi, Suatu Pengantar*.

Sudirah. (2016). Makalah: Pemberdayaan Masyarakat Desa Wisata di Era Globalisasi. Seminar dan Simposium Nasional APSSI di Makasar 29-30 September 2016.

Sudirah. (2019). Makalah: Penguatan Modal Sosial Dan Mitigasi Bencana Puso. Konferensi Nasional Sosiologi VIII di Medan 2019, 31 Maret - 2 April 2019.

# STRATEGI PENGURANGAN RISIKO BENCANA BANJIR AKIBAT PERUBAHAN LINGKUNGAN

<sup>1</sup>Tina Ratnawati, <sup>2</sup>Vito Pradana

<sup>1</sup>Universitas Terbuka

Email: vito.pradana@gmail.com

Salah satu dampak dari pemanasan global adalah kenaikan tinggi permukaan air laut sebagai akibat dari pemanasan global, seperti cuaca ekstrem dan pencairan es di wilayah kutub. Kenaikan tinggi permukaan air laut merupakan ancaman bagi kawasan pesisir. Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang yaitu 99.093 km (BIG, 2015). Ancaman lain akibat adanya pemanasan global adalah perubahan lingkungan yang dapat menimbulkan cuaca ekstrem seperti curah hujan yang sangat tinggi yang dapat menimbulkan banjir, terutama apabila kapasitas drainase dan sungai tidak mencukupi untuk menampung limpasan air hujan. Bahaya banjir dan rob di wilayah garis pantai di Indonesia diikuti oleh kerentanan bencana, termasuk dari segi sosial dan ekonomi. Sebagian besar wilayah garis pantai dirasa masih rendah dalam penanggulangan bencana banjir dan rob, dilihat dari segi masyarakat, kelembagaan, maupun infrastruktur, sarana, dan prasarananya. Keberhasilan penerapan strategi pengurangan risiko bencana banjir akan berhasil jika dilakukan secara sinergi antara lembaga pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan didukung oleh peran serta masyarakat dengan mengenyampingkan ego sektoral masing-masing para pemangku kepentingan. Sinergitas ini sangat bisa dilakukan pada manajemen kebencanaan terutama di saat terjadi banjir dan rob. Tulisan ini akan membahas mengenai alternatif strategi pengurangan risiko bencana banjir dan rob khususnya yang menimpa wilayah garis pantai berdasarkan beberapa hasil penelitian dan kajian pustaka, sehingga mitigasi dan adaptasi pada wilayah yang beresiko tinggi terhadap banjir dan rob akibat perubahan lingkungan dapat dilakukan secara optimal.

Kata kunci: pengurangan resiko bencana (PRB), pemanasan global, perubahan lingkungan, banjir dan rob

## PENDAHULUAN

Salah satu isu penting yang menjadi sorotan dunia saat ini adalah pemanasan global. Pemanasan global adalah proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan di planet ini yang memberikan dampak negatif kepada dunia secara keseluruhan. Pemanasan global ditandai antara lain dengan mencairnya es di wilayah kutub dan meningkatnya temperatur di berbagai belahan bumi ini.

Salah satu dampak yang timbul akibat pemanasan global antara lain kenaikan tinggi permukaan air laut sebagai akibat dari pemanasan global, seperti cuaca ekstrem dan pencairan es di wilayah kutub. Kenaikan tinggi permukaan air laut juga merupakan ancaman bagi kawasan pesisir, seperti Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang yaitu 99.093 km (BIG, 2015). Ancaman lain akibat adanya pemanasan global adalah perubahan lingkungan yang dapat menimbulkan cuaca ekstrem seperti curah hujan yang sangat tinggi yang dapat menimbulkan banjir, terutama apabila kapasitas drainase dan sungai tidak mencukupi untuk menampung limpasan air hujan. Selain banjir biasa yang disebabkan oleh curah hujan yang sangat tinggi, dikenal juga adanya banjir rob. Banjir rob merupakan fenomena dimana air laut meluap ke daratan yang menyebabkan genangan air pada daratan pantai yang terjadi saat air laut pasang. Bahaya banjir dan rob di wilayah garis pantai di Indonesia diikuti oleh kerentanan bencana, termasuk dari segi sosial dan ekonomi. Sebagian besar wilayah garis pantai dirasa masih rendah dalam penanggulangan bencana banjir dan rob, dilihat dari segi masyarakat, kelembagaan, maupun infrastruktur, sarana, dan prasarananya.

Permasalahan bencana akibat perubahan iklim ini nampaknya menjadi hal yang harus segera diatasi, antara lain dengan mengurangi tingkat keparahannya. Tulisan ini akan membahas mengenai alternatif strategi pengurangan risiko bencana banjir dan rob khususnya yang menimpa wilayah garis pantai berdasarkan beberapa hasil penelitian dan kajian pustaka, sehingga mitigasi dan adaptasi

pada wilayah yang beresiko tinggi terhadap banjir dan rob akibat perubahan lingkungan dapat dilakukan secara optimal.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan dapat disebabkan oleh penyimpangan dari tingkah laku dan aktifitas manusia. Perubahan lingkungan yang terjadi di suatu tempat dapat memberikan pengaruh negatif terhadap makhluk hidup yang tinggal di wilayah tersebut. Ini terjadi karena adanya interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Terjadinya perubahan lingkungan dapat disebabkan oleh faktor manusia dan faktor alamnya sendiri.

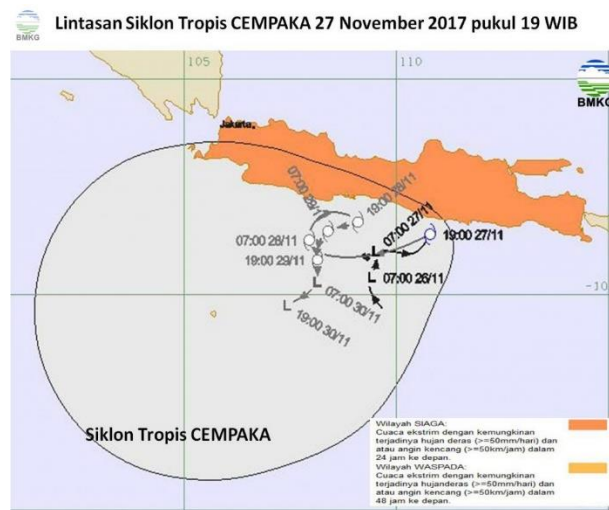
Manusia memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Penebangan hutan, pembangunan rumah dan jalan yang tidak sesuai dengan perencanaan dan peruntukannya, serta penerapan intensifikasi dalam pertanian, dapat menyebabkan terjadinya kerugian pada lingkungan. Faktor alam juga memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Faktor alam yang dimaksud di sini adalah bencana yang terjadi karena pengaruh alam seperti banjir, gempa bumi, letusan gunung berapi, dan yang menjadi isu penting sorotan dunia saat ini yaitu pemanasan global.

### Pemanasan Global

Pemanasan global berdampak menurunkan kualitas lingkungan. Banyak fakta yang menunjukkan bahwa fenomena pemanasan global ini sungguh-sungguh terjadi. Dampak pemanasan global terhadap manusia dapat menyerang berbagai sektor kehidupan. Beberapa perubahan pada lingkungan memang tidak dapat dihindari. Manusia pada umumnya dapat beradaptasi terhadap perubahan ini.

Jika tidak ada upaya yang nyata dan langsung terhadap perubahan iklim dan perbaikan berbagai kondisi lingkungan, maka dampak buruk yang dihasilkan akan semakin besar dan semakin sulit ditanggulangi. Mengingat tekanan waktu perubahan iklim, langkah-langkah menuju kebijakan mitigasi yang efektif perlu berfokus pada pemanfaatan teknologi dan mengubah kebijakan untuk menyesuaikan diri dengan masalah.

### Banjir Dan Perubahan Lingkungan



(Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2017)

Gambar 1. Lintasan Siklon Tropis CEMPAKA 27 November 2017 pukul 19.

Badai Siklon Tropis Cempaka yang terjadi pada bulan Nopember 2017 yang lalu (Gambar 1.) mengakibatkan bencana banjir dan longsor di sebagian wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur (BMKG, 2017). Pusat Peringatan Dini Siklon Tropis BMKG (*Tropical Center Warning Center/TCWC*) berhasil mendeteksi siklon tropis yang tumbuh sangat dekat dengan pesisir selatan Pulau Jawa dengan nama "Cempaka". Adanya Siklon Tropis Cempaka di wilayah Perairan sebelah Selatan Jawa Tengah mengakibatkan perubahan pola cuaca di sekitar lintasannya. Dampak yang ditimbulkan adanya siklon tropis Cempaka berupa: potensi hujan lebat di wilayah Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Timur. Selain potensi hujan lebat, potensi angin kencang hingga 30 Knot terjadi di wilayah Kep. Mentawai, Bengkulu, Sumatera Selatan, Bangka Belitung, Lampung, Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY Yogyakarta, Laut Jawa, Selat Sunda bagian Utara, Perairan Utara Jawa Timur hingga Kep. Kangean, Laut Sumbawa, Selat Bali hingga Selat Alas, Selat Lombok bagian Selatan dan Perairan Selatan Bali hingga Pulau Sumba.

Kondisi gelombang laut yang cukup tinggi, begitu juga dengan curah hujan yang tinggi dapat menimbulkan bencana seperti banjir dan tanah longsor oleh karena itu masyarakat dihimbau untuk tetap waspada. Setiap bencana pasti menimbulkan kerugian di wilayah yang terkena bencana, begitu pula ketika bencana banjir melanda. Bencana banjir dapat dilihat berdasarkan penyebabnya. Berikut adalah jenis banjir tersebut (solusi banjir indonesia, 2012).

1. Banjir Bandang

Banjir bandang adalah banjir besar yang terjadi secara tiba-tiba dan berlangsung hanya sesaat yang umumnya dihasilkan dari curah hujan berintensitas tinggi dengan durasi (jangka waktu) pendek yang menyebabkan debit sungai naik secara cepat. Banjir jenis ini biasa terjadi di daerah dengan sungai yang alirannya terhambat oleh sampah.

2. Banjir hujan ekstrim

Banjir ini biasanya terjadi hanya dalam waktu 6 jam sesudah hujan lebat mulai turun. Biasanya banjir ini ditandai dengan banyaknya awan yang menggumpal di angkasa serta kilat atau petir yang keras dan disertai dengan badai tropis atau cuaca dingin. Umumnya banjir ini akibat meluapnya air hujan yang sangat deras, khususnya bila tanah bantaran sungai rapuh dan tak mampu menahan cukup banyak air.

3. Banjir luapan sungai/banjir kiriman

Jenis banjir ini biasanya berlangsung dalam waktu lama dan sama sekali tidak ada tanda-tanda gangguan cuaca pada waktu banjir melanda dataran, sebab peristiwa alam yang memicunya telah terjadi berminggu-minggu sebelumnya. Jenis banjir ini terjadi setelah proses yang cukup lama. Datangnya banjir dapat mendadak. Banjir luapan sungai ini kebanyakan bersifat musiman atau tahunan dan bisa berlangsung selama sehari-hari atau berminggu-minggu tanpa berhenti. Banjir ini biasanya terjadi pada daerah-daerah lembah.

4. Banjir pantai (ROB)

Banjir yang disebabkan angin puyuh laut atau taifun dan gelombang pasang air laut. Banjir ini terjadi karena air dari laut meresap ke daratan di dekat pantai dan mengalir ke daerah pemukiman atau karena pasang surut air laut. Banjir ini biasanya terjadi di daerah pemukiman yang dekat dengan pantai. Contoh daerah yang biasanya terkena ROB adalah Semarang.

5. Banjir hulu

Banjir yang terjadi di wilayah sempit, kecepatan air tinggi, dan berlangsung cepat dan jumlah air sedikit. Banjir ini biasanya terjadi di pemukiman dekat hulu sungai. Terjadinya banjir ini biasanya karena tingginya debit air yang mengalir, sehingga alirannya sangat deras dan bisa berdampak destruktif.

Secara umum banjir merupakan suatu keluaran (*output*) dari hujan (*input*) yang mengalami proses dalam sistem lahan yang berupa luapan air yang berlebih. Kejadian atau fenomena alam

berupa banjir yang terjadi akhir-akhir ini di Indonesia memberikan dampak yang amat besar bagi korban baik dalam segi material maupun spiritual. Untuk melakukan suatu mitigasi bencana banjir maka diperlukan suatu pemetaan daerah-daerah yang rawan terhadap bahaya banjir (Raharjo, 2009).

## **LANDASAN PENGURANGAN RESIKO BENCANA**

Indonesia telah berupaya untuk melakukan upaya pengurangan resiko bencana. Pelaksanaan pengurangan resiko bencana ini merupakan bagian dari upaya pengurangan resiko bencana yang dilakukan di tingkat global maupun regional. Landasan pengurangan resiko bencana ini mengacu pada peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia. Beberapa forum internasional telah menghasilkan kesepakatan-kesepakatan yang melandasi upaya pengurangan resiko bencana di tingkat nasional. Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (2006), dalam Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009 menyebutkan, agar dapat terlaksana dengan efektif dan efisien, upaya pengurangan resiko bencana di Indonesia perlu didukung dengan landasan yang kuat dengan mengacu pada kesepakatan-kesepakatan internasional tersebut dan peraturan perundang-undangan di Indonesia. Landasan pengurangan resiko bencana ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

### **Landasan Global**

Kesadaran untuk melakukan upaya pengurangan resiko bencana pada lingkup internasional merupakan tonggak awal sekaligus landasan bagi pelaksanaan upaya sejenis pada lingkup yang lebih kecil. Di tingkat internasional upaya pengurangan resiko bencana dipelopori oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa melalui beberapa Resolusi yang menyerukan kepada dunia untuk lebih memprioritaskan upaya pengurangan resiko bencana sebagai bagian yang tak terpisahkan dalam pembangunan berkelanjutan.

#### **1. Resolusi PBB**

Perhatian PBB terhadap masalah pengurangan resiko bencana dimulai dengan dikeluarkannya resolusi dalam sidang Majelis Umum ke-2018 mengenai Bantuan dalam Situasi Bencana Alam dan Bencana Lainnya pada tanggal 14 Desember 1971. Resolusi ini kemudian ditindaklanjuti dengan Resolusi Nomor 46/182 tahun 1991 mengenai Penguatan Koordinasi Bantuan Kemanusiaan PBB dalam Hal Bencana. Pada tanggal 30 Juli 1999, Dewan Ekonomi dan Sosial PBB mengeluarkan Resolusi nomor 63 tahun 1999 tentang Dekade Pengurangan Risiko Bencana Internasional. Dalam resolusi III Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009 tertuang dalam III-1 Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009 ini, Dewan Ekonomi dan Sosial mengharapkan agar PBB memfokuskan tindakan kepada pelaksanaan Strategi Internasional untuk Pengurangan Risiko Bencana (*International Strategy for Disaster Reduction/ISDR*). Strategi ini merupakan landasan dari kegiatan-kegiatan PBB dalam pengurangan resiko bencana yang sekaligus memberikan arahan kelembagaan melalui pembentukan kelompok kerja lintas instansi-lembaga-organisasi. Strategi pengurangan resiko bencana mencakup kegiatan-kegiatan jangka menengah sampai jangka panjang yang memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sasaran utama ISDR adalah untuk mewujudkan ketahanan masyarakat terhadap dampak bencana alam, teknologi dan lingkungan serta mengubah pola perlindungan terhadap bencana

menjadi manajemen risiko bencana dengan melakukan penggabungan strategi pencegahan risiko ke dalam kegiatan pembangunan berkelanjutan.

Strategi Internasional Pengurangan Risiko Bencana dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

- a. meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap bencana alam, teknologi, lingkungan dan bencana sosial.
- b. mewujudkan komitmen pemerintah dalam mengurangi risiko bencana terhadap manusia, kehidupan manusia, infrastruktur sosial dan ekonomi serta sumber daya lingkungan.
- c. meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pengurangan risiko bencana melalui peningkatan kemitraan dan perluasan jaringan upaya pengurangan risiko bencana
- d. mengurangi kerugian ekonomi dan sosial akibat bencana.

Tujuan-tujuan ini diharapkan dapat menjadi kerangka upaya pengurangan risiko bencana pada semua tingkatan baik untuk kepentingan lokal, nasional, regional, dan internasional. Resolusi Dewan Ekonomi dan Sosial PBB No. 63 tahun 1999 ditindaklanjuti oleh Majelis Umum dengan mengeluarkan Resolusi Nomor 56/195 tanggal 21 Desember 2001 yang menetapkan peringatan Hari Pengurangan Risiko Bencana Internasional dalam usaha mendorong agar upaya-upaya berkelanjutan pengurangan risiko bencana menjadi agenda tahunan negara-negara peratifikasi resolusi.

## **2. Strategi Yokohama**

Strategi Yokohama ditetapkan pada tahun 1994. Dokumen ini merupakan panduan internasional bagi upaya pengurangan risiko dan dampak bencana. Strategi Yokohama menitikberatkan pada upaya untuk melakukan kegiatan yang sistematis untuk menerapkan upaya pengurangan risiko bencana dalam pembangunan berkelanjutan. Di samping itu, Strategi Yokohama juga menganjurkan dilaksanakannya upaya untuk meningkatkan ketahanan masyarakat melalui peningkatan kemampuan untuk mengelola dan mengurangi risiko bencana. Upaya ini dilakukan dengan pendekatan yang lebih proaktif dalam memberikan informasi, motivasi, dan melibatkan masyarakat dalam segala aspek pengurangan risiko bencana. Upaya-upaya tersebut harus didukung dengan pengalokasian dana khusus dalam anggaran pembangunan untuk mewujudkan tujuan dari upaya pengurangan risiko bencana. Mekanisme anggaran dilakukan pada tingkat nasional, regional maupun dalam konteks kerjasama internasional.

Beberapa isu dan tantangan yang teridentifikasi dalam Strategi Yokohama antara lain.

- a. tata pemerintahan, organisasi, hukum dan kerangka kebijakan.
- b. identifikasi risiko, pengkajian, monitoring, dan peringatan dini.
- c. pengetahuan dan pendidikan.
- d. mengurangi faktor-faktor penyebab risiko bencana.
- e. persiapan tanggap darurat dan pemulihan yang efektif.

Kelima aspek ini merupakan kunci dasar pengembangan kerangka rencana aksi pengurangan risiko bencana. Aspek-aspek tersebut dijabarkan melalui prinsip-prinsip dasar dalam upaya pengurangan risiko bencana, seperti:

- a. pengkajian risiko bencana adalah langkah yang diperlukan untuk penerapan kebijakan dan upaya pengurangan risiko bencana yang efektif
- b. pencegahan dan kesiapsiagaan bencana sangat penting dalam mengurangi kebutuhan tanggap bencana.
- c. pencegahan bencana dan kesiapsiagaan merupakan aspek terpadu dari kebijakan pembangunan dan perencanaan pada tingkat nasional, regional; dan internasional.

- d. pengembangan dan penguatan kemampuan untuk mencegah, mengurangi dan mitigasi bencana adalah prioritas utama dalam Dekade Pengurangan Bencana Alam Internasional.
- e. peringatan dini terhadap bencana dan penyebarluasan informasi bencana yang dilakukan secara efektif dengan sarana telekomunikasi adalah faktor III-3 Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009 kunci bagi kesuksesan pencegahan dan kesiapsiagaan bencana
- f. upaya-upaya pencegahan akan sangat efektif bila melibatkan partisipasi masyarakat lokal (lembaga adat dan budaya setempat), nasional, regional, dan internasional.
- g. kerentanan terhadap bencana dapat dikurangi dengan menerapkan desain dan pola pembangunan yang difokuskan pada kelompok-kelompok masyarakat melalui pendidikan dan pelatihan yang tepat
- h. masyarakat internasional perlu berbagi teknologi untuk mencegah, mengurangi dan mitigasi bencana, dan hal ini sebaiknya dilaksanakan secara bebas dan tepat waktu sebagai bagian dari kerjasama teknik.
- i. perlindungan lingkungan merupakan salah satu komponen pembangunan berkelanjutan yang sejalan dengan pengentasan kemiskinan dan merupakan upaya yang sangat penting dalam pencegahan dan mitigasi bencana alam.
- j. setiap negara bertanggungjawab untuk melindungi masyarakat, infrastruktur dan aset nasional lainnya dari dampak yang ditimbulkan oleh bencana. Masyarakat internasional harus menunjukkan kemauan politik yang kuat untuk mengerahkan sumber daya yang ada secara optimal dan efisien termasuk dalam hal pendanaan, ilmu pengetahuan, dan teknologi dalam upaya pengurangan risiko bencana yang sangat dibutuhkan oleh negara-negara berkembang.

### 3. Kerangka Aksi Hyogo

Dengan memperhatikan beberapa aspek upaya pengurangan risiko bencana, Konferensi Pengurangan Bencana Dunia (*World Conference on Disaster Reduction*) yang diselenggarakan pada bulan Januari tahun 2005 di Kobe, menghasilkan beberapa substansi dasar dalam mengurangi kerugian akibat bencana, baik kerugian jiwa, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Substansi dasar tersebut perlu menjadi komitmen pemerintah, organisasi-organisasi regional dan internasional, masyarakat, swasta, akademisi, dan para pemangku kepentingan terkait lainnya. Strategi yang digunakan untuk melaksanakan substansi dasar tersebut antara lain:

- a. memasukkan risiko bencana dalam kebijakan, perencanaan dan program-program pembangunan berkelanjutan secara terpadu dan efektif, dengan penekanan khusus pada pencegahan, mitigasi, persiapan dan pengurangan kerentanan bencana.
- b. pengembangan dan penguatan institusi, mekanisme, dan kapasitas kelembagaan pada semua tingkatan, khususnya pada masyarakat sehingga masyarakat dapat meningkatkan ketahanan terhadap bencana secara sistematis III-4 Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009.
- c. kerjasama yang sistematis dalam pengurangan risiko bencana, pelaksanaan kesiapsiagaan darurat, dan program pemulihan dalam rangka rekonstruksi bagi masyarakat terkena dampak bencana.

Ini merupakan substansi dasar yang selanjutnya merupakan prioritas kegiatan untuk tahun 2005-2015 antara lain:

- a. meletakkan pengurangan risiko bencana sebagai prioritas nasional maupun daerah yang pelaksanaannya harus didukung oleh kelembagaan yang kuat.



- b. mengidentifikasi, mengkaji, dan memantau risiko bencana serta menerapkan sistem peringatan dini.
- c. memanfaatkan pengetahuan, inovasi, dan pendidikan untuk membangun kesadaran keselamatan diri dan ketahanan terhadap bencana pada semua tingkatan masyarakat.
- d. mengurangi faktor-faktor penyebab risiko bencana
- e. memperkuat kesiapan menghadapi bencana pada semua tingkatan masyarakat agar respons yang dilakukan lebih efektif

Tindak lanjut dari Kerangka Aksi Hyogo ini telah dilakukan di beberapa negara dan kawasan diantaranya di kawasan negara-negara Kepulauan Pasifik yang telah menetapkan *Framework for Action 2005-2015: An Investment for Sustainable Development in Pacific Island Countries*; kawasan Afrika membentuk *Africa Advisory Group on Disaster Risk Reduction* dan menetapkan *African Regional Platform of National Platform for Disaster Risk Reduction*; dan di kawasan Asia telah disepakati dokumen *Beijing Declaration on the 2005 World Conference on Disaster Reduction*. Pada lingkup negara-negara ASEAN telah disepakati *ASEAN Agreement on Disaster Management and Emergency Response*.

### **Landasan Regional**

Landasan pelaksanaan upaya pengurangan risiko bencana pada tingkat internasional telah memberi dasar bagi upaya sejenis di tingkat regional. Di kawasan Asia-Pasifik, beberapa forum telah menghasilkan kesepakatan-kesepakatan yang menjadi landasan bagi pelaksanaan rencana pengurangan risiko bencana pada lingkup nasional dan lokal.

Rencana Aksi Beijing (*Beijing Action Plan*) merumuskan strategi dan pola kemitraan dalam penanganan dan pengurangan bencana di kawasan Asia dengan melibatkan semua pihak terkait. Selain menegaskan kembali komitmen terhadap pelaksanaan Kerangka Aksi Hyogo, Rencana Aksi Beijing juga menghasilkan kesepakatan bahwa semua negara di Asia diharapkan segera memprioritaskan penyusunan RAN-PRB. Kawasan Asia merupakan kawasan yang rawan bencana, baik bencana alam, wabah penyakit maupun bencana sosial. Untuk itu kerjasama regional dalam pengurangan risiko bencana di Asia mutlak dilakukan dan didukung oleh lembaga dan institusi kerjasama regional dan sub-regional yang ada.

### **Landasan Nasional**

Landasan Nasional Undang-undang Dasar tahun 1945 memuat pasal-pasal yang berhubungan dengan kewajiban Negara Republik Indonesia untuk melindungi rakyatnya dari bencana. Alinea keempat Pembukaan Undang-undang Dasar tahun 1945 dengan jelas menyatakan bahwa "Negara Republik Indonesia bertanggung jawab melindungi segenap bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia", yakni memberikan perlindungan terhadap kehidupan dan penghidupan termasuk perlindungan dari ancaman bencana dalam rangka mewujudkan kesejahteraan umum yang kemudian diterjemahkan ke dalam pasal 12 dan 33 ayat 3. Berbagai undang-undang atau pun peraturan telah ditetapkan dalam upaya memberikan perlindungan kepada rakyat dari bencana seperti:

- Undang-undang Nomor 6 tahun 1974 tentang Pokok-Pokok Kesejahteraan Sosial,
- Undang-undang Nomor 20 tahun 1982 tentang Ketentuan Umum Pertahanan Dan Keamanan Negara,

- Undang-undang Nomor 4 tahun 1984 tentang Penyakit Menular,
- Undang-undang Nomor 32 tahun 1992 tentang Kesehatan,
- Undang-undang Nomor 24 tahun 1992 tentang Perencanaan Tata Ruang,
- Undang-undang Nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup,
- Undang-undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan,
- Undang-undang Nomor 22 tahun 2001 tentang Minyak dan Gas,
- Undang-undang Nomor 2 tahun 2002 tentang Kepolisian,
- Undang-undang Nomor 3 tahun 2002 tentang Pertahanan Negara,
- Undang-undang Nomor 32 tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah,
- Undang-undang Nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air,
- Peraturan Presiden Nomor 7 tahun 2005 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah.

Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009 sesuai amanat kesepakatan-kesepakatan di tingkat internasional dan regional, pengurangan risiko bencana wajib dijadikan salah satu prioritas pembangunan nasional. Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk segera melaksanakan kesepakatan tersebut dengan memasukkan upaya pengurangan risiko bencana ke dalam kerangka pembangunan nasional, yang akan dituangkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah dan Rencana Kerja Pemerintah.

#### 1. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional

Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), upaya pengurangan risiko bencana tidak dibahas secara khusus namun lebih banyak dibahas dalam bidang kesejahteraan sosial, sumber daya alam dan lingkungan. Pada umumnya upaya-upaya pengurangan risiko bencana merupakan bagian dari kegiatan/program yang tersebar di sektor-sektor terkait.

#### 2. Rencana Kerja Pemerintah (RKP)

Setiap tahun pemerintah menyusun RKP yang memuat semua program kegiatan yang akan dilaksanakan oleh setiap sektor pada tahun berjalan. Dalam Undang-undang Nomor 13 tahun 2005 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara tahun 2006, kegiatan pengurangan risiko bencana dialokasikan pada arah kebijakan Penanggulangan Bencana Alam yang dampaknya mengimbas terhadap keselamatan bangsa melalui peningkatan mitigasi bencana alam dan prakiraan iklim, penyusunan tata ruang dan zonasi perlindungan sumber daya alam termasuk kawasan rawan bencana di pesisir dan laut, pengembangan sistem penanggulangan bencana alam dan sistem deteksi dini.

Dalam RKP tahun 2007 yang telah diundangkan melalui Peraturan Presiden Nomor 19 tahun 2006, Mitigasi dan Penanggulangan Bencana merupakan salah satu prioritas dari sembilan prioritas pembangunan yang harus dilaksanakan. Sasaran yang akan dicapai dalam prioritas Mitigasi dan Penanggulangan Bencana pada tahun 2007 dibagi dalam dua sasaran utama, yaitu: (1) tetap terlaksananya upaya rehabilitasi dan rekonstruksi III-7 Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009 Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam dan Kepulauan Nias di Provinsi Sumatera Utara, terselesaikannya kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi paska bencana alam di Kabupaten Alor di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Kabupaten Nabire di Provinsi Papua, serta (2) dapat diselesaikannya kegiatan tanggap darurat, rehabilitasi, dan rekonstruksi pada beberapa daerah lainnya yang mengalami bencana alam pada tahun 2005 dan 2006. Sasaran utama berikutnya adalah

meningkatnya kesiapan kelembagaan dan masyarakat dalam mencegah, menghadapi dan menanggulangi bencana alam yang akan terjadi. Upaya pengurangan risiko bencana saat ini dilaksanakan oleh departemen/lembaga terkait secara sektoral dalam program departemen/lembaga yang bersangkutan. Rencana aksi ini antara lain disusun untuk mempermudah identifikasi semua kegiatan yang berkaitan dengan pengurangan risiko bencana di setiap departemen/lembaga terkait.

## **PEMBAHASAN**

### **STRATEGI PENGURANGAN RESIKO BENCANA**

Strategi Pengurangan Resiko Bencana (PRB) atau *Disaster Risk Reduction Strategy* (DRR) adalah upaya untuk mengurangi resiko bencana baik yang disebabkan oleh alam maupun manusia. Tujuan utama dari PRB adalah untuk mengurangi resiko fatal di bidang sosial, ekonomi dan juga lingkungan alam, serta penyebab pemicu bencana. Strategi ini dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas para pemangku kepentingan yang terlibat dalam PRB serta untuk memberdayakan masyarakat di kawasan yang rawan terjadi bencana.

Sebagai negara yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap berbagai ancaman bencana, pemerintah Indonesia telah berkomitmen dengan menetapkan pengurangan risiko bencana sebagai salah satu prioritas pembangunan nasional. Kebijakan nasional dalam penanggulangan bencana ini mulai menjadi perhatian setelah kejadian gempa bumi dan tsunami di Aceh dan Nias pada akhir tahun 2004, yaitu dengan diwujudkannya kerangka regulasi Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Faisal (2018) dalam pidato pengukuhannya sebagai guru besar menandakan bahwa upaya penanggulangan bencana merupakan tantangan dan tanggung jawab besar yang harus digerakkan dengan strategi yang terstruktur, terukur, dan berkelanjutan. Dalam satu dekade terakhir, Indonesia telah menyerap banyak pembelajaran berharga dan melakukan berbagai perubahan dalam manajemen penanggulangan bencana yang menitikberatkan pada pengurangan risiko bencana. Strategi penanggulangan bencana dimulai dari penilaian dan pemetaan risiko bencana untuk menentukan daerah berisiko tinggi dan prioritas penanganan.

Salah satu upaya mitigasi paling efektif yang menjadi bagian dari investasi pengurangan risiko bencana, menurut Faisal (2018), adalah dengan penerapan sistem peringatan dini menggunakan teknologi tepat guna. Strategi tersebut dituangkan dalam suatu standar nasional dan internasional agar dijadikan acuan/rujukan aksi pengurangan risiko bencana di Indonesia dan seluruh dunia. Disebutkan pula bahwa segala strategi penanggulangan bencana tidak memiliki arti jika tidak mampu memberikan kontribusi nyata dalam mengarahkan kebijakan dan implementasi di tingkat pusat dan daerah. Apalagi, Indonesia telah berkomitmen untuk sepenuhnya mengadopsi dan mendukung Kerangka Sendai (2015-2030), pembangunan berkelanjutan (SDGs), perjanjian perubahan iklim dan komitmen global lainnya.

Program-program yang telah dijalankan, sebagian besar lebih bersifat responsif daripada upaya pencegahan. Oleh karena itu, pengarus utamaan perencanaan dan penganggaran kebijakan, peningkatan kapasitas pemerintah pusat, daerah, dan masyarakat lokal serta pembangunan infrastruktur berbasis mitigasi bencana sangat penting untuk mengurangi risiko bencana dan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (Faisal, 2018)

### **Penataan Ruang dan Pengurangan Risiko Bencana**

Berdasarkan UUPR 26/2007, kegiatan penataan ruang adalah suatu sistem proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang yang mempunyai tujuan untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan demi kepentingan sekarang dan

masyarakat mendatang, sehingga diperlukan upaya penataan ruang yang menyangkut seluruh aspek penataan ruang. Proses dalam perencanaan penataan ruang adalah: (a) proses perencanaan tata ruang wilayah, yang menghasilkan rencana tata ruang wilayah (RTRW). Di samping sebagai “*guidance of future actions*” RTRW pada dasarnya merupakan bentuk intervensi yang dilakukan agar interaksi manusia/makhluk hidup dengan lingkungannya dapat berjalan serasi, selaras, seimbang untuk tercapainya kesejahteraan manusia/makhluk hidup serta kelestarian lingkungan dan keberlanjutan pembangunan (*development sustainability*), (b) proses pemanfaatan ruang, yang merupakan wujud operasionalisasi rencana tata ruang atau pelaksanaan pembangunan itu sendiri, (c) proses pengendalian pemanfaatan ruang yang terdiri atas mekanisme perizinan dan penertiban terhadap pelaksanaan pembangunan agar tetap sesuai dengan RTRW dan tujuan penataan ruang wilayahnya.

Penataan ruang dinilai memiliki perang yang cukup strategis dalam upaya pengurangan risiko bencana. Penataan ruang dapat membantu dalam menentukan kebijakan penggunaan lahan yang selalu bersinggungan dengan masalah kerawanan bencana, baik itu kerawanan lahan secara alamiah maupun yang terjadi akibat kegiatan manusia.

### **Pencegahan dan Mitigasi**

Pencegahan dan mitigasi merupakan upaya penanggulangan bencana yang akan dilakukan berdasarkan perkiraan ancaman bahaya yang akan terjadi dan kemungkinan dampak yang ditimbulkan (BNPB, 2008). Kegiatan pencegahan dan mitigasi bertujuan untuk menghindari terjadinya bencana serta mengurangi risiko yang ditimbulkannya. Tindakan pencegahan dan mitigasi berdasarkan sifatnya terbagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu mitigasi pasif dan aktif.

Tindakan pencegahan dan mitigasi yang bersifat aktif antara lain sebagai berikut.

1. penyusunan peraturan perundang-undangan
2. pembuatan peta rawan bencana dan pemetaan masalah
3. pembuatan pedoman/standar/prosedur
4. pembuatan brosur/*leaflet*/poster
5. penelitian/pengkajian karakteristik bencana
6. pengkajian/analisis risiko bencana
7. internalisasi penanggulangan bencana dalam muatan lokal pendidikan
8. pembentukan organisasi atau satuan gugus tugas bencana
9. penguatan unit-unit sosial dalam masyarakat
10. pengarus-utamaan penanggulangan bencana dalam perencanaan pembangunan

Tindakan pencegahan dan mitigasi yang bersifat aktif antara lain adalah:

1. pembuatan dan penempatan tanda-tanda peringatan, bahaya, larangan memasuki daerah rawan bencana, dan sebagainya.
2. pengawasan terhadap pelaksanaan berbagai peraturan tentang penataan ruang, ijin mendirikan bangunan (IMB), dan peraturan lain yang berkaitan dengan pencegahan bencana.
3. pelatihan dasar kebencanaan bagi aparat dan masyarakat
4. pemindahan penduduk dari daerah yang rawan bencana ke daerah yang lebih aman.
5. penyuluhan dan peningkatan kewaspadaan masyarakat
6. perencanaan daerah penampungan sementara dan jalur-jalur evakuasi jika terjadi bencana

7. pembuatan bangunan struktur yang berfungsi untuk mencegah, mengamankan, dan mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana, seperti tanggul, dam, penahan erosi pantai, dan sejenisnya.

Upaya untuk mengurangi resiko bencana dapat juga dilakukan dengan melakukan mitigasi struktural ataupun mitigasi non struktural. (Pusdalops BPBD DKI Jakarta). Mitigasi struktural yang dapat dilakukan yaitu dengan:

1. membangun dan memperbaiki *Sheet Pile* atau dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan menahan masuknya air ke dalam lubang galian.
2. membangun tanggul dan pintu air
3. membangun rumah pompa
4. penyediaan konsep rumah panggung
5. pengembangan kawasan hutan bakau
6. penataan bangunan di sekitar pantai

Mitigasi non struktural yang dapat dilakukan yaitu dengan:

1. melatih diri dan anggota keluarga hal-hal yang harus dilakukan apabila terjadi bencana banjir
2. sosialisasi kesiapsiagaan yang dilakukan untuk memastikan upaya cepat dan tepat yang perlu ditempuh dalam menghadapi situasi darurat.
3. penegakan hukum/peraturan pemerintah pusat dan daerah dalam pembangunan fisik di lapangan.

### **Kesiapsiagaan**

Kesiapsiagaan dilakukan bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya bencana guna menghindari jatuhnya korban jiwa, kerugian harta benda, dan berubahnya tatanan kehidupan masyarakat. Upaya kesiapsiagaan dilakukan pada saat bencana diperkirakan akan terjadi. Kegiatan yang dapat dilakukan antara lain berupa:

1. pengaktifan pos-pos siaga bencana dengan segenap unsur pendukungnya
2. pelatihan siaga/simulasi/gladi/teknis bagi setiap sektor penanggulangan bencana (SAR, sosial, kesehatan, prasarana, dan pekerjaan umum)
3. inventarisasi sumber daya pendukung kedaruratan
4. penyiapan dukungan dan mobilisasi sumber daya/logistik
5. penyiapan sistem informasi dan komunikasi yang cepat dan terpadu guna mendukung yugas kebencanaan
6. penyiapan dan pemasangan instrumen sistem peringatan dini (*early warning*)
7. penyusunan rencana kontingensi (*contingency plan*)
8. mobilisasi sumber daya (personil dan prasarana/sarana peralatan)

Contoh, Asprilliana (2018) menyebutkan bahwa Strategi Pemerintah Daerah khususnya di kabupaten Jombang dalam Pengurangan Risiko Bencana melalui Mitigasi dan Kesiapsiagaan cukup berhasil. Hal ini karena upaya pengurangan risiko bencana telah memiliki dasar hukum dalam pelaksanaannya, mengembangkan strategi mitigasi bencana berupa a) pemetaan; b) pemantauan; c) penyebaran informasi; d) sosialisasi dan penyuluhan, e) pendidikan dan pelatihan, serta d) peringatan dini, sedangkan dalam perencanaan kesiapsiagaan Badan Penanggulangan Bencana Kabupaten

Jombang telah merancang rencana Kontinjensi untuk menghadapi kondisi tanggap darurat. Selain itu, Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Jombang telah menjalankan koordinasi yang cukup baik dengan berbagai faktor yang terlibat.

## KESIMPULAN

Manajemen penanggulangan bencana harus menitikberatkan pada pengurangan risiko bencana. Banyaknya daerah yang rawan bencana di Indonesia dan kesadaran akan pentingnya peningkatan upaya pengurangan risiko bencana merupakan landasan yang kuat bagi bangsa Indonesia untuk bersama-sama melakukan upaya pengurangan risiko bencana yang terpadu dan terarah. Program pengurangan risiko bencana harus disusun dengan mengacu pada landasan penanganan bencana global dengan sekaligus memberi penekanan pada kondisi kebencanaan lokal. Pengurangan Risiko Bencana merupakan dokumen yang akan menjadi acuan bagi seluruh pihak yang terkait dengan kebencanaan di Indonesia.

Komitmen seluruh instansi dan pemangku kepentingan terkait merupakan suatu hal yang mutlak dibangun dan dibina dalam pelaksanaan upaya pengurangan risiko bencana. Diharapkan rencana ini akan selalu bisa diperbarui sesuai dengan perkembangan kebencanaan di Indonesia dan perkembangan di tingkat regional maupun internasional. Pengarusutamaan perencanaan dan penganggaran kebijakan, peningkatan kapasitas pemerintah pusat, daerah, dan masyarakat lokal serta pembangunan infrastruktur berbasis mitigasi bencana sangat penting untuk mengurangi risiko bencana dan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan

## DAFTAR PUSTAKA

- Asprilliana, S. (2018). *Strategi Pemerintah Daerah Dalam Pengurangan Risiko Bencana Melalui Mitigasi Bencana Dan Kesiapsiagaan (Studi Pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Jombang)*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Chandra K, R., & Supriharjo, R.D. (2013). *Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara*. *Jurnal Teknik Pomits* 2, 1<sup>st</sup> ser., 25-30. Retrieved December 13, 2017, from <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=54293&val=4186>.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2017). *Siklon Tropis "CEMPAKA" Lahir, Siaga Cuaca Ekstrem 3 Hari Ke Depan*. <http://www.bmkg.go.id/press-release/?p=siklon-tropis-cempaka-waspadai-hujan-lebat-disertai-angin-kencang-dan-gelombang-tinggi-di-wilayah-selatan-indonesia&tag=press-release&lang=ID>.
- Direktorat Tata Ruang dan Pertanahan, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2013). *Perencanaan Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional: Tinjauan Kebencanaan, Studi Kasus Penataan Ruang Kawasan JABODETABEKPUNJUR*.
- Fathani, T. F. (2018). *Pengurangan Risiko Bencana Salah Satu Prioritas Pembangunan. Pidato Pengukuhan Guru Besar*. Diunduh dari <https://www.ugm.ac.id/id/berita/16147-pengurangan.risiko.bencana.salah.satu.prioritas.pembangunan>.

- Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana. (2006). *Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009*.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008. (2008). *Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana*,. *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*.
- Raharjo, D.R. (2009). *Pemodelan Hidrologi untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir di Sebagian Wilayah Surakarta Menggunakan Sig (Sistem Informasi Geografi)*. Posted on Mei 29, 2009. Diakses di <https://puguhdraharjo.wordpress.com/2009/05/29/pemodelan-hidrologi-untuk-identifikasi-daerah-rawan-banjir-di-sebagian-wilayah-surakarta-menggunakan-sig-sistem-informasi-geografi>.
- Rahma, A. (2018). Implementasi Program Pengurangan Risiko Bencana (PRB) Melalui Pendidikan Formal. *Varia Pendidikan* 30(1): 1-11.
- The Conversation. (2017). *Tiga langkah mengurangi risiko bencana: pelajaran dari banjir Yogyakarta dan Pacitan*. Diunduh pada tanggal 16 September 2019.
- Solusi banjir indonesia. (2012). *Jenis-jenis banjir*. Diakses di <https://solusibanjirindonesia.wordpress.com/2012/04/28/jenis-jenis-banjir/> diunduh pada tanggal 16 September 2019.
- BPBD Provinsi DKI Jakarta. (2013). *Rencana Penanggulangan Bencana Provinsi DKI Jakarta Tahun 2013-2017*. Retrieved December 13, 2017, from [http://bpbd.jakarta.go.id/assets/attachment/study/RPB\\_DKI\\_Jakarta\\_Final.pdf](http://bpbd.jakarta.go.id/assets/attachment/study/RPB_DKI_Jakarta_Final.pdf).
- BPS Provinsi DKI Jakarta. (2017). *Kota Jakarta Utara dalam Angka 2017*. Jakarta: BPS Provinsi DKI Jakarta.
- Kompas Cyber Media. (2017, May 11). *Bappenas: Pantai Utara Jakarta Dalam Bahaya* Retrieved December 13, 2017, from <http://ekonomi.kompas.com/read/2017/05/11/200145126/bappenas.pantai.utara.jakarta.dalam.bahaya>.
- Marfai, M. A., & King, L. (2007). *Potential vulnerability implications of coastal inundation due to sea level rise for the coastal zone of Semarang city, Indonesia*. *Environmental Geology*, 54(6), 1235-1245. doi:10.1007/s00254-007-0906-4.
- NOAA. (2017). *Detailed Method for Mapping Sea Level Inundation*. Diakses di <https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/slr-inundation-methods.pdf>.
- Priambudi, A. H. (2018). Analisis Kolam Retensi Sebagai Pengendalian Banjir Rob di Semarang. Diakses di [https://www.researchgate.net/publication/325319393\\_Analisis\\_Kolam\\_Retensi\\_Sebagai\\_Pengendalian\\_Banjir\\_Rob\\_di\\_Semarang/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/325319393_Analisis_Kolam_Retensi_Sebagai_Pengendalian_Banjir_Rob_di_Semarang/citation/download).

Penanggulangan Banjir Rob Jakarta Utara, *Analisis dan Strategi Penanggulangan Banjir Rob di Jakarta Utara* <https://www.studocu.com/en/document/universitas-diponegoro/geologi-lingkungan/mandatory-assignments/penanggulangan-banjir-rob-jakarta-utara/3560501/view>.

Susanti, B. T., Dewi, Y. T. N., & Sunarimahingsih, Y. T. (2018). *Pengembangan Strategi Pengurangan Resiko Bencana untuk Kawasan Kota Lama Semarang*. UNESCO. Diakses di [httpwww.unesco.or.idpublicationct2b.Final\\_Publikasi\\_PRB\\_IND\\_FINA](httpwww.unesco.or.idpublicationct2b.Final_Publikasi_PRB_IND_FINA). Pdf.



# ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR DI KECAMATAN KEBUMEN KABUPATEN KEBUMEN JAWATENGAH

<sup>1</sup>Hardjanto Dwi Nugroho, <sup>2</sup>Andri Noor Ardiansyah, dan <sup>3</sup>Anissa Windarti

<sup>1</sup>Alumni Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Konsentrasi Geografi Tahun Angkatan 2014 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

<sup>2</sup>Dosen Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

<sup>3</sup>Dosen Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Email: hardjanto.nugroho27@gmail.com

Banjir merupakan bencana yang dominan disebabkan oleh tingginya angka curah hujan, hal ini dikemukakan dalam buku panduan tanggap bencana BNPB tahun 2012. Selain dapat menggenangi suatu wilayah, banjir juga dapat menimbulkan kerugian baik materil dan non materil. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian banjir adalah dengan Sistem Informasi Geografis, luasan wilayah yang dapat diteliti memungkinkan dilakukannya penelitian secara berkelanjutan untuk melihat tingkat kerawanan banjir setiap tahun. Dalam penelitian tingkat kerawanan banjir menggunakan beberapa variabel penentu, di mana setiap variabel nantinya memiliki kriteria nilai kelas yang berbeda-beda. Variabel-variabel tersebut adalah, curah hujan, tutupan lahan, ketinggian, kelerengan dan sistem lahan. Untuk melakukan analisis cara yang digunakan adalah analisis menggunakan Composite Mapping Analysis (CMA), di mana model CMA ini digunakan untuk mencari bobot dari masing-masing variabel yang nantinya akan digunakan sebagai nilai penentu dalam tingkat kerawanan bencana banjir. Dari variabel-variabel tersebut diketahui bahwa dari hasil penelitian ini penyebab banjir di Kecamatan Kebumen yang memiliki nilai penentu paling besar adalah curah hujan dan juga ketinggian.

Kata kunci : banjir, kerawanan, variabel, sistem informasi geografis

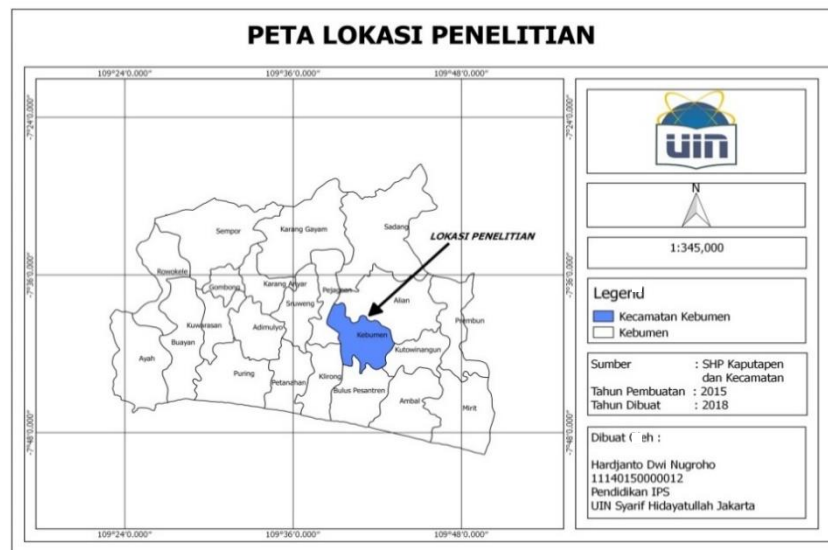
## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki iklim tropis, dilihat dari letaknya Berdasarkan letak astronomisnya, Indonesia berada di antara 6° LU – 11° LS dan 95° BT – 141° BT. Wilayah Indonesia paling utara adalah Pulau We di Nanggroe Aceh Darussalam yang berada di 6° LU. Wilayah Indonesia paling selatan adalah Pulau Rote di Nusa Tenggara Timur yang berada pada 11° LS. Wilayah Indonesia paling barat adalah ujung utara Pulau Sumatera yang berada pada 95° BT dan wilayah Indonesia paling Timur di Kota Merauke yang berada pada 141° BT (Julismin 2013). Musim hujan di Indonesia terjadi ketika angin lembab yang berasal dari arah daratan Asia menuju ke arah Benua Australia, periode ini disebut sebagai periode angin barat yang bertepatan dengan musim hujan di sebagian besar wilayah Indonesia. Hujan yang terjadi di Indonesia bisa memberikan dampak positif dan juga dampak negatif, salah satu dampak negatif yang dapat timbul adalah munculnya bencana banjir di Indonesia.

Banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat (BNPB, 2013). Bencana banjir yang timbul akan menimbulkan berbagai macam kerugian, berdasarkan data yang sudah di himpun oleh BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana), banjir di Indonesia selama periode tahun 1991 sampai 1995, bencana banjir di Indonesia telah menimbulkan kerugian triliunan rupiah dengan korban jiwa sebanyak 4.246 meninggal, 6.635 luka-luka, sekitar 7 juta menderita, dan 324.559 rumah mengalami kerusakan. Perkiraan kerugian tersebut belum memperhitungkan bencana banjir dalam skala kecil, kerugian immaterial dan kerugian tidak langsung yang tidak sedikit jumlahnya (Rosyidie, 2013). Banjir sendiri dapat terjadi karena ulah tangan manusia yang tidak mencintai alam sekitarnya, terutama keadaan sungai yang tidak terjaga, membuang sampah sembarangan ke sungai, melakukan penambangan pasir di sungai adalah beberapa tindakan yang dilakukan oleh warga Kecamatan Kebumen terhadap rusaknya sungai yang dapat menyebabkan banjir.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di salah satu Kecamatan di Kabupaten Kebumen yaitu Kecamatan Kebumen.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

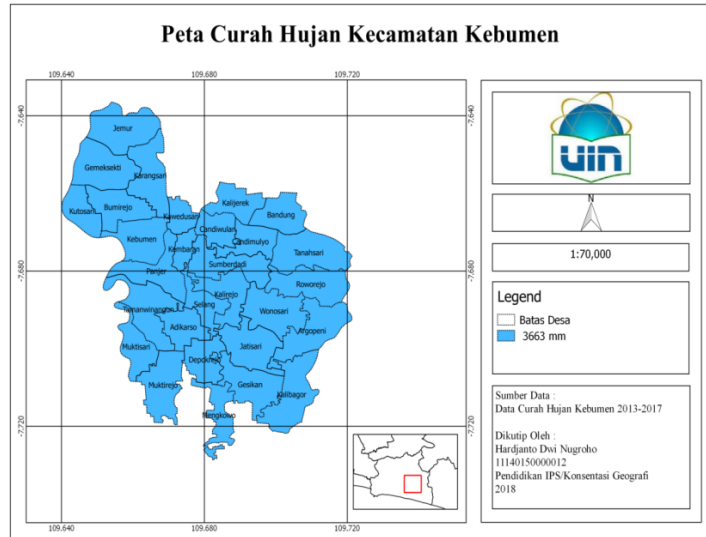
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui wilayah yang tergolong dalam zona rawan banjir yang berada di Kecamatan Kebumen. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi saat sekarang. Penelitian deskriptif memusatkan perhatian pada masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian berlangsung. Melalui penelitian deskriptif, peneliti berusaha untuk mendeskripsikan peristiwa dan kejadian, penelitian kuantitatif merupakan metode untuk menguji teori-teori tertentu dengan cara meneliti hubungan antarvariabel. Variabel-variabel ini diukur sehingga data yang terdiri atas angka-angka dapat di analisis (Noor, 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui langkah-langkah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan pengumpulan dan pengolahan Shp, pengolahan data *attribute*, observasi dan wawancara.

### Analisis Peta Curah Hujan

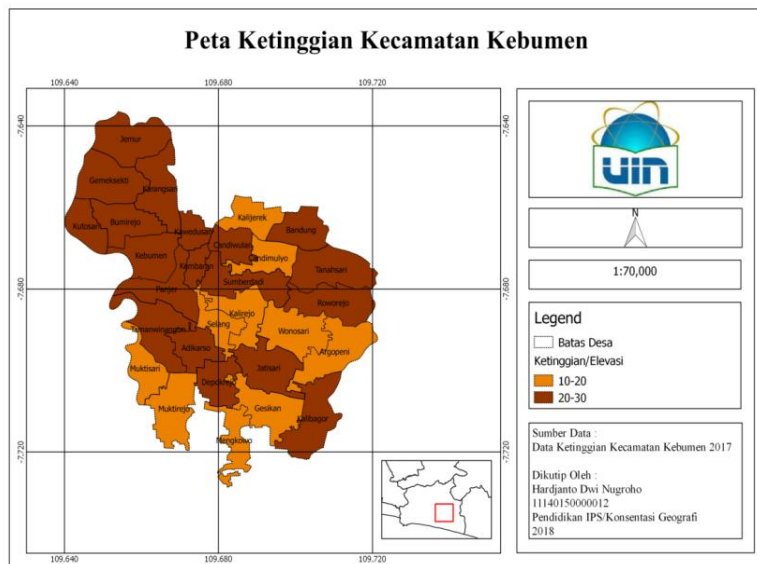
Curah hujan di Kecamatan Kebumen adalah 3663 milimeter (mm), data curah hujan ini didapat dari akumulasi curah hujan rata-rata Kecamatan Kebumen selama 5 tahun terakhir, yaitu tahun 2017, 2016, 2015, 2014, dan 2013, dari data curah hujan tersebut di ketahui bahwa pada tahun 2017 jumlah curah hujan sebesar 3.617 mm, pada tahun 2016 sebesar 5.098 mm, pada tahun 2015 sebesar 2.847, dan berturut-turut sebesar 2.971 mm dan 3.785 mm pada tahun 2015 dan 2014. Adapun peta curah hujan rata-rata Kecamatan Kebumen 2013-2017 (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Curah Hujan

### Analisis Peta Ketinggian

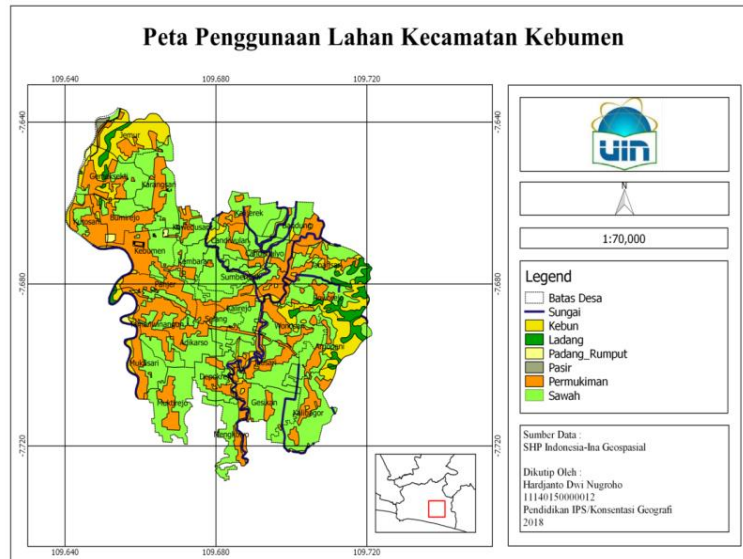
Kecamatan Kebumen berada pada ketinggian antara 10-30 meter dari permukaan laut, terdapat 2 klasifikasi ketinggian pada Kecamatan Kebumen, yaitu ketinggian antara 10-20 meter dan 20-30 meter. Berdasarkan hasil yang diperoleh terdapat 10 desa berada pada ketinggian 10-20 meter yaitu desa Kalirejek, Candiwulan, Kalirejo, Selang, Wonosari, Argopeni, Gesikan, Mengkowo, Muktisari, dan Muktirejo, dengan luas daerah sebesar 1.575,78 Ha. Sementara sisanya 19 desa berada pada ketinggian 20-30 meter dan memiliki luas wilayah sebesar 3.181,61 Ha. Adapun peta ketinggian Kecamatan Kebumen (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Ketinggian

## Analisis Peta Penggunaan Lahan

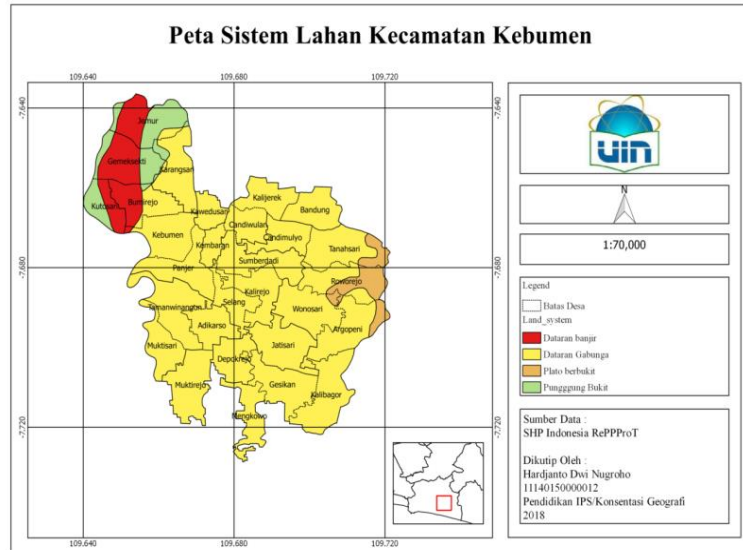
Penggunaan lahan di Kecamatan Kebumen terklasifikasi menjadi 7 klasifikasi penggunaan lahan, yaitu penggunaan lahan pemukiman, persawahan, ladang, sungai, pasir, kebun dan padang rumput. Penggunaan lahan yang paling dominan adalah permukiman dan persawahan dengan luas wilayah masing-masing sebesar 1.462,16 Ha dan 2.490,08 Ha dan berturut-turut sebesar 588,08 Ha untuk kebun, 139,47 Ha untuk Ladang, 49,48 Ha untuk Sungai, 21,73 Ha untuk Padang Rumput, dan 6,34 Ha untuk Pasir. Adapun peta penggunaan lahan Kecamatan Kebumen (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan

## Analisis Peta Sistem Lahan/Land System

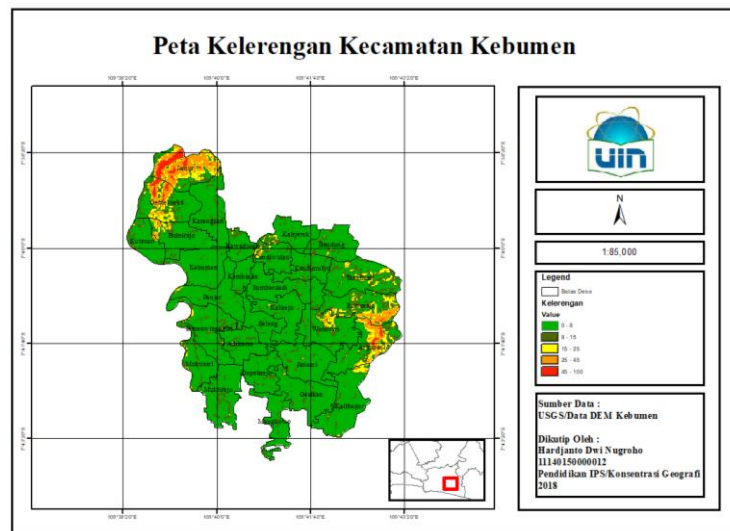
*Land System* atau sistem lahan di Kecamatan Kebumen terdiri atas jenis dataran banjir, dataran gabungan, plato berbukit, dan punggung bukit asimetrik. Luas dari masing-masing jenis sistem lahan tersebut adalah 3.942,94 Ha untuk dataran gabungan, 366,55 Ha untuk dataran banjir, 173,19 Ha untuk plato berbukit, dan 274,71 Ha untuk punggung bukit asimetrik. Adapun peta sistem lahan Kecamatan Kebumen (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Sistem Lahan

### Analisis Peta Kelerengan

Kecamatan Kebumen memiliki 5 klasifikasi kelerengan, yaitu 0-8%, 8-15%, 15-25%, 25-45%, dan 45-100%. Kelerengan di Kecamatan Kebumen adalah kelerengan yang memiliki nilai antara 0-8% dengan luas 4.213,59 Ha, disusul dengan nilai kelerengan 15-25% dengan luas 245,8 Ha, kemudian 25-45% dengan luas 182,14 Ha, dan berturut-turut nilai kelerengan 8-15 % serta 45-100% dengan luas sebesar 70,54 Ha dan 45,5 Ha. Adapun peta kelerengan Kecamatan Kebumen (Gambar 6).

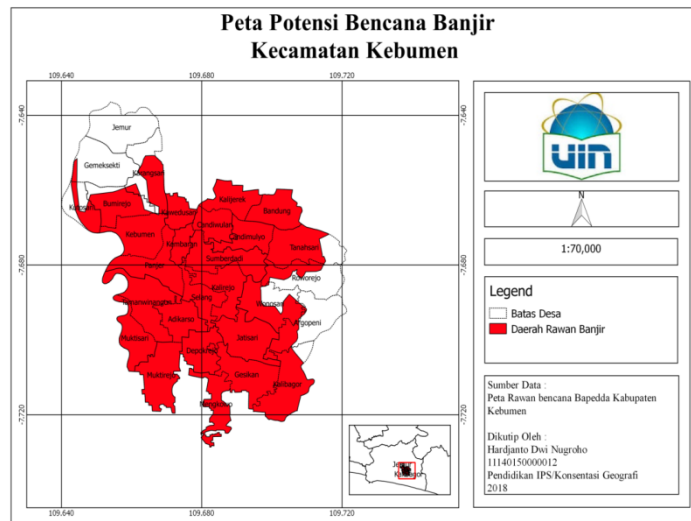


Gambar 6. Peta Kelerengan

### Composite Mapping Analysis (CMA)

Peta Potensi banjir ini digunakan untuk menentukan nilai *mean* spasial, di mana nantinya akan dilakukan perbandingan luas antara variabel-variabel penelitian terhadap peta kerawanan banjir dari BPBD ini, sehingga akan dihasilkan kategori potensi banjir dan tidak potensi banjir.

Referensi peta penelitian sebelumnya diperlukan untuk dapat menggunakan CMA dan menghitung *mean* spasial.. Perhitungan *mean* spasial berfungsi untuk mengetahui bobot dari masing-masing variabel, dimana nilai dari bobot-bobot tersebut akan digunakan untuk penghitungan *Skoring* potensi kerawanan banjir. Luas dari potensi banjir yang digunakan untuk perhitungan *mean* spasial sendiri adalah seluas 3.716,57 Ha. Adapun potensi banjir menurut BPBD terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Peta Potensi Banjir Kecamatan Kebumen

### Mean Spasial per Variabel

**Tabel 1. Mean Spasial Pada Wilayah Curah Hujan**

Curah Hujan	Luas (Ha)/L	Potensi Banjir (Ha)/P	Rasio (L/P)
3663 mm	4.757,39	3.716,57	0,7812
Jumlah	4.757,39	3.716,57	
		<i>Mean Spasial</i>	$\Sigma$ 0,7812

**Tabel 2. Mean Spasial Pada Wilayah Ketinggian**

Ketinggian	Luas (Ha)/L	Potensi Banjir (Ha)/P	Rasio (L/P)
10-20	1.575,78	1.362,66	0,8647
20-30	3.181,61	2.353,91	0,7398
Jumlah	4.757,39	3.716,57	
		<i>Mean Spasial</i>	$\Sigma$ 0,8022

**Tabel 3. Mean Spasial Pada Wilayah Kelerengan**

Kelerengan	Luas (Ha)/L	Potensi Banjir (Ha)/P	Rasio (L/P)
0-8%	4.213,59	3.655,92	0,8676
8-15%	70,54	19,55	0,2771
15-25%	245,80	29,66	0,1206
25-45%	182,14	3,37	0,0185
45-100%	45,50	0	0
Jumlah	4.757,39	3.708,50	
		<i>Mean Spasial</i>	$\Sigma$ 0,2567

**Tabel 4. Mean Spasial Pada Wilayah Sistem Lahan**

Ketinggian	Luas (Ha)/L	Potensi Banjir (Ha)/P	Rasio (L/P)
Dataran Banjir	366,55	101,52	0,2769
Dataran	3.942,94	3.576,38	0,9070
Gabungan			
Plato Berbukit	173,19	9,71	0,0560
Punggung Bukit	274,71	28,97	0,1054
Asimetrik			
Jumlah	4.757,39	3.716,58	
		<i>Mean Spasial</i>	$\Sigma$ 0,3363

**Tabel 5. Mean Spasial Pada Wilayah Penggunaan Lahan**

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Potensi Banjir (Ha)	Rasio Banjir (Potensi/Luas)
Sawah	2.490,08	2,177,88	0,8746
Pemukiman	1.462,16	1.248,27	0,8537
Ladang	139,47	14,25	0,1021
Perkebunan	588,08	226,16	0,3845
Pasir	6,34	0	0
Sungai	49,48	34,92	0,7057
Padang Rumput	21,73 Ha	15,07 Ha	0,6935
Jumlah	4.757,39 Ha	3.716,55 Ha	
		<i>Mean Spasial</i>	$\Sigma$ 0,5163

**Nilai Bobot Skoring**

Untuk melihat tingkat kerawanan banjir, digunakan analisis *skoring* menggunakan rumus dan nilai-nilai sesuai dengan variabel yang digunakan dan terdapat pada analisis yang dilakukan.

$$Scma = (BxSch) + (BxSpl) + (BxSL) + (BxSsl) + (BxSe)$$

**Tabel 6 Interval Kelas Kerawanan Banjir**

No	Interval Kelas	Kelas bahaya banjir
1	100-200	Tidak Rawan
2	201-300	Sedang / Cukup Rawan
3	301-400	Rawan
4	401-500	Sangat Rawan

**Tabel 7. Bobot setiap variabel berdasarkan Mean Spasial**

No	Variabel (Item)	Mean Spasial	Bobot (Mean Item/Mean Total x100)
1	Curah Hujan	0,7812	29
2	Ketinggian	0,8022	30
3	Kelerengan	0,2567	10
4	Sistem Lahan	0,3363	12
5	Penggunaan Lahan	0,5163	19
	Total	2,6927	100

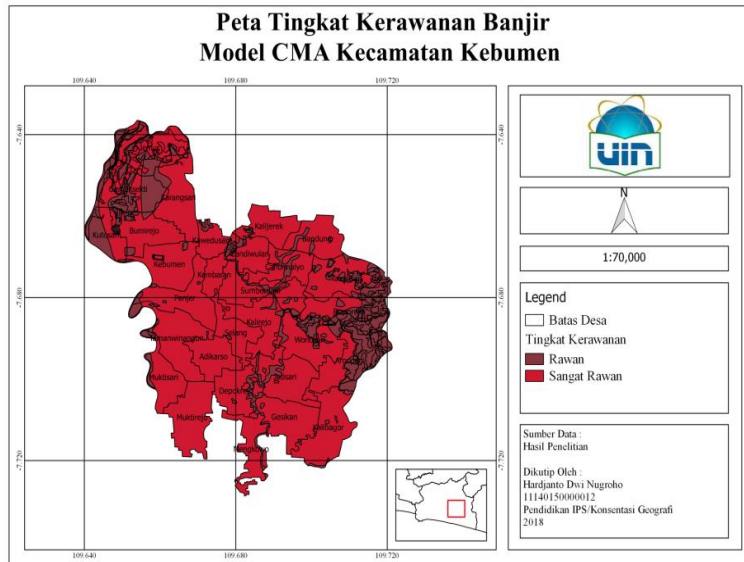
**Tabel 8. Pembobotan Tingkat Kerawanan Banjir**

No	Variabel (Item)	Kriteria	Skoring
1	Curah Hujan	Curah Hujan > 300mm	5
		Curah Hujan 200-300mm	4
		Curah Hujan 100-200mm	3
		Curah Hujan 50-100mm	2
		Curah Hujan <50mm	1
2	Liputan Lahan (LP)	Pemukiman/Lahan terbuka/Sungai	5
		Sawah/Tambak/Mangrove	4
		Ladang/Tegalan/Kebun	3
		Semak belukar/Pasir	2
		Hutan	1
3	Bentuk Lahan/Lereng	Dataran-Landai 0-8%	5
		Berombak 8-15%	4
		Agak Curam, Bergelombang, Berbukit	3
		15-25%	2
		Curam-Sangat Curam 25-45%	1
4	Sistem Lahan (SL)	Terjal-Sangat Terjal >45%	5
		Dataran Gabungan Muara, Rawa (MKS)	4
		Dataran bergeombang (AAR)	4
		Punggung bukit kecil (LAR)	3
		Teras berkarang (PSI)	2
5	Elevasi (E)	Teras Kartisk (SKN)	1
		0-50m	5
		50-100m	4
		100-150m	3
		150-200m	2
	>250m	1	



## Peta Kerawanan Banjir Model CMA

Setelah dilakukan penghitungan *skoring* untuk potensi banjir menggunakan variabel-variabel berupa penggunaan lahan, kelerengan, curah hujan, elevasi/ketinggian dan sistem lahan. Pembobotan yang sudah diperoleh menggunakan model CMA, dapat digunakan untuk mengetahui bahwa terdapat dua klasifikasi daerah rawan bencana banjir di Kecamatan Kebumen yaitu klasifikasi rawan dan sangat rawan, dengan masing-masing luasan sebesar 3.824,22 Ha untuk sangat rawan dan 933,17 Ha untuk rawan.



Gambar 8. Peta Kerawanan Banjir Model CMA

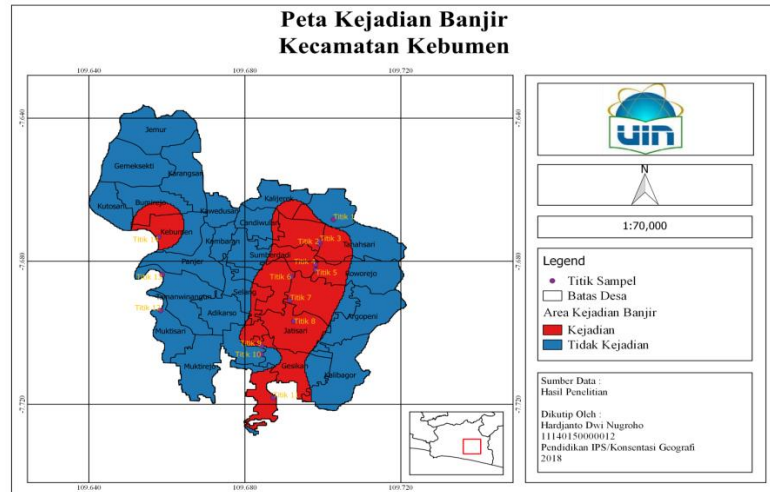
## Hasil Wawancara Kejadian Banjir

Tabel 9. Hasil Wawancara Kejadian Banjir

No	No Titik	Nama Desa	Kejadian banjir
1	Titik 1	Bandung	Tidak
2	Titik 2	Tanah Sari	Ya
3	Titik 3	Candimulyo	Ya
4	Titik 4	Roworejo	Ya
5	Titik 5	Sumberadi	Ya
6	Titik 6	Kalirejo	Ya
7	Titik 7	Wonosari	Ya
8	Titik 8	Jatisari	Ya
9	Titik 9	Gesikan	Ya
10	Titik 10	Depokrejo	Tidak
11	Titik 11	Mengkowo	Ya
12	Titik 12	Muktisari	Tidak
13	Titik 13	Taman Winangun	Tidak
14	Titik 14	Kebumen	Ya

## Peta Kejadian Banjir Kecamatan Kebumen

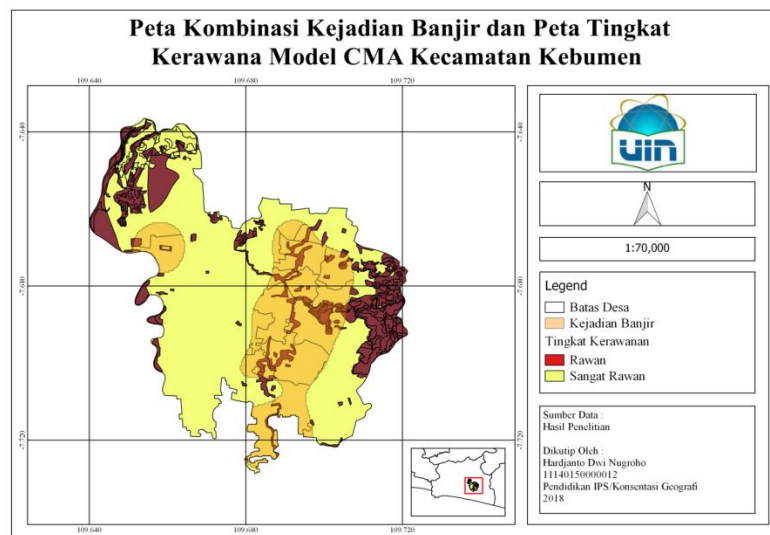
Peta Kejadian Banjir di Kecamatan Kebumen dapat hasil wawancara di lapangan yang kemudian diubah ke dalam data spasial menggunakan aplikasi SIG.



Gambar 9. Peta Kejadian Banjir Kecamatan Kebumen

### Peta Kombinasi Kerawanan Banjir Model CMA dan Peta Kejadian Banjir

Peta kombinasi ini di dapat dari hasil data wawancara yang sudah diubah menjadi data spasial dengan cara interpolasi dengan peta kerawanan banjir yang merupakan peta hasil skoring model CMA.



Gambar 10. Peta Kombinasi Kerawanan Banjir dan Peta Kejadian Banjir

## KESIMPULAN DAN SARAN

Tingkat kerawanan bencana banjir di Kecamatan Kebumen terdiri atas dua klasifikasi yaitu rawan dan sangat rawan, dimana luas daerah sangat rawan banjir memiliki luasan sebesar 3.824,22 ha, sementara luasan daerah rawan banjir sebesar 933,17 ha. Selain itu dari hasil *overlay* peta tingkat kerawanan dan peta sebaran kejadian banjir maka akan ditemukan kejadian Banjir yang terjadi di klasifikasi daerah rawan dan di daerah sangat rawan. Dengan demikian, maka akan diketahui luasan kejadian banjir yang terjadi

di daerah rawan dan sangat rawan yaitu 172, 09 Ha di daerah rawan dan 1.174 Ha di daerah sangat rawan dengan total luas 1.346,09 Ha kejadian banjir. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat kerawanan di Kecamatan Kebumen, bahkan tidak hanya di Kecamatan Kebumen saja, diperlukan penelitian di daerah dan kecamatan lain agar masyarakat mendapatkan informasi yang lebih luas.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kepada Pemerintah Kecamatan Kebumen, BPBD Kabupaten Kebumen, Ina Geo Spasial, orangtua peneliti, kakak peneliti, teman-teman dan dosen pembimbing yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Juliansyah, N. (2012), *Metode Penelitian : Skripsi, tesis, desertasi, dan karya ilmiah*. Jakarta : Kencana.
- Julismin. (2013). Dampak dan Perubahan Iklim di Indonesia. *Jurnal Geografi*. 5(1):39-46.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir. Fakta dan Dampaknya Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 24(3): 241 - 249.
- Nanik, S. A. (2012). Model bahaya banjir menggunakan data pengindraan jauh di kabupaten sampang. *Jurnal pengindraan jauh LAPAN*.
- BNBP. (2018). *Definisi dan Jenis Bencana, (Badan Nasional Penanggulangan Bencana)*. diakses pada tanggal 14 Desember 2018, pukul 13.21. <http://www.bnbp.go.id/home/definisi>,

# **PENGEMBANGAN PANGAN DARURAT UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN GIZI MASYARAKAT DI DAERAH TERDAMPAK BENCANA**

**Siti Mariam**

*Universitas Terbuka, Bandung*

Email: xia3.sitimariam@gmail.com

Bencana alam yang seringkali terjadi di Indonesia belakangan ini menyebabkan sejumlah kerusakan yang mengharuskan masyarakat untuk mengungsi atau tinggal di tempat darurat untuk sementara waktu. Tidak hanya kerusakan tempat tinggal, bencana alam juga menyebabkan kerusakan sarana prasarana sosial di lokasi bencana yang menghambat akses korban untuk memperoleh sumber kebutuhan pangannya. Selain itu, dalam beberapa kondisi terjadinya bencana alam menyebabkan rusaknya infrastruktur sehingga mempersulit masyarakat dalam mendapatkan bantuan salahsatunya bahan pangan. Rawan pangan yang terjadi pascabencana dapat diatasi dengan melakukan pengembangan terhadap pangan darurat yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat di daerah terdampak bencana terutama dalam masa-masa panik ketika dapur umum belum beroperasi secara baik. Secara umum, pangan darurat merupakan produk pangan olahan yang dirancang khusus untuk dikonsumsi pada situasi yang tidak normal salah satunya pada saat bencana. Pengembangan produk pangan darurat bisa dilakukan oleh pemerintah atau masyarakat menggunakan bahan baku lokal di daerahnya atau bahan yang tersedia pada saat itu yang kemudian diformulasi sedemikian rupa sehingga komposisinya dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Contoh pangan darurat yang dapat dikembangkan yaitu seperti kue kering, *food bar*, dan sebagainya.

Kata kunci : bencana, pangan darurat.

## **PENDAHULUAN**

Bencana alam yang menimpa khususnya negara Indonesia merupakan bagian dari kehidupan yang sulit untuk dikendalikan, manusia hanya bisa mencegah dan mengatasi dampaknya apabila bencana sudah terjadi. Menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), selama kurun waktu 4 tahun yaitu dari 2015-2019, Indonesia mengalami kejadian bencana sejumlah 12.254 kejadian. Berbagai macam bencana seperti banjir, tsunami, gempa, gunung meletus seringkali terjadi dan biasanya menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan serta masyarakat setempat. Kerugian materiil seperti hilangnya harta benda maupun kerugian nonmateriil seperti rusaknya ekosistem, rumah dan bangunan penting yang seharusnya menjadi tempat layanan bagi masyarakat, hilangnya sumber air bersih, dan juga kerusakan yang menimbulkan kondisi rawan pangan di daerah tersebut yang dapat menyebabkan keberlangsungan hidup masyarakat terdampak bencana.

Untuk mengatasi kondisi rawan pangan yang disebabkan oleh bencana, maka ada beberapa hal yang bisa dilakukan yaitu salah satunya dengan mengonsumsi pangan darurat sebelum pasokan makanan stabil dan dapur umum sudah dapat digunakan secara efektif. Pangan darurat merupakan pangan khusus yang dikonsumsi pada saat darurat untuk memenuhi kebutuhan konsumsi harian manusia (2100 kkal). Tujuan utama dari pangan darurat ialah mengurangi timbulnya penyakit atau jumlah kematian diantara para pengungsi dengan menyediakan pangan bergizi lengkap sebagai sumber energi satu-satunya selama lima belas (15) hari. Waktu tersebut dihitung mulai dari pengungsian terjadi. Pangan tersebut harus memenuhi karakteristik pangan darurat agar dapat disebut sebagai pangan darurat.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan bahwa permasalahan yang akan dibahas yakni seputar deskripsi pangan darurat itu sendiri, kondisi daerah terdampak bencana, pengembangan pangan darurat, serta peran pangan darurat untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat di daerah terdampak bencana.

Tujuan dan manfaat dibuatnya tulisan ini diharapkan dapat memberi solusi untuk mengatasi salah satu dampak yang disebabkan oleh adanya bencana, yaitu kondisi rawan pangan pascabencana yang bisa diatasi dengan konsumsi pangan darurat dengan formulasi khusus sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat daerah terdampak bencana. Selain itu, diharapkan masyarakat maupun pemerintah dapat memanfaatkan sumber pangan lokal sebagai bahan dasar dalam pembuatan pangan darurat.

## PEMBAHASAN

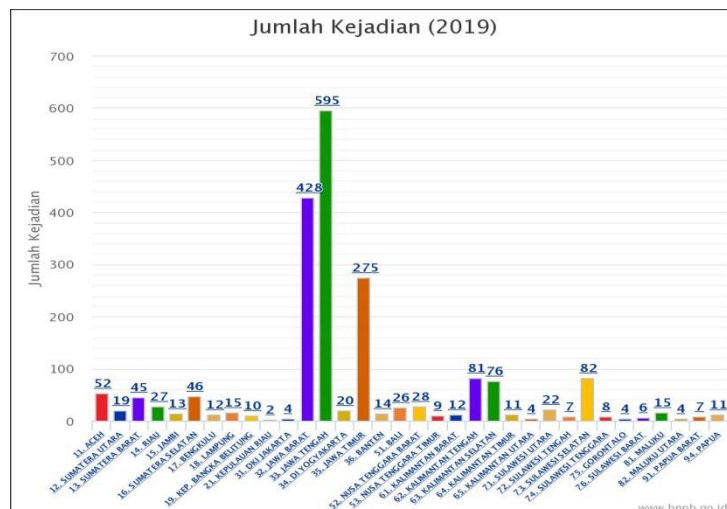
### Bencana di Indonesia

Topografi wilayah Indonesia memiliki tingkat kerawanan terhadap bencana alam dengan intensitas yang cukup tinggi. Bencana alam yang terjadi di beberapa daerah di Indonesia menyebabkan banyak korban mengungsi dan tinggal di tempat-tempat darurat. Menurut data BNPB, sejak tahun 2015 sampai pertengahan 2019 jumlah bencana di Indonesia mencapai 12.254 (Tabel 1) kejadian meliputi bencana banjir, tanah longsor, banjir dan tanah longsor, gelombang pasang/abrasi, puting beliung, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, gempa bumi, tsunami, gempa bumi dan tsunami, serta letusan gunung api.

Tabel 1. Data Jumlah Kejadian Bencana Alam di Indonesia Tahun 2015-2019

Waktu	Jumlah	Korban (jiwa)		
		Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & mengungsi
2015	1,694	276	370	1,227,929
2016	2,308	578	2,675	3,162,491
2017	2,868	378	1,042	3,674,369
2018	3,406	2,046	19,610	10,364,764
2019	1,978	367	1,431	651,095
Jumlah	12,254	3,645	25,128	19,080,648

Berikut data jumlah kejadian bencana yang terjadi di setiap daerah di Indonesia pada tahun 2019 menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (Gambar 1).



Gambar 1. Data jumlah bencana di setiap kota pada tahun 2019 (Sumber : bnpb.cloud/divi/)

### Kondisi Daerah Terdampak Bencana

Indonesia saat ini merupakan salah satu negara yang rawan terkena bencana alam. Hal ini dikarenakan kondisi geografisnya yang memiliki banyak patahan dan berada pada wilayah *Ring of Fire* (Luthfiyanti, 2011). Bencana alam yang terjadi di suatu daerah terutama Indonesia menyebabkan banyak kerugian. Kerugian yang diakibatkan oleh bencana alam tidak hanya memakan korban jiwa dan harta benda, melainkan adanya kerusakan infrastruktur yang dapat menghambat segala proses distribusi bantuan khususnya bantuan pangan sehingga korban bencana kesulitan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Biasanya korban bencana yang mengungsi untuk dapat mengolah bahan pangan mendirikan dapur umum untuk memasak, namun banyaknya kendala seperti tidak tersedianya alat memasak, kekurangan air bersih serta kondisi lingkungan yang tak memungkinkan menjadi halangan untuk mencukupi kebutuhan makanan di tempat pengungsian (Sudiman, 2001).

Terdapat berbagai macam bantuan yang diberikan oleh pemerintah ataupun masyarakat lain yang tidak terdampak bencana, yaitu berupa kebutuhan sandang, pangan dan juga papan. Biasanya bantuan yang diberikan untuk bantuan pangan, berupa mie instan atau beras yang memerlukan peralatan dan juga air bersih untuk diolah dan dimasak terlebih dahulu sampai dapat dikonsumsi. Hal tersebut tidak mudah dilakukan di daerah terdampak bencana karena tidak selalu ada air bersih yang cukup untuk memasak dan peralatan yang dapat digunakan pun tidak memadai. Oleh karena itu, diperlukan makanan yang penuh nutrisi hingga dapat memenuhi kebutuhan gizi korban bencana yang bersifat praktis dan bisa langsung dikonsumsi tanpa harus diolah terlebih dahulu di pengungsian. Produk pangan yang dapat menjadi solusi bagi permasalahan tersebut yaitu produk pangan darurat. Pangan darurat sengaja dirancang untuk dapat memenuhi

kebutuhan energi harian manusia dalam keadaan darurat dan dapat langsung dikonsumsi (Ekafitri, 2011).

### **Deskripsi Pangan Darurat**

Menurut Zoumas *et al.* (2002) pangan darurat merupakan pangan khusus yang dikonsumsi pada saat darurat untuk memenuhi kebutuhan konsumsi harian manusia (2100 kkal). Karakteristik pangan darurat yaitu harus aman dikonsumsi, memiliki warna, kenampakan, aroma dan juga rasa yang dapat diterima serta dapat memenuhi nutrisi yang cukup dan mudah dipindahkan dan didistribusikan. Ada beberapa faktor yang memengaruhi karakteristik tersebut yaitu ketahanan nutrisi, stabilitas kimia, stabilitas mikroba, flavor dan pewarna, metode produksi, konfigurasi produk, pengemasan dan uji penerimaan produk.

Pangan darurat memiliki peran penting untuk membantu para pengungsi di daerah terdampak bencana. Diharapkan adanya stok pangan darurat yang disediakan sehingga bisa dimanfaatkan kapanpun terjadi bencana. Pemberian produk pangan darurat dilakukan bersama-sama dengan pemberian air minum untuk menurunkan tekanan osmotik pangan berkalori tinggi ini. Pemberian produk ini bermanfaat untuk mempertahankan kehidupan sampai isolasi daerah dapat dibuka atau ketika kehidupan normal telah berlangsung. Pangan darurat juga diharapkan dapat dikonsumsi oleh berbagai kalangan usia

Pangan darurat dapat dikelompokkan dalam dua bagian yaitu produk pangan yang dirancang untuk kondisi dimana air bersih dan bahan bakar untuk memasak masih tersedia, dan produk pangan yang dirancang untuk menghadapi situasi dimana air bersih tidak tersedia dan tidak bisa memasa. Di Indonesia saat ini sudah banyak berkembang pangan darurat untuk kepentingan tentara di lapangan namun belum banyak dikembangkan pangan darurat untuk korban bencana alam. Bahan baku pangan darurat yang akan dikembangkan untuk korban bencana alam dapat berasal dari bahan baku lokal yang dapat meminimalkan biaya produksi.

Pangan darurat yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan manusia berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG), yaitu 2.100 kkal/hari (*Institute of Medicine*, 1995). Menurut Zoumas *et al.*, (2002) untuk mencapai total kalori tersebut, jumlah makronutrien yang direkomendasikan kandungan protein, lemak, dan karbohidrat berturut-turut sebesar 10-15%, 35-45%, dan karbohidrat 40-50%.

Sumber utama karbohidrat ialah pati yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan spesifik untuk rasa, palatabilitas, stabilitas dan fungsi metabolik. Karbohidrat memberikan sumbangan energi sebesar 40-50% dari total 700 kkal atau 23-35 gram per 50 gram. Karbohidrat merupakan salah satu sumber utama energi pada produk pangan darurat di samping lemak, memberikan rasa manis, menghasilkan sifat-sifat fisik yang diinginkan pada produk dan juga berperan penting dalam penyerapan natrium untuk mempertahankan keseimbangan elektrolit tubuh. Sumbangan energi lemak, protein, dan karbohidrat ini diperoleh dari nilai energi masing-masing makronutrien terhadap total energi per *bar* dikalikan 100 persen (Anandito *et al.*, 2016).

## **Pengembangan Pangan Darurat di Indonesia**

Menurut Nurhayati *et al.* (2016) pada saat situasi darurat seperti bencana perlu disediakan stok produk pangan darurat siap santap yang tidak selalu menjadi tanggung jawab pemerintah pusat. Pangan darurat ini juga dapat dikembangkan oleh pemerintah daerah menggunakan bahan baku pangan lokal yang terdapat di daerah masing-masing untuk meningkatkan ketahanan pangan di daerahnya dalam menghadapi situasi darurat karena bencana.

### **A. Potensi Pangan Lokal di Indonesia sebagai Bahan Dasar Pembuatan Pangan Darurat**

Menurut Rauf *et al.* (2009) potensi bahan pangan di Indonesia sangatlah melimpah dan menempati posisi ketiga sebagai negara dengan jenis bahan makanan terbanyak di dunia. Jenis tanaman yang bisa dimanfaatkan dan diolah menjadi bahan pangan lokal masih cukup banyak. Indonesia merupakan penghasil berbagai jenis tanaman pangan sebagai sumber karbohidrat seperti sorgum, sagu, jagung, ubi jalar, ubi kayu, dan sebagainya. Sebagian besar bahan pangan lokal tersebut telah biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan tepung walaupun belum dikelola secara maksimal. Namun di beberapa daerah tertentu bahan pangan tersebut dijadikan sebagai bahan makanan pokok meskipun hanya digunakan oleh sebagian kecil masyarakat di Indonesia. Tanaman sumber karbohidrat tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan untuk menjadi bahan dasar pembuatan pangan darurat yang menjadi solusi dalam membantu memenuhi kebutuhan gizi masyarakat di daerah terdampak bencana.

### **B. Kriteria Kritis yang Harus Diperhatikan dalam Pengembangan Pangan Darurat**

Menurut Zoumas *et al.* (2002) dalam pengembangan pangan darurat terdapat beberapa karakteristik kritis yang harus diperhatikan, yaitu :

1. aman
2. memiliki warna, aroma, tekstur, dan penampakan yang dapat diterima
3. mudah didistribusikan
4. mudah digunakan
5. nutrisi lengkap.

Menurut Ekafitri dan Faradilla (2011) dalam mengembangkan komposisi pangan darurat terdapat beberapa asumsi yang digunakan, yaitu :

1. *potable water*, harus disediakan bersamaan dengan pemberian pangan darurat
2. individu (pengungsi) harus mengonsumsi pangan ini untuk memenuhi kebutuhan energinya
3. semua individu (pengungsi) dengan usia di atas 6 bulan akan mengonsumsi pangan darurat ini
4. produk ini merupakan sumber energi utama bagi korban bencana selama 15 hari
5. kebutuhan nutrisi bagi wanita hamil dan menyusui tidak dimasukkan dalam perhitungan pembuatan pangan darurat, tetapi diasumsikan bahwa mereka harus mengonsumsi pangan darurat melebihi asupan energi rata-rata per harinya (>2100 kkal).



### C. Jenis Produk Pangan Darurat

Menurut Zoumas *et al.* (2002) ada beberapa bahan yang direkomendasikan sebagai sumber gizi:

1. sumber karbohidrat: tepung terigu, jagung, oats, dan tepung beras
2. sumber protein: produk-produk kacang seperti konsentrat atau isolat protein; susu bubuk seperti kasein dan turunannya; campuran antara bahan dasar sereal dan protein harus memiliki skor asam amino  $\geq 1.0$
3. sumber lemak: hidrogenasi parsial dari kacang kedelai, minyak kanola, minyak bunga matahari
4. gula: glukosa, *high fructose corn syrup*, maltodekstrin
5. vitamin dan mineral juga dapat ditambahkan untuk meningkatkan profil produk

Pangan Darurat telah dikembangkan di berbagai negara termasuk di Indonesia. Adapun bahan yang digunakan tergantung pada bahan pangan yang tersedia di daerah masing-masing. Ada beberapa jenis produk pangan darurat yang dapat dikembangkan. Salah satu jenis produk pangan darurat yang direkomendasikan untuk dikembangkan yaitu produk bars. Produk ini dinilai lebih baik dibandingkan dengan jenis produk lainnya dikarenakan memiliki daya awet yang cukup lama dan lebih tinggi. Selain itu, pangan dalam bentuk bars juga tahan terhadap guncangan ataupun lemparan karena memiliki tekstur yang kokoh, tidak mudah hancur dan tidak mudah rapuh sehingga memiliki ketahanan yang tinggi saat proses distribusi (Luthfiyanti *et al.*, 2011).

Adapun jenis produk pangan darurat diantaranya :

#### 1. Food Bars



Gambar 2. Food Bars  
(Sumber: [www.meta-morphoz.com](http://www.meta-morphoz.com))

*Food bars* adalah salah satu produk pangan berupa makanan ringan yang berbentuk batang dan padat. Makanan padat (*food bars*) merupakan salah satu alternatif bentuk makanan yang dapat dikembangkan dengan kecukupan kalori, protein, lemak, dan nutrisi lainnya (Ladamay *et al.*, 2014). Saat ini *food bars* yang berada di pasaran terbuat dari tepung terigu (gandum) dan tepung kedelai yang merupakan komoditas *import* Indonesia. *Food bars* juga dapat dikategorikan sebagai EFP (*Emergency Food Product*) yaitu makanan yang dapat digunakan oleh korban bencana karena EFP merupakan pangan yang dikonsumsi pada saat darurat yang memiliki gizi yang beragam dan baik

yang dapat memenuhi kebutuhan gizi harian setiap orang yaitu 2100 kkal (Zoumas *et al.*, 2002) (Gambar 2).

Menurut Luthfiyanti *et al.* (2011) pembuatan *food bars* sebagai pangan darurat berbahan baku lokal dirancang untuk menghasilkan bahan makanan bagi korban bencana alam dan memperkuat ketahanan pangan nasional. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan bahan baku lokal Indonesia seperti pisang nangka, tepung kedelai, dan tepung ubi jalar dalam pembuatan *food bars* sebagai pangan darurat. *Food bars* merupakan *cookies* yang diformulasi secara khusus sehingga tidak menyebabkan rasa haus dan memiliki kandungan protein tinggi, berbentuk batang yang biasa dikonsumsi di sela-sela waktu makan.

## 2. *Meals Ready to Eat (MRE)*



Gambar 3. *Meals Ready to Eat (MRE)*  
(Sumber: [www.thereadystore.com](http://www.thereadystore.com))

Produk jenis ini merupakan salah satu bentuk makanan untuk keperluan militer. Awalnya produk ini dikembangkan untuk program luar angkasa dan kemudian berkembang menjadi makanan militer dan sekarang digunakan oleh petualang padang gurun. MRE bisa dibuat dengan mengombinasikan beberapa jenis pangan untuk memenuhi kriteria menu lengkap, dikemas dalam satu wadah yang ringan, sehingga mudah didistribusikan terutama dalam kondisi tempur. MRE dikemas dalam kemasan khusus yang tertutup rapat dan tidak terekspos udara seperti *retort pouch* (Gambar 3). Menurut Hariyadi (2008), sebagai ransum tempur, MRE harus dikembangkan untuk memberikan dukungan gizi bagi seorang tentara untuk melakukan tugas tempur dengan baik; dimana kondisi logistik pangan normal tidak mungkin dilakukan. Oleh karena itu, ransum MRE, selain harus aman dan bergizi, juga harus memenuhi beberapa kriteria logistik yang cukup berat. Kriteria MRE yang dibutuhkan yaitu kuat, awet, dan bermutu.

## 3. *Camping Pouch Product*

Produk ini dikemas dalam kemasan aluminium foil dan memiliki umur simpan sekitar dua tahun pada suhu ruang. Pangan ini merupakan pangan hasil *freeze drying* dan setiap kemasan disemprot dengan nitrogen untuk mencegah deteriorasi dan memperpanjang umur simpan. Produk ini memiliki kandungan energi yang cukup dengan persentase makronutrien

didominasi oleh lemak (40-50%). Pangan ini membutuhkan tambahan air panas atau air dingin untuk dapat dikonsumsi.

#### 4. Long Shelf Life Food Supply

Produk ini juga merupakan hasil *freeze drying* yang dikemas di dalam *double-enameled can*, disemprot dengan nitrogen sehingga memiliki umur simpan yang sangat tinggi yaitu 10-15 tahun atau lebih. Jenis dari produk ini ada 2 yaitu *Ready reserves* dan *Alpine aire*. Perbedaan kedua jenis produk ini adalah komposisi penyusunnya. Kedua jenis dari produk ini memiliki kandungan yang sama per kemasannya untuk kandungan energinya.

### D. Tahapan Pengolahan Produk Pangan Darurat

Berdasarkan karakteristik jenis pangan darurat yang telah dijelaskan, dapat diketahui bahwa jenis pangan darurat yang paling direkomendasikan adalah pangan darurat *food bars* dikarenakan ketahanannya yang tinggi, daya awet yang cukup lama, memiliki struktur yang kokoh, tidak mudah hancur, dan tidak mudah rapuh sehingga memudahkan pada saat proses distribusi. Berikut akan dibahas tahapan-tahapan untuk membuat/mengolah *food bars* bebas gluten yang terbuat dari tepung mocaf dan tepung beras.

Tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) adalah tepung ubi kayu yang dimodifikasi, dikatakan sebagai proses modifikasi sebab pada pembuatan mocaf dilakukan proses khusus yang disebut dengan fermentasi atau pemeraman yang menggunakan jasa mikrobial atau enzim tertentu sehingga selama proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan yang luar biasa dalam masa ubi baik dari aspek perubahan fisik, kimiawi, dan mikrobiologis serta inderawi.

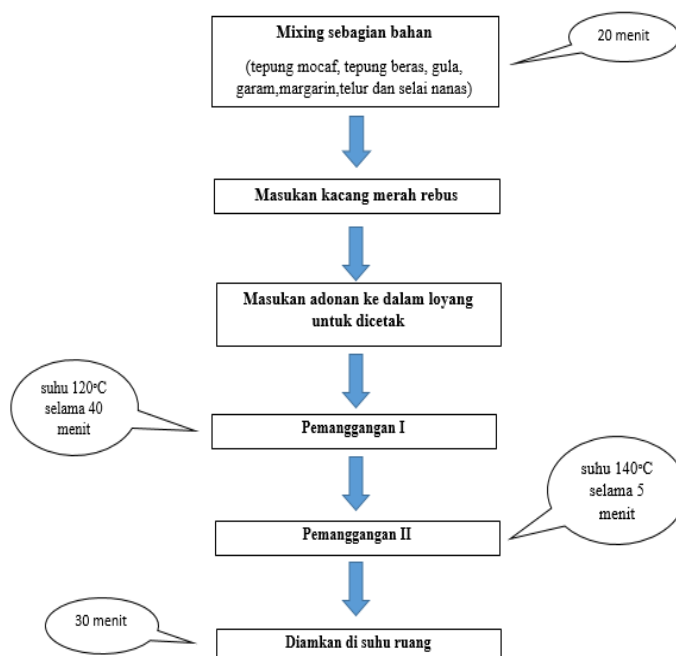
Menurut Septiani *et al.* (2015), cara-cara pembuatan *food bars* bebas gluten tepung mocaf yaitu :

#### 1. Bahan-bahan

Bahan Utama : tepung mocaf, tepung beras

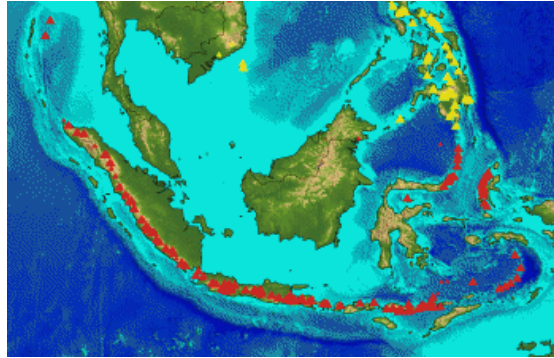
Bahan Tambahan :Kacang merah, margarin, telur, gula, selai nanas, garam, dan air

#### 2. Langkah-langkah Pembuatan (Gambar 4):



Gambar 4. Diagram Tahapan Pembuatan *Food Bars*

## Peran Pangan Darurat untuk Memenuhi Kebutuhan Gizi Masyarakat di Daerah Terdampak Bencana



Gambar 5. Kawasan Indonesia yang berada dalam *Ring of Fire*  
(Sumber : Kompasiana.com)

Indonesia merupakan daerah yang rawan terhadap bencana baik bencana alam, sosial ataupun teknologi. Indonesia memiliki kondisi geografis yang sangat rawan bencana dimana sebagian wilayah Indonesia berada dalam Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*) yaitu suatu wilayah atau daerah yang mengalami gempa bumi dan letusan gunung berapi yang mengelilingi cekungan samudera pasifik (Gambar 5) (Togatorop *et al.*, 2016).

Bencana alam menyebabkan banyak orang mengungsi atau tinggal di tempat-tempat darurat. Kejadian bencana alam menyebabkan rusaknya sarana dan prasarana sosial di lokasi-lokasi bencana yang memutus akses korban terhadap ketersediaan air bersih dan bahan bakar (api dan sumber energi) sehingga korban mengalami kesulitan untuk memperoleh kebutuhan pangannya (Febriani, 2013).

Saat terjadi bencana alam seringkali para korban mendapat bantuan mie instan. Padahal dalam kondisi yang darurat makanan ini sangat tidak praktis dan juga merepotkan. Selain dibutuhkan air bersih untuk memasaknya, korban juga membutuhkan kompor yang belum tentu tersedia (Hermayanti *et al.*, 2016). Di samping itu, konsumsi makanan mie instan dinilai tidak sehat dan tidak dapat mencukupi kebutuhan gizi para korban di daerah terdampak bencana. Hal ini dikarenakan para korban tidak hanya membutuhkan bahan makanan untuk sekedar makan saja, melainkan butuh makanan untuk mencukupi kebutuhan gizi sesuai kebutuhan tubuhnya terutama bagi anak-anak (Febriani, 2013). Penghitungan kebutuhan pangan untuk penanggulangan masalah kelaparan dan kekurangan gizi di daerah terdampak bencana didasarkan pada jumlah penduduk di daerah rawan bencana (Burtha *et al.*, 2008). Tidak semua wilayah di Indonesia memiliki sarana infrastruktur yang baik dan memudahkan masyarakat dalam mengakses makanan yang baik dan sehat terutama pada saat terjadinya bencana yang menyebabkan tertutupnya akses untuk mendapatkan makanan. Masyarakat di daerah terdampak bencana dapat mengalami penurunan status gizi karena kekurangan energi yang disebabkan akses yang buruk terhadap makanan berkualitas. Oleh karena itu, dibutuhkan

jenis makanan yang dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan gizi korban bencana yang praktis dan tidak perlu dimasak lagi.

Salah satu cara dalam mengatasi kondisi rawan pangan di daerah terdampak bencana adalah dengan merancang makanan darurat yang dapat memenuhi kebutuhan energi serta kebutuhan gizi lainnya yang dapat langsung dikonsumsi dalam keadaan darurat yaitu disebut juga pangan darurat (Hermayanti *et al.*, 2016). Pangan darurat atau *emergency food product* (EFP) adalah produk pangan yang didesain untuk digunakan pada situasi darurat dan dapat dikonsumsi secara langsung serta memenuhi kebutuhan gizi harian manusia.

Adanya pangan darurat untuk korban bencana berperan sebagai sumber makanan bergizi yang dapat memenuhi kebutuhan gizi korban sebelum dapur umum benar-benar dapat digunakan secara efektif. Selain itu, pangan darurat juga dapat mengurangi angka kematian korban dalam keadaan darurat dengan menyediakan makanan yang mengandung kandungan nutrisi lengkap yang mencukupi kebutuhan selama 15 hari dimulai dari waktu pengungsian yang diakui.

Berikut manfaat dan kelebihan dari spesifikasi pangan darurat menurut IOM (2002) dapat:

1. memenuhi kebutuhan gizi untuk populasi dengan umur di atas 6 bulan
2. digunakan sebagai satu-satunya sumber pangan untuk bertahan hidup hingga 15 hari
3. diterima oleh orang-orang dari berbagai latar belakang suku dan agama
4. dikonsumsi dalam keadaan bergerak tanpa preparasi
5. ditempatkan pada kondisi lingkungan yang buruk sekurangnya selama 3 tahun tanpa penambahan biaya secara signifikan
6. didistribusikan dari udara tanpa merusak produk dan tanpa membahayakan orang yang ada di bawah.

## **KESIMPULAN**

Indonesia merupakan daerah yang rawan terhadap bencana baik bencana alam, sosial ataupun teknologi. Indonesia memiliki kondisi geografis yang sangat rawan bencana dimana sebagian wilayah Indonesia berada dalam Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*). Adanya bencana alam yang terjadi dapat menyebabkan kerugian baik secara materil maupun non materil seperti kehilangan harta, bangunan, sampai adanya korban jiwa baik yang meninggal dunia ataupun luka-luka serta banyak korban yang kehilangan rumahnya diharuskan mengungsi.

Selama mengungsi tidak ada jaminan bahwa korban akan mendapatkan asupan makanan yang sesuai dengan kebutuhan energi dan gizi tubuh, maka dari itu dibutuhkan makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi manusia yang praktis dan tidak perlu dimasak terlebih dahulu. Salahsatu cara untuk mengatasinya yaitu dengan pangan darurat.

Pangan darurat atau *emergency food product* (EFP) adalah produk pangan yang didesain untuk digunakan pada situasi darurat dan dapat dikonsumsi secara langsung serta memenuhi kebutuhan gizi harian manusia. Adanya pangan darurat yang dikonsumsi untuk korban bencana dapat mengatasi masalah kelaparan dan kekurangan gizi selama dapur umum belum dapat digunakan secara maksimal yaitu terhitung 15 hari dari hari pertama mengungsi.

## SARAN

Untuk mengatasi permasalahan kelaparan dan kekurangan gizi bagi korban bencana alam memerlukan kerjasama yang baik antara pemerintah dan juga masyarakat dalam melakukan tahapan demi tahapan pertolongan khususnya dalam bidang ketahanan pangan. Diharapkan pemerintah mulai melakukan upaya-upaya yang signifikan dalam mengembangkan pangan darurat yang diyakini sebagai salah satu solusi yang dapat mencukupi kebutuhan gizi masyarakat pada saat bencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., Siswanti, & Nugrahini, V. S. (2015). *Formulasi Pangan Darurat Berbentuk Food Bars Berbasis Tepung Millet Putih (*Panicum miliceum*.L.) dan Tepung Kacang-kacangan dengan Penambahan Gliserol sebagai Humektan. Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI Program Studi TIP-UTM*, 222-230.
- Burtha, E. K., Syarief, H., & Sunarti, E. (2008). Pengelolaan Pangan untuk Penanggulangan Bencana di Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 3(3): 250-256.
- Ekafitri, R., & Faradilla, R. H. F. (2011). Pemanfaatan Komoditas Lokal sebagai Bahan Baku Pangan Darurat. *Pangan*. 20(2):153-161.
- Febriani, W. (2013). *Formulasi Sagon dari Tepung Komposit Berbasis Sukun (*Arthocarpus altilis*) sebagai Alternatif Pangan Darurat untuk Anak*. Institut Pertanian Bogor.
- Hariyadi. (2008). *Kimia dan Teknologi Pati. Manuskripsi Bahan Pengajaran*. Yogyakarta : PPS UGM Press.
- Hermayanti, M. E., Rahmah, N. L., & Wijana, S. (2016). Formulasi Biskuit sebagai Produk Alternatif Pangan Darurat. *Industrial : Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri.*, 5(2):107-113.
- Ladamay, N. A., & Yuwono, S., S. (2014). Pemanfaatan Bahan Lokal dalam Pembuatan Foodbars (Kajian Rasio Tapioka : Tepung Kacang Hijau dan Proporsi CMC). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(1):67-78.
- Luthfiyanti, R., Ekafitri, R., & Desnilasari, D. (2011). Pengaruh Perbandingan Tepung dan Pure Pisang Nangka pada Proses Pembuatan Food Bar Berbasis Pisang sebagai Pangan Darurat. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM Sains, Teknologi, dan Kesehatan*. 2(1):239-246.
- Nurhayati, N., Ruriani, E., & Maryanto (2016). *Alih Teknologi Produksi Pangan Darurat Berbahan Pisang Ubi Bagi Posdaya Desa Mayangan Kecamatan Gumukmas Jember*. Prosiding Seminar Nasional APTA. 151-156.
- Rauf, A. W., & Lestari, M . S. (2009). Pemanfaatan Komoditas Pangan Lokal sebagai Sumber Pangan Alternatif di Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28(2), 54-62.

Sudiman, H. (2001). Kajian Masalah Gizi dalam Kedaruratan Akibat Bencana dan Konflik.  
*Jurnal Penelitian Kesehatan*. 29(4):163-173.

# DAMPAK BENCANA BANJIR TERHADAP PERILAKU PETANI DALAM MENGELOLA LAHAN PERTANIAN

<sup>1</sup>Lina Asnamawati, <sup>2</sup>Alni, <sup>3</sup>M. Sil  
<sup>1</sup> Universitas Terbuka; <sup>2</sup> Balai Penyuluhan Bengkulu Utara; <sup>3</sup> Universitas Terbuka  
Email: linaas@ecampus.ut.ac.id

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku petani dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya dalam mengelola lahan pertanian dalam mengelola lahan pertanian di kawasan rawan bencana Banjir di Desa Lubuk Saung, Taba Tembilang, Karang Anyar 1, Karang Anyar 2, Gunung Agung dan Gunung Selan Kecamatan Argamakmur, Bengkulu Utara. Penelitian ini bertujuan menganalisis: (1) perilaku petani, (2) karakteristik lingkungan fisik dan potensi sumberdaya pendukung penghidupan, (3) faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku petani dalam kesiapsiagaan menghadapi bencana. Perilaku petani diukur mengelola lahan yaitu mengolah lahan pertanian, pembibitan, pemupukan dan frekuensi pemupukan, pengairan dan frekuensi pengairan, pemberantasan hama dan penyakit, penyiangan, cara mencegah erosi dan longsor. Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku petani meliputi umur petani, tingkat pendidikan petani, lama bertani, pengetahuan petani terhadap kawasan rawan bencana longsor, dan frekuensi penyuluhan yang diikuti oleh petani. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar petani memiliki pengetahuan rendah yaitu mengelola lahan pertanian, yaitu perilaku petani yang kurang memahami wawasan lingkungan. Faktor-faktor yang berpengaruh secara nyata terhadap kecenderungan perilaku petani dalam mengelola lahan pertanian adalah umur petani, lama bertani dan penyuluhan. Potensi sumberdaya alam cukup banyak berupa sumberdaya lahan, air, hayati, dan mineral.

Kata Kunci: perilaku petani, pengelolaan lahan pertanian, dampak bencana banjir, kesiapsiagaan

## PENDAHULUAN

Aktivitas pertambangan menjadi biang keladi kerusakan kawasan hulu sungai. Kerusakan tersebut diduga kuat memicu adanya banjir dan longsor di hulu sungai karena adanya aktivitas pertambangan, penggundulan hutan, dan ada hak guna usaha (HGU). Intinya menyebabkan kerusakan hutan. Selain di hulu, masalah juga terjadi di sisi DAS-nya. DAS-nya sudah mengalami penyempitan hampir semua badan sungai. Kerugian akibat bencana tersebut hewan ternak tewas 857 ekor. Perihal kerusakan bangunan, BNPB mengungkapkan, terdapat 554 unit rumah rusak berat, 160 rusak sedang, dan 511 rusak ringan. Selain itu, sebanyak 15 fasilitas pendidikan, 3.000 hektar lahan pertanian, serta jaringan listrik ikut terdampak.

Luas lahan sawah yang terkena banjir desa lubuk saung seluas 23 ha, rusak berat 5 ha. TB tembilang seluas 48 ha rusak berat 19 ha, ke.anyar satu seluas 31 ha semua rusak ringan, ke anyar dua seluas 21 ha rusak ringan, gunung agung seluas 42 ha rusak ringan, gunung Selan seluas 21 ha rusak ringan. Terdapat 5 bendungan irigasi yang 100% rusak, puluhan sapi dan kerbau hanyut serta buah *hand traktor* hanyut.

Lingkungan dapat merupakan sumberdaya maupun bahaya (*hazards*). Kondisi lingkungan mengalami perubahan baik secara cepat maupun perlahan-lahan, oleh berbagai faktor penyebab, dan beragam dampaknya. Perubahan pada salah satu atau lebih dari komponen lingkungan akan memengaruhi komponen lainnya dari lingkungan tersebut dengan intensitas yang berbeda. Pertumbuhan penduduk di suatu daerah, misalnya, akan berpengaruh positif maupun negatif terhadap komponen lingkungan dari daerah tersebut seperti lahan, air, flora dan fauna. Pertumbuhan penduduk memerlukan antara lain pangan, tempat tinggal, dan air bersih yang dapat dipenuhi oleh lingkungan. Perubahan guna lahan akan berpengaruh pada komponen lain termasuk sumberdaya air dan tanah.



Bahaya disebabkan tiga hal. *Pertama*, kegiatan manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan tata ruang dan berdampak pada perubahan alam. *Kedua*, peristiwa alam seperti curah hujan sangat tinggi, kenaikan permukaan air laut, dan badai. *Ketiga*, degradasi lingkungan seperti hilangnya tumbuhan penutup tanah pada *catchment area*, pendangkalan sungai akibat sedimentasi, dan penyempitan alur sungai. Banjir bukan hanya menyebabkan sawah tergenang sehingga tidak dapat dipanen dan meluluhlantakkan perumahan dan permukiman, tetapi juga merusak fasilitas pelayanan sosial ekonomi masyarakat dan prasarana publik, bahkan menelan korban jiwa. Kerugian semakin besar jika kegiatan ekonomi dan pemerintahan terganggunya, bahkan terhenti. Partisipasi masyarakat dalam rangka penanggulangan banjir sangat nyata, terutama pada aktivitas tanggap darurat, namun banjir menyebabkan tambahan beban keuangan negara, terutama untuk merehabilitasi dan memulihkan fungsi parasana publik yang rusak.

Penyebab banjir relatif sama, meskipun dengan intensitas berbeda, yaitu: (1) curah hujan tinggi; (2) jumlah dan kepadatan penduduk tinggi; (3) pengembangan kota yang tidak terkendali, tidak sesuai tata ruang daerah, dan tidak berwawasan lingkungan sehingga menyebabkan berkurangnya daerah resapan dan penampungan air; (4) drainase kota yang tidak memadai akibat sistem drainase yang kurang baik dan tepat, kurangnya prasarana drainase, dan kurangnya pemeliharaan; (5) luapan beberapa sungai besar yang mengalir ke tengah kota; (6) kerusakan lingkungan pada daerah hulu; (7) kondisi pasang air laut pada saat hujan sehingga mengakibatkan *backwater*; (8) berkurangnya kapasitas pengaliran sungai akibat penyempitan sungai, penggunaan lahan *illegal* di bantaran sungai; (9) kurang lancar hingga macetnya aliran sungai karena tumpukan sampah; serta (10) ketidakjelasan status dan fungsi saluran. Kerugian akibat banjir yang melanda berbagai kota dan wilayah, antara lain meliputi: (1) korban manusia; (2) kehilangan harta benda; (3) kerusakan rumah penduduk; sekolah dan bangunan sosial, prasarana jalan, jembatan, bandar udara, tanggul sungai, jaringan irigasi, dan prasarana publik lainnya; (4) terganggunya transportasi, serta; (5) rusak hingga hilangnya lahan budidaya seperti sawah, tambak, dan kolam ikan.

Koordinasi di tingkat pelaksanaan, juga di tingkat perencanaan kebijakan, termasuk partisipasi masyarakat dan *stakeholder* lainnya sangat diperlukan agar penanggulangan banjir lebih integratif dan efektif. Terjadinya banjir disebabkan oleh kondisi dan fenomena alam (topografi, curah hujan), kondisi geografis daerah dan kegiatan manusia yang berdampak pada perubahan tata ruang atau guna lahan di suatu daerah.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, untuk mendapatkan keterangan dan gambaran yang tepat mengenai perilaku petani dalam berusaha tani. Jenis penelitian kualitatif dengan maksud menguraikan permasalahan di wilayah penelitian secara deskriptif. Metode deskriptif adalah metode yang digunakan untuk meneliti sesuatu pada saat ini dan bertujuan untuk membuat deskripsi, gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat, maupun hubungan antara berbagai fenomena yang diselidiki (Nazir, 1999). Pelaksanaan penelitian ini berdasarkan tujuannya termasuk penelitian lapangan *field research* yang bermaksud untuk memaparkan adanya permasalahan di lingkup daerah penelitian.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini sebagai berikut: wawancara penggunaan metode ini didasarkan pada dua alasan. Pertama, wawancara memiliki keleluasaan dalam pengumpulan data karena tidak saja apa yang diketahui dan dialami objek yang diteliti, akan tetapi apa yang tersembunyi jauh di dalam diri objek penelitian. Kedua, apa yang ditanyakan kepada observer merupakan pengamatan atau memperhatikan kondisi dari lahan pertanian, lalu mencatat kondisinya dan didokumentasikan menggunakan kamera. Analisis data dalam penelitian kualitatif dilakukan bahkan sejak peneliti melakukan pengumpulan data. Analisis data juga perlu dilakukan pada data hasil studi pendahuluan namun masih bersifat sementara (Sugiyono, 2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyuluhan pertanian yang terutama ditujukan kepada petani dan keluarganya dimaksudkan untuk mengubah perilaku petani agar mereka memiliki dan dapat meningkatkan perilakunya mengenai: sikap yang lebih progresif dan motivasi tindakan yang lebih rasional; pengetahuan yang luas dan mendalam tentang ilmu-ilmu pertanian dan ilmu-ilmu lain yang berkaitan; keterampilan teknis usahatani yang lebih baik. Marzuki (1999), perilaku adalah semua tingkah laku manusia yang hakekatnya mempunyai motif, yaitu meliputi pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

Kegiatan manusia dapat bermotif tunggal ataupun ganda. Biasanya perbuatan tersebut terdorong oleh suatu motif utama dan beberapa motif pendukung yang merupakan rincian dari motif utama. Banjir sudah terjadi secara rutin, makin meluas, kerugian makin besar, maka perlu segera dilakukan upaya-upaya untuk mencegah dan menanggulangi dampaknya, yang dapat dilakukan secara struktural maupun non struktural (Grigg, 1996 *dalam* Kodoatie dan Syarief, 2006). (1) perilaku petani, (2) karakteristik lingkungan fisik dan potensi sumberdaya pendukung penghidupan, (3) faktor-faktor yang memengaruhi perilaku petani dalam kesiapsiagaan menghadapi bencana. Perilaku petani diukur mengelola lahan yaitu mengolah lahan pertanian, pembibitan, pemupukan dan frekuensi pemupukan, pengairan dan frekuensi pengairan, pemberantasan hama dan penyakit, penyiangan, cara mencegah erosi dan longsor. Faktor-faktor yang memengaruhi perilaku petani meliputi umur petani, tingkat pendidikan petani, lama bertani, pengetahuan petani terhadap kawasan rawan bencana longsor, dan frekuensi penyuluhan yang diikuti oleh petani.

Menurut pihak Badan Pertanahan Nasional yang dilaporkan oleh Suwarno (1996) *dalam* Ilham *et al.* (2008), upaya-upaya pengendalian konversi lahan oleh pemerintah terasa memberikan hasil yang diharapkan. Perilaku petani dalam meningkatkan kualitas lingkungan pada daerah pertanian tegalan pada aspek terasering, pemupukan, pengolahan tanah, pemeliharaan tanaman, pemeliharaan lahan, tanaman tahunan, dan konservasi. Pengetahuan lingkungan dilihat dari aspek kognitif, afektif, dan psikomotor tergolong rendah; sikap terhadap lingkungan dilihat dari aspek kognitif, afektif, dan psikomotor tergolong negatif; dan motivasi memelihara lingkungan dilihat dari aspek intrinsik dan ekstrinsik tergolong rendah,

Program pengendalian banjir sudah banyak dilakukan namun banjir (frekuensi, lamanya, intensitas, luas genangan) terus meningkat. Perubahan tata ruang atau guna lahan lebih banyak pengaruh atau kontribusinya terhadap terjadinya banjir dibandingkan dengan pembangunan fisik pengendali banjir. Perencanaan tata ruang Wilayah dan Kota serta upaya

kerjasama berbagai pihak dan daerah diharapkan dapat berkontribusi dalam pengelolaan bencana banjir khususnya memperkecil kemungkinan dampak negatif yang terjadi serta memanfaatkan potensi dan peluang yang tersedia di kawasan bencana banjir dengan tetap memperhatikan kondisi masyarakat setempat. Penanggulangan banjir dilakukan secara bertahap, dari pencegahan sebelum banjir (*prevention*), penanganan saat banjir (*response/intervention*), dan pemulihan setelah banjir (*recovery*).

Kegiatan penanggulangan banjir mengikuti suatu siklus (*life cycle*), yang dimulai dari banjir, kemudian mengkajinya sebagai masukan untuk pencegahan (*prevention*) sebelum bencana banjir terjadi kembali. Pencegahan dilakukan secara menyeluruh, berupa kegiatan fisik seperti pembangunan pengendali banjir di wilayah sungai (*in-stream*) sampai wilayah dataran banjir (*off-stream*), dan kegiatan non-fisik seperti pengelolaan tata guna lahan sampai sistem peringatan dini bencana banjir.

*Stakeholder* penanggulangan banjir secara umum dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: (1) *beneficiaries*, masyarakat yang mendapat manfaat/dampak secara langsung maupun tidak langsung; (2) *intermediaries*, kelompok masyarakat atau perseorangan yang dapat memberi pertimbangan atau fasilitasi dalam penanggulangan banjir, antara lain: konsultan, pakar, LSM, dan profesional di bidang SDA.; (3) *decision/ policy makers*, lembaga/institusi yang berwenang membuat keputusan dan landasan hukum, seperti lembaga pemerintahan dan dewan sumberdaya air.

## KESIMPULAN

Aktivitas pertambangan menjadi biang keladi kerusakan kawasan hulu sungai. Kerusakan tersebut diduga kuat memicu adanya banjir dan longsor di hulu sungai karena adanya aktivitas pertambangan, penggundulan hutan, dan ada hak guna usaha. Penanggulangan banjir lebih integratif dan efektif, diperlukan tidak hanya koordinasi di tingkat pelaksanaan, tetapi juga di tingkat perencanaan kebijakan, termasuk partisipasi masyarakat dan *stakeholder*.

Kegiatan penanggulangan banjir mengikuti suatu siklus (*life cycle*), yang dimulai dari banjir, kemudian mengkajinya sebagai masukan untuk pencegahan (*prevention*) sebelum bencana banjir terjadi kembali. Pencegahan dilakukan secara menyeluruh, berupa kegiatan fisik seperti pembangunan pengendali banjir di wilayah sungai (*in-stream*) sampai wilayah dataran banjir (*off-stream*), dan kegiatan non-fisik seperti pengelolaan tata guna lahan sampai sistem peringatan dini bencana banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

Andrianto, T. T. (2014). *Pengantar Ilmu Pertanian, Agraris, Agrobisnis, Agroindustri dan Agroteknologi*. Global Pustaka Utama, Jogjakarta, Indonesia.

Hartini, Sri., Hadi, M. P., Sudibyakto, & Poniman, A. (2012). *Persepsi Petani terhadap Banjir di Lahan Sawah: Studi Kasus di Kabupayem Kendal dan Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah*. *Globe* 14.

Mardikanto, T, & P. Soebianto. (2013). *Pemberdayaan Masyarakat Dalam Perspektif Kebijakan Publik*. Alfabeta, Bandung, Indonesia.

Nazir. (1999). *Metodologi Penelitian*. Ghalia Indonesia: Jakarta.

Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabeta: Bandung.

Hasibuan, M.S.P. (2002). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Edisi Revisi. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

# PENYULUHAN DAN PEMANFAATAN PERTANIAN DENGAN TEHNOLOGI HIDROPONIK DALAM KEBENCANAAN

<sup>1</sup>Mery Berlian, <sup>2</sup>Rian Vebrianto, <sup>2</sup>Alaniyah Syafaren  
<sup>1</sup>UPBJJ Pekanbaru Universitas Terbuka

*E-mail: mery@ecampus.ut.ac.id; rian.vebrianto@uin-suska.ac.id*

Pemerintah Provinsi Riau sejak tahun 2012, termasuk pemerintah Kota Pekanbaru, menggalakkan pemanfaatan lahan pekarangan untuk mendukung kemandirian pangan baik karena sedikitnya luas tanah maupun dalam menghadapi keadaan kritis bahkan jika terjadi bencana. Pengenalan teknologi hidroponik untuk produksi tanaman sayuran pada lahan pekarangan harus merupakan sistem yang sederhana dan tidak rumit, biaya terjangkau, menggunakan bahan lokal mudah diperoleh, tidak tergantung pada energi listrik, dan menggunakan tanaman yang bernilai ekonomis tinggi. Sehingga perlunya penyuluhan yang tepat terhadap teknik hidroponik tersebut di Masyarakat. Teknologi hidroponik diharapkan menjadi solusi bagi kebutuhan media tumbuh tanaman sayuran yang diproduksi pada lahan pekarangan sempit dan daerah kritis (bencana). Berdasarkan hasil kajian yang dijalankan para Masyarakat khususnya guru sangat tertarik untuk membuat sendiri bagaimana menghadirkan bahan pangan sendiri yang lebih sehat dan bergizi. Hal ini dapat diketahui bahwa teknik hidroponik merupakan salah satu solusi alternatif ketika disuatu tempat atau wilayah memiliki lahan yang kritis ataupun bencana bagi menopang ketahanan dan kemandirian hidup suatu masyarakat dengan menghadirkan makanan dan sayuran organik yang sehat dan bergizi.

Kata kunci: Penyuluhan, Teknik Hidroponik, lahan kritis, bencana, organik.

## PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Riau sejak tahun 2012, termasuk pemerintah kota Pekanbaru, menggalakkan pemanfaatan lahan pekarangan untuk mendukung kemandirian pangan. Sasaran program ini adalah rumah tangga atau kelompok rumah tangga dalam satu Rukun Tetangga, Rukun Warga atau satu dusun/kampung. Selama ini masyarakat menggunakan tanah yang dicampur kompos sebagai media tumbuh tanaman. Meskipun praktek ini sesuai dengan Petunjuk Teknis Pemanfaatan Lahan Pekarangan yang diterbitkan BPTP, persoalan teknis yang harus diantisipasi ke depan adalah penyediaan media tumbuh tanaman (Hasyim, 2017). Ketergantungan pada tanah dan kompos dapat mengganggu keberlanjutan program ini. Sistem produksi yang harus dipersiapkan adalah paket teknologi dengan tidak menggunakan media tanah (*soiless production system*) (Wijayani, 2000).

Pengenalan teknologi hidroponik untuk produksi tanaman sayuran pada lahan pekarangan merupakan sistem yang sederhana dan tidak rumit, biaya terjangkau, menggunakan bahan lokal yang mudah diperoleh, tidak tergantung pada energi listrik, dan menggunakan tanaman yang bernilai ekonomis tinggi. Teknologi hidroponik diharapkan menjadi solusi bagi kebutuhan media tumbuh tanaman sayuran yang diproduksi pada lahan pekarangan (Wijayani & Widodo, 2005).

Hidroponik telah lama terdengar di telinga masyarakat perkotaan dan juga merambah ke desa-desa, terutama di Pekanbaru apalagi di lingkungan sekolah yang selalu mengejar status menjadi sekolah Adiwiyata. Namun demikian, hanya sedikit yang bisa mengimplementasikannya untuk keperluan tersebut. Para guru SD yang sedang mengambil kuliah di UPBJJ Pekanbaru juga memiliki waktu yang senggang dan perlu diisi dengan aktivitas yang bermanfaat dan menunjang kesejahteraan keluarganya.

Selain itu, dengan naiknya harga pangan dan pokok, serta besarnya inflasi yang terjadi dengan pertukaran dolar yang selalu tidak stabil membuat kita untuk lebih efisien dan

cermat dalam mengelola keuangan tersebut, terlebih jika terjadi keadaan yang tidak diinginkan seperti bencana dan kerusakan alam. Ketahanan pangan tentunya menjadi hal paling utama dan penting (Lingga, 1984). Dalam menghadapi bencana bahkan ada beberapa orang yang telah menyiapkan bunker-bunker pribadi sambil menyesuaikan tanaman-tanaman yang baik untuk mensupport kehidupan di saat kritis. Diperlukan penyuluhan dan pemanfaatan lahan sempit perkotaan dalam menambah *income* dan mengurangi biaya pengeluaran keluarga khususnya bagi para guru yang berada di perkotaan.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka jelaslah bahwa kegiatan penyuluhan ini, sangat diperlukan dan dibutuhkan oleh mitra. Dalam meningkatkan keterampilan ganda selain menjadi guru juga dapat mempraktekkan bertanam secara hidroponik untuk lahan sempit dan memberikan penyuluhan yang tepat terhadap teknik hidroponik tersebut di Masyarakat. Teknologi hidroponik diharapkan menjadi solusi bagi kebutuhan media tumbuh tanaman sayuran yang diproduksi pada lahan pekarangan sempit dan daerah kritis (bencana). Menurut hasil kajian yang dijalankan oleh masyarakat khususnya guru sangat tertarik untuk membuat sendiri bahan pangan yang lebih sehat dan bergizi.

### Cara dan Tahapan Pelaksanaan serta Partisipasi Mitra

Kegiatan Pengabdian ini meliputi:

1. sosialisasi pelaksanaan pengabdian ke sekolah-sekolah yang akan dipusatkan di UPBJJ Pekanbaru sebagai *pilot project* pengabdian dan penyuluhan ini.
2. pelaksanaan pendidikan dan latihan
  - a) anggota pelaksana memahami mengenai bahan dan alat yang akan diperlukan dalam kegiatan ini beserta cara pelaksanaan pelatihan yang bisa dilakukan.
  - b) peserta berpartisipasi aktif melakukan keterlibatan langsung dalam memperoleh pengalaman, misalnya dalam mempersiapkan alat dan bahan, memahami teori dan merakitnya menjadi satu-kesatuan serta melaksanakan *step by step* implementasi teknik hidroponik tersebut.
  - c) peserta diajak berdiskusi tentang pengalaman dan kendala yang dialami dalam melakukan kegiatan persiapan, pelaksanaan dan proses *step by step* hingga pengelolaan hasil panennya
3. evaluasi kemampuan guru dalam membuat dan mempersiapkan teknik bercocok tanam. Setelah dilakukan penyuluhan tersebut dilakukanlah proses tindak lanjut hasil evaluasi.

Hasil pelaksanaan pendampingan penyuluhan pembuatan hidroponik diketahui beberapa aspek dari para peserta penyuluhan sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat pemahaman Anda terhadap Materi penyuluhan

Tingkat pemahaman Anda terhadap Materi penyuluhan		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Memuaskan	10	40,0	40,0	40,0
	Sangat Memuaskan	15	60,0	60,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Menurut Tabel 1 diketahui untuk aspek pemahaman peserta terhadap pelaksanaan penyuluhan adalah seramai 10 orang peserta menyatakan memuaskan dan 15 peserta lainnya menyatakan sangat memuaskan. Hal ini bermakna para peserta memahami dan puas dalam acara tersebut sehingga ini dapat ber implikasi terhadap motivasi para peserta untuk dapat mempraktikannya didaerah lahan sempit dan terbatas di lingkungannya.

Nur (2018) menjelaskan bahwa guru yang profesional memiliki beberapa ciri: (1) menguasai disiplin ilmu secara baik dan mendalam, (2) menguasai konsep, teori belajar dan pembelajaran serta mengenal peserta didik secara mendalam (kompetensi paedagogik), (3) mampu mengembangkan proses pembelajaran, yang meliputi: menganalisis tujuan, menganalisis dan mengorganisasikan isi atau bahan pengajaran, merancang skenario pembelajaran, menyusun perangkat pembelajaran, serta mengembangkan sistem evaluasi, (4) melaksanakan kegiatan pembelajaran yang mendidik, (5) penguasaan bidang yang diperlukan untuk peningkatan pembelajaran dan pemutahiran pengetahuan dan ketrampilan pendidik, serta (6) memiliki sikap, nilai dan kebiasaan berfikir produktif, serta perilaku yang menunjang tampilan kinerja pendidik. Terutama pemahaman terhadap penyediaan dan penanaman secara hidroponik.

Tabel 2. Kesesuaian Pelaksanaan dengan tujuan penyelenggaraan

Kesesuaian Pelaksanaan dengan tujuan penyelenggaraan		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Memuaskan	4	16,0	16,0	16,0
	Sangat Memuaskan	21	84,0	84,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Berdasarkan aspek tujuan penyelenggaraan penyuluhan ini (Tabel 2) bahwa proses penyuluhan ini sangat memuaskan sebanyak 21 orang menyatakannya, selebihnya sebanyak 4 orang menyampaikan bahwa proses penyelenggaran ini sesuai dengan tujuannya sebanyak 4 orang peserta saja.

Tabel 3. Pemberian Contoh

Pemberian Contoh		Frekuensi	Persen	Persen Valid	Persen kumulatif
Valid	Sangat Tidak Memuaskan	1	4,0	4,0	4,0
	Memuaskan	6	24,0	24,0	28,0
	Sangat Memuaskan	18	72,0	72,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Pada Tabel 3, yaitu aspek memberikan contoh pembuatan hidroponik hingga penanamannya terdapat satu orang peserta yang merasa sangat tidak memuaskan dan berharap akan dilaksanakan pelatihan secara rutin dan bergilir tetapi 24 peserta menyatakan puas dan sangat puas dengan contoh dan penjelasan yang diberikan oleh pakar sebagai penyuluh pembuatan dan penanaman hidroponik. Hal ini merupakan solusi yang berkaitan dengan mineral yang dibutuhkan pada tanaman hidroponik tersebut (Warnita, 1987).

Tabel 4. Keterbukaan Narasumber dengan peserta

Keterbukaan dengan peserta		Narasumber	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Memuaskan		5	20,0	20,0	20,0
	Sangat Memuaskan		20	80,0	80,0	100,0
	Total		25	100,0	100,0	

Tabel 4 ini memperlihatkan bagaimana keterbukaan para pakar dalam sesi tanya jawab dan diskusi yang berfungsi meningkatkan pemahaman dan kepuasan dari peserta yang mengikuti penyuluhan ini, hasilnya dapat diketahui bahwa 20 orang peserta menyatakan sangat memuaskan sedangkan lainnya menyatakan cukup memuaskan dari pelaksanaan penyuluhan ini. Thoha (2015) menjelaskan Perguruan Tinggi Lembaga Pendidikan Tenaga Pendidik dan Kependidikan (PTLPTK); secara kelembagaan peran yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan penguatan kepada guru melalui program penelitian dan pengabdian kepada masyarakat untuk mengokohkan pemahamannya tentang pembelajaran dengan pendekatan saintifik dan membentuk karakter guru. peran PT-LPTK dapat bersinergis dengan Dinas Pendidikan dan LPMP.

Tabel 5 Interaksi antara narasumber dengan peserta

Interaksi antara narasumber dengan peserta		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Memuaskan	3	12,0	12,0	12,0
	Sangat Memuaskan	22	88,0	88,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Pada Tabel 5 memperlihatkan bagaimana interaksi antara narasumber dengan peserta dalam sesi tanya jawab dan diskusi dimana terdapat peningkatan pemahaman dan kepuasan dari peserta yang mengikuti penyuluhan ini, hasilnya dapat diketahui bahwa 22 orang peserta menyatakan sangat memuaskan sedangkan lainnya sebanyak tiga orang menyatakan cukup memuaskan.

Tabel 6. Alokasi Waktu untuk Pelatihan

Alokasi Waktu untuk Pelatihan		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Memuaskan	1	4,0	4,0	4,0
	Memuaskan	9	36,0	36,0	40,0
	Sangat Memuaskan	15	60,0	60,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

## KESIMPULAN

Solusi yang ditawarkan adalah berupa penyuluhan dan pemanfaatan lahan sempit dengan hidroponik kepada masyarakat khususnya guru-guru yang sedang kuliah di UPBJJ Pekanbaru. Hal ini sesuai dengan Renstra Pengabdian masyarakat pada Universitas terbuka tahun 2017-2021 berkaitan kemampuan *multiskills* para guru, salah satunya memanfaatkan



lahan sempit dan terbatas di lingkungannya dengan menyediakan makanan yang sehat, bahkan jika ada keadaan kritis dan bencana menjadikan masyarakat siap untuk bercocok tanaman meski dalam keadaan yang tidak normal atau tidak menggunakan media tanah.

#### **DAFTAR PUSTAKA.**

- Hasyim, I. (2017). *Tanaman hidroponik ala Indonesia Asri*. Jakarta. I. 14 :56 – 59.
- Wijayani, A. (2000). Budidaya paprika secara hidroponik: Pengaruhnya terhadap serapan nitrogen dalam buah. *Agrivet* 4:60 – 65.
- Wijayani, A., & Widodo, W. (2005). Usaha meningkatkan beberapa varietas tomat dengan sistem budidaya hidroponik. *Ilmu Pertanian*. 12(1) : 77– 83.
- Lingga, P. (1984). *Hidroponik bercocok tanam tanpa tanah*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 165.
- Istiqomah, N. F. (2016). *Analisis Kesiapan Guru Dalam Mendukung Implementasi Kurikulum 2013 Di Mts Negeri Triwarno Kecamatan Kutowinangun Kabupaten Kebumen. Skripsi yang dipublikasikan*, Program Studi Pendidikan Ekonomi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Warnita. (1987). *Pengaruh komposisi larutan mineral terhadap pertumbuhan tanaman Begonia (Begonia glabra L.) secara hidroponik*. Fakultas Pertanian Unand. 74.
- Thoha, M., Jaya, B. S., Riswandi, & Arif, S. (2015). *Model Pembelajaran Dengan Pendekatan Saintifik (Scientific Approach) Pada Kurikulum 2013 Tingkat Sekolah Dasar (SD) Berbasis Pembentukan Karakter Siswa*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan “Inovasi Pembelajaran untuk Pendidikan Berkemajuan” FKIP Universitas Muhammadiyah Ponorogo

# PERAN PENYULUH PENDAMPING DALAM PEMBERDAYAAN KOMUNITAS ADAT TERPENCIL DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 (STUDI KASUS SUKU ANAK DALAM JAMBI)

<sup>1</sup>Rina astarika

<sup>1</sup> Dosen FMIPA dpk UPBJJ-UT Yogyakarta

Email: astari@ecampus.ut.ac.id

Era Revolusi Industri tidak hanya memberikan dampak positif bagi masyarakat adat, tapi juga memberikan dampak negatif. Perkembangan Industrialisasi tanpa memperhatikan ekologi telah membawa masalah baru bagi lingkungan. Kebakaran hutan dan Lahan, mengakibatkan hilangnya sumber pangan, berdampak negatif bagi komunitas adat. Berbagai program pemberdayaan telah digalakkan pemerintah untuk melindungi komunitas adat. Program pemberdayaan komunitas adat terpencil (PKAT) sudah dilaksanakan sejak tahun 1970 di propinsi Jambi, namun hasilnya belum berdampak signifikan. Salah satu faktor penyebab adalah lemahnya peran faktor penyuluh pendamping. Penelitian ini bertujuan memaparkan peran penyuluh sebagai (*agent of change*) dalam melakukan proses pendampingan pada masyarakat adat. Metode Penelitian yang digunakan adalah studi kasus. Data penelitian diperoleh melalui pengamatan langsung, *focus group discussion*, wawancara, observasi, dokumentasi dan studi literatur. Hasil studi menunjukkan bahwa peran penyuluh pada komunitas adat terpencil (KAT) di era revolusi industri 4.0 mengalami pergeseran dari triangulasi model (penyuluh, sasaran, peneliti) menjadi tripehelix model (akademisi, *bisnismen*, komunitas dan penyuluh) atau disebut model penyuluhan terintegrasi (*one stop services model*). Peneliti harus meningkatkan kompetensi yang dimilikinya agar komunitas adat berdaya dan tujuan program pemberdayaan tercapai.

Kata Kunci : peran penyuluh pendamping, program pemberdayaan komunitas adat, era revolusi industri 4.0

## PENDAHULUAN

Era revolusi industri 4.0 yang diwarnai oleh kecerdasan buatan, super komputer, rekayasa genetika, teknologi nano, mobil otomotif, berkembangnya teknologi digital dan internet, membawa banyak perubahan terhadap manusia. Perubahan yang terjadi tidak hanya membawa dampak positif bagi manusia, tetapi juga membawa dampak-dampak negatif.

Salah satu dampak negatif dari revolusi industri 4.0 adalah berkembangnya industrialisasi tanpa memperhatikan ekologi, menyebabkan munculnya masalah baru terkait lingkungan misalnya kebakaran hutan dan lahan (karhutla) yang terjadi di propinsi Jambi.

Karhutla yang terjadi di Jambi baru-baru ini menjadi bencana besar bagi masyarakat setempat. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNBP) tercatat total luas lahan hutan dan lahan yang terbakar sepanjang bulan Januari hingga Agustus 2019 mencapai 328.724 hektar dan sekitar 47.510 hektar kawasan hutan dan lahan di Jambi yang terbakar. Setiap tahunnya Indonesia telah kehilangan ratusan juta hektar lahan karena terbakar. Disinyalir kebakaran ini bukan karena faktor alam semata, melainkan ada pihak-pihak yang sengaja melakukan pembakaran dengan orientasi keuntungan pribadi atau kelompok tertentu. Kejadian serupa pernah terjadi di Jambi pada tahun 1997 dan 2015 namun tidak ada tindakan hukum dan penyelesaian terhadap peristiwa tersebut.

Kebakaran menyebabkan asap tebal yang berdampak pada kesehatan dan aktivitas masyarakat (Arifudin *et al.*, 2013). Akibat karhutla, yang paling menderita adalah komunitas (adat) yang tinggal di dalam hutan dan menggantungkan kehidupannya pada hasil-hasil hutan. Suku Anak Dalam (SAD) merupakan masyarakat adat yang tinggal di hutan propinsi Jambi dan mereka yang paling parah terpapar kabut asap. Salah satu faktor penyebabnya karena kehidupan SAD yang nomaden dan tidak memiliki pemukiman menetap. SAD tinggal di rumah-

rumah sudung (yang atapnya hanya terbuat dari terpal serta tidak berdingding). Apabila masyarakat biasa memilih berdiam diri di rumah ketika terkena asap, SAD justru bergerak berpindah-pindah ketika ada asap.

Karhutla menyebabkan SAD kesulitan untuk mencukupi kebutuhan pangannya. Mereka tidak bisa berkebun dan mencari sumber makanan di dalam hutan. SAD tergolong kelompok masyarakat dengan kerentanan berganda, karena selain harus mengatasi kebutuhan pada minimya akses terhadap layanan dasar, kini mereka harus menghadapi karhutla dan kabut asap.

Tulisan ini merupakan kajian spesifik tentang peran penyuluh pendamping dalam program pemberdayaan masyarakat adat (Suku Anak Dalam) di Era Revolusi Industri 4.0. Pemerintah melalui PKAT telah berupaya memberdayakan dan memenuhi kebutuhan layanan dasar bagi suku anak dalam, namun upaya tersebut belum sesuai harapan. Salah satu faktor yang dianggap sangat menentukan keberhasilan program-program pemberdayaan pada komunitas adat adalah pada saat pendampingan. Peran seorang fasilitator, penyuluh, atau pendamping menjadi sangat penting. Tulisan ini ingin melihat sejauhmana peran pendamping, fungsi apa saja yang harus dimainkan oleh seorang pendamping dan bagaimana seharusnya seorang pendamping terlibat dalam berbagai program pemberdayaan agar tujuan dari pemberdayaan tersebut dapat tercapai.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **1. REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN KOMUNITAS ADAT**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengubah dunia, sebagaimana revolusi generasi pertama telah melahirkan sejarah, ketika tenaga manusia dan hewan digantikan oleh kemunculan mesin. Salah satunya adalah kemunculan mesin uap pada abad ke-18. Revolusi ini dicatat sebagai sejarah peradaban manusia terhadap perkembangan teknologi. Revolusi industri kedua ditandai dengan kemunculan pembangkit tenaga listrik dan munculnya *chombustionchamber* (tenaga motor pembakaran) yang kemudian memicu timbulnya telepon, mobil, pesawat. Revolusi industri ketiga ditandai dengan kemunculan teknologi digital dan internet. selanjutnya pada masa sekarang revolusi industri 4.0 ditandai dengan pemanfaatan teknologi digital yang mendorong otomatisasi dan pertukaran data dalam teknologi manufaktur (Rizieq, 2019). Saat ini adalah era revolusi industri 4.0 bukan lagi menyongsong, sebentar lagi akan masuk ke era baru *society* 5.0. Era Revolusi Industri 4.0 kerap menimbulkan kekhawatiran bagi banyak pihak mengenai pekerjaan manusia yang akan digantikan oleh mesin. Seolah manusia akan berkompetisi dengan mesin.

Dengan kemajuan teknologi saat ini bagaimana seharusnya komunitas adat beradaptasi, agar mampu bersaing di era industri 4.0. Mampukah komunitas adat untuk ikut berperan serta dalam pembangunan? Walaupun secara *defacto*, komunitas adat telah mendapat pengakuan dan perhatian dari pemerintah, seperti yang tertuang dalam Program Nawacita Presiden Jokowi-JK point ke-tiga yaitu membangun Indonesia dari pinggiran. Pemerintah mempunyai basis hukum yang kuat untuk merealisasikan perlindungan sosial terhadap komunitas adat. Pasal 18 B ayat (2) UUD 1945 menjamin semua komunitas adat di Indonesia : *“Negara mengakui dan menghormati kesatuan masyarakat hukum adat beserta hak-hak tradisionalnya*

*sepanjang masih hidup dan sesuai dengan perkembangan masyarakat dan prinsip Negara Kesatuan Republik Indonesia, yang diatur dengan Undang Undang”.*

Pengakuan tentang keberadaan komunitas adat hanya sebagai simbol semata, karena keberadaan mereka belum menjadi episentrum dalam pembangunan. Karakteristik masyarakat adat sebagai komunitas yang memiliki hubungan kuat dengan tanah, wilayah dan sumberdaya serta mempergunakan tradisi (Arizona, 2014) seharusnya menjadi nilai tambah bagi komunitas adat menghadapi revolusi industri 4.0. Diharapkan dengan adanya pengakuan atas hak masyarakat adat, eksistensi budaya dan nilai masyarakat adat mampu menjamin kelestarian ekosistem, sumber daya dan nilai yang ada dalam masyarakat secara berkelanjutan.

## **2. SUKU ANAK DALAM (SAD) DAN PERUBAHAN YANG TERJADI SAAT INI**

Suku Anak Dalam atau sering disebut SAD, adalah adalah sekelompok orang yang berpindah-pindah, tanpa batasan wilayah, mempunyai aturan sosial sendiri, tidak tercatat secara administrasi dan sengaja menghindari pengaruh luar (Prasetijo, 2011). Sebutan SAD digunakan oleh pemerintah melalui Kementerian Sosial. SAD memiliki makna orang terbelakang dan tinggal di pedalaman. Masyarakat Melayu Jambi menyebut kelompok ini dengan sebutan Kubu.

Secara ekologis, SAD hidup di dataran rendah propinsi Jambi yang tersebar di 3 lingkup wilayah geografis yang berbeda, yaitu daerah bagian barat Propinsi Jambi (sekitar jalan lintas Sumatera, Taman Nasional Bukit Duabelas dan Taman Nasional Bukit Tigapuluh (berada di pebatasan antara Riau- Jambi) (Sabdbukt & Warsi, 1998). SAD memiliki karakteristik tertutup dan lambat menerima perubahan. Namun seiring berkembangnya teknologi dan industri, SAD pun mengalami perubahan. Berbagai perubahan yang terjadi dalam kehidupan SAD antara lain:

1. rumah SAD dahulu dibangun dengan kayu dan dedaunan yang ada di dalam hutan, saat ini hampir sebagian mereka tidak lagi menggunakan dedaunan sebagai atap, tapi menggunakan plastik atau perlak berwarna hitam.
2. sistem perladangan SAD yang dulunya masih tradisional menggunakan peralatan sederhana, sekarang mulai menggunakan peralatan mekanis seperti *chainshaw*, jenis tanaman yang dibudidayakan juga berubah sudah banyak yang memiliki kebun karet dan sawit.
3. sumber makanan SAD mengalami perubahan. Dulunya sumber makanan mereka sangat tergantung pada hasil hutan, berburu dan menangkap ikan, sekarang mereka mendapatkan makanan dengan cara membeli dari luar, uangnya didapat dari hasil penjualan karet dan kelapa sawit.
4. dampak hubungan dengan "Orang Luar atau Orang Terang" yang semakin intens, dimana mereka memiliki berbagai macam fasilitas (motor, *handphone*, TV, dan lain-lainnya) sehingga membuat SAD juga mulai memiliki berbagai fasilitas tersebut.
5. sebagian SAD juga sudah memutuskan untuk menetap atau *bediom* karena memikirkan masa depan anak cucu agar hidup lebih baik, mereka ingin menyekolahkan anak-anaknya

## **3. PENGERTIAN PERAN DAN PENYULUHAN**

Peran adalah beberapa tingkah laku yang diharapkan dimiliki oleh orang yang berkedudukan di masyarakat dan harus dilaksanakan, baik secara formal maupun informal. Seseorang dikatakan berperan atau memiliki peran karena dia mempunyai status dalam

masyarakat, walaupun kedudukan itu berbeda antara satu orang dengan orang yang lain, akan tetapi dirinya berperan sesuai dengan statusnya. Artinya ketika seseorang dapat melaksanakan kewajiban dan mendapatkan haknya maka seseorang tersebut telah menjalankan sebuah peran. Sedangkan menurut Grass Masan, mendefinisikan peran sebagai seperangkat harapan-harapan yang dikenalkan pada individu yang menempati kedudukan sosial tertentu. Harapan-harapan tersebut merupakan hubungan dari norma sosial. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa peranan ditentukan oleh norma masyarakat, artinya seseorang diwajibkan untuk melakukan hal-hal yang diharapkan oleh masyarakat dalam pekerjaannya dan dalam pekerjaan lainnya.

Sedangkan definisi penyuluhan berbeda-beda di setiap negara, USA penyuluhan bermakna mengajari orang untuk memecahkan masalahnya sendiri. Di belanda bermakna *voorlichting* (memberikan penerangan), di Malaysia: perkembangan, di Inggris (*advisory work*), di Jerman (beratung/penasehat) dan Perancis (*consultant*), Australia (pencerahan (*aufklaerung*) dan pendidikan (*erziehung*), Korea (*rural guidance*), Spanyol (*capacitation*) dan di Indonesia penyuluhan adalah *obor. Communication for innovation* dan *communication for development*.

Penyuluhan sebagai proses pemberdayaan masyarakat, merupakan proses pemandirian masyarakat. Pemandirian bukanlah menggurui, dan juga bukan bersifat karitatif, melainkan mensyaratkan tumbuh dan berkembangnya partisipasi atau peran-serta secara aktif dari semua pihak yang akan menerima manfaat penyuluhan, Mandiri bukan berarti “berdiri di atas kaki sendiri” atau menolak bantuan dari luar. Mandiri tetap membutuhkan dan membuka diri terhadap “bantuan” pihak luar yang benar-benar diyakini akan memberikan manfaat. Sebaliknya, dengan kemandiriannya harus berani menolak intervensi pihak luar yang (akan) merugikan atau menuntut korbanan lebih besar dibanding manfaat yang (akan) diterima.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian lapangan ini didahului dengan pencarian pustaka dan data sekunder yang relevan serta beberapa penelitian terdahulu. Orang Rimba yang dikaji dalam artikel ini merupakan Orang Rimba yang bermukim di TNBD Jambi. Penelitian ini difokuskan pada wilayah Orang Rimba Air Hitam yang berada di TNBD bagian barat. Secara administratif kecamatan Air Hitam masuk kedalam wilayah Kabupaten Sarolangun. Wilayah ini dipilih karena Orang Rimba Air Hitam sudah mendapatkan dan menerima program PKAT dan didampingi penyuluh pendamping program PKAT. Informan dipilih dengan cara *purposive* dan *snowball* sampling. Data didapatkan melalui, *focus group discussion*, wawancara, observasi, dokumentasi dan studi literatur.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. PROGRAM PEMBERDAYAAN KOMUNITAS ADAT TERPENCIL (PKAT) DI JAMBI**

Komunitas adat atau istilah lain yang sejenis seperti “ masyarakat adat” atau masyarakat tradisional atau “*the indigenous people*” adalah suatu komunitas antropologis yang bersifat homogen, secara berkelanjutan mendiami suatu wilayah tertentu, mempunyai hubungan historis dan mistis dengan sejarah masa lampau mereka, serta tidak mempunyai posisi yang dominan dalam struktur dan sistem politik yang ada (Suparlan, 1995). Komunitas adat terpencil (KAT)

merupakan istilah baru yang diperkenalkan oleh Pemerintah untuk menggantikan istilah masyarakat terasing atau suku terasing yang selama kurang dari 30 tahun digunakan dalam pembangunan nasional maupun daerah. Siapa KAT yang dimaksud? Dalam kondisi seperti apa mereka disebut sebagai KAT? KAT berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 186 tahun 2014 adalah komunitas adat terpencil atau sering disebut sebagai masyarakat terasing yaitu kelompok sosial budaya yang bersifat lokal dan terpencar serta kurang atau belum terlibat dalam jaringan dan pelayanan baik secara sosial, ekonomi maupun politik. Ciri KAT antara lain : (a) komunitas kecil, tertutup dan homogen, (b) memiliki pranata sosial bertumpu pada hubungan kekerabatan, (c) umumnya terpencil secara geografi, (d) hidup dengan ekonomi subsistem, (e) peralatan dan teknologi masih sederhana, (f) ketergantungan pada lingkungan dan (g) terbatas pada akses pelayanan sosial, ekonomi dan politik (Kemensos, 2018).

Pemberdayaan KAT di Jambi, di mulai sekitar tahun 1973 dengan nama “*resettlement*” atau lebih dikenal PKMT (Pemukiman Kembali Masyarakat Terasing), yang berasal dari Departemen Sosial RI melalui Kantor Wilayah Departemen Sosial Provinsi Jambi. Program ini menyoar seluruh KAT yang ada di Jambi dan Suku Anak Dalam (SAD) merupakan salah satu dari puluhan KAT yang dimukimkan negara. Tahun 1999 PKMT berganti nama menjadi Program Pemberdayaan Komunitas Adat Terpencil atau disebut PKAT.

PKAT bertujuan untuk mengentaskan KAT dari kondisi keterasingan, keterbelakangan baik fisik, sosial, budaya, kehidupan dan penghidupan serta lingkungan sehingga mencapai taraf kesejahteraan sosial seperti masyarakat lainnya. Paradigma pembangunan yang dilakukan disesuaikan dengan norma standard masyarakat umum yang berlaku di masyarakat seperti hidup menetap, bercocok tanam serta memeluk agama yang diakui oleh negara (Muchlis, 2017). Strategi pengembangan KAT dilakukan melalui: (1) sistem pemukiman yang diwujudkan dalam bentuk tipe pemukiman di tempat asal (*In situ*) dan pemukiman ditempat baru (*Exitu*), (2) Membangun sarana dan prasarana sosial, dan (3) pengembangan kerjasama antarinstansi atau dinas terkait. Pemberdayaan KAT disesuaikan dengan kondisi dan tingkat kemajuan, serta penghidupan KAT itu sendiri. KAT di Jambi dibagi atas tiga (3) kategori yaitu : kategori melangun/kelana, kategori menetap sementara dan kategori menetap (Kementerian Sosial, 2018b). Gambaran umum kategori KAT (Tabel 1).

Tabel 1. Gambaran Umum Kategori KAT di Jambi

No	Indikator	Kategori KAT		
		Melangun	Menetap Sementara	Menetap
1	Melangun	Selama 2 thn atau lebih, peserta melangun adalah sleuruh anggota keluarga	Selama 3-6 bulan, seluruh anggota keluarga ikut melangun	Tidak melangun
2	Pemimpin Tradisional	Tumenggung, Depati, Mangku, Menti, Debalang	Sebagian struktur sudah hilang	Sebagian struktur sudah hilang
3	Besale	Dipandang sebagai upacara keramat	Tidak dikeramatkan, dipertahankan	Tidak dikeramatkan, dipertahankan

4	Ladang/Huma	Tidak berladang	Mulai membuka ladang dan sebagian sudah berladang	Memiliki kebun/ldang
5	Tempat Tinggal	Pantang berumah, tidak punya rumah tetap	Mulai menetap selama waktu tertentu	Menetap dalam pemukiman/desa
6	Rumah/Sudung	Sangat sederhana sebagai tempat berteduh	Sangat sederhana sebagai tempat berteduh	Beraneka ragam
7	Kelompok	Kelompok kecil	Kelompok membesar, mulai membaur dnegan etnis lain	Kelompok besar, mulai membaur dengan etnis lain
8	Mata Pencaharian	Berburu, Meramu dan Mengumpul	Ladnag, akret, Berburu, Meramu, Mengumpul	Ladang, Karet, Berburu, Kerja upah, nyadap karet
9	Interaksi Sosial	Terbatas dan tertutup	terbuka	terbuka
10	Kekayaan	Kain sarung, tombak dan golok	Rumah, kebun, kendaraan	Rumah, kebun, kendaraan
11	Kepercayaan	Animisme, Dinamisme, Polytheisme	Sebagian islam, sebagian kristen	Islam, Kristen

Sumber : Diadaptasi dari Muntholib Soetomo (1995)

Kategorisasi ini digunakan sebagai acuan lama waktu pemberdayaan yang diberikan, masing-masing tiga tahun untuk KAT kategori Melangun, dua tahun pemberdayaan untuk KAT kategori Menetap Sementara dan satu tahun pemberdayaan untuk KAT kategori Melangun (PKAT, 2015). Pemerintah juga merancang sistem pemberdayaan KAT secara bertahap, berkelanjutan dan sistematis mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan, monitoring, evaluasi sampai pada tahap pengakhiran kegiatan. Pemberdayaan KAT dilakukan selama 3 (tiga) tahun berturut-turut. Tahapan pemberdayaan KAT di Jambi seperti pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Langkah- Langkah Tekhnis Program Pemberdayaan KAT di Jambi

TAHAPAN	KEGIATAN		
<b>TAHAP PRA PERSIAPAN</b>	a. Pendekatan Orientasi dan konsultasi Pendataan	-	-
<b>TAHAP PERSIAPAN</b>	a. Studi Kelayakan penyuluhan sosial seleksi dan registrasi penetapan lokasi kajian studi kelayakan	.Persiapan pemukiman legitimasi lahan pengukuran dan pemetaan lahan penebasan lahan penyiapan tenaga lapangan	-
<b>TAHAP</b>	a. Pemukiman	. Bimbingan Sosial	-

<b>PEMBINAAN</b>	pengadaan pemukiman membangun sederhana membangun umum pengadaan logistik penempatan binaan	sarana : rumah dan sarana warga	Bimbingan sosial budaya Bimbingan mental spiritual Bimbingan kesehatan Bimbingan Pendidikan Bimbingan Kesejahteraan Sosial Bimbingan dan lingkungan hidup Bimbingan sosial dan ekonomi Bimbingan keterampilan
<b>TAHAP TERMINASI</b>	a. Evaluasi akhir		.Penyerahan Pembinaan -
<b>TAHAP BINA PURNA</b>	b.Pembinaan lanjut mengikuti mekanisme yang berlaku di masyarakat		- -

Sumber : Depsos, 2015

Pemerintah melalui program PKAT telah melakukan pemberdayaan pada Suku Anak Dalam sejak tahun 1991-2015 di beberapa lokasi sebagaimana disajikan pada Tabel 3. di bawah ini :

Tabel 3. Program PKAT di Kecamatan Air Hitam Sejak Tahun 1991-2015

Bidang Program	Sumber Program	Lokasi Program	Pelaksana Program	Bentuk Pemberdayaan Pemberdayaan
Pemukiman	Pemerintah Pusat	Orang Rimba di Kecamatan Air Hitam	Kementrian Sosial melalui Program PKAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tahun 1991 dibangun 50 rumah di dusun Air panas (Program TSM)</li> <li>· Tahun 2007 dibangun 30 rumah di dusun Singosari (program PKMT)</li> <li>· Tahun 2008 di Dusun Air Panas dibangun 20 rumah (PKAT)</li> <li>· Tahun 2013 dibangun 50 rumah Desa Ujung Kutai, Pematang Kabau (PKAT)</li> <li>· Tahun 2013, di desa Bukit Suban sebanyak 61 rumah untuk 61 KK (daerah pundi kayu 1).</li> <li>· Tahun 2015 dibangun 20 Rumah Di desa Pundi Kayu 2 (PKAT)</li> </ul>

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 3 menunjukkan selama kurang lebih 24 tahun Pemerintah melalui Kementerian Sosial telah membangun 231 rumah untuk 231 KK Orang Rimba Air Hitam di dua desa yaitu



desa Pematang kabau dan desa Bukit Suban. Kepada masing masing kepala keluarga (KK) diberikan rumah ukuran tipe 36, berdinding papan, beratap seng, dan berlantai semen. Dibuatkan juga secara bertahap pembangunan fasilitas balai, pembangunan sarana air, dan jalan lingkungan. Ada juga pemberian jaminan hidup untuk warga selama 9 bulan dalam bentuk paket jatah hidup (Jadup), bantuan peralatan kerja dan pemberian bibit tanam palawija dan pupuk yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat (Dinasostransker, 2013).

Pemberdayaan pemukiman pertama untuk Orang Rimba Bukit Duabelas ditujukan pada Rombong SAD Air Hitam yang mendapatkan program TSM (Transmigrasi Swakarsa Mandiri) dari Depsos, Deptrans dan PT. SAL. Program ini merupakan bantuan dari kerjasama antara Pemerintah dan Swasta melalui kegiatan CSR Perusahaan. Pemukiman ini dinamakan Kampung Air Panas. Tujuan program TSM adalah mengajak Orang Rimba yang masih dalam keadaan terbelakang untuk menjadi lebih baik melalui program pengembangan sawit. Depsos memberikan bantuan pembinaan dan jadup selama setahun, pihak Deptrans memberikan rumah dan PT. SAL membantu lahan pemukiman dan kebun sawit siap panen. Sarana lain yang dibangun di perkampungan Air Panas adalah masjid dan balai pertemuan. Untuk pembinaan Depsos memperkerjakan dua guru agama (Prasetijo, 2011) .

Tahun 2007 dimulai Program PKMT dari Dinas Sosial Propinsi Jambi, pemerintah membangun 30 rumah untuk Orang Rimba di dusun Singosari. Tahun 2013, pemerintah membangun pemukiman Orang Rimba di dua lokasi yaitu di Ujung Kutai (desa Pematang Kabau) dan Punt Kayu (desa Bukit Suban). Pemerintah membangun 51 pemukiman Orang Rimba di Ujung Kutai serta membangun kawasan terpadu Punt Kayu I untuk 61 KK Orang Rimba. Akhir tahun 2015 pemerintah juga menambah 20 rumah untuk Orang Rimba di lokasi Punt Kayu II. Bantuan yang diberikan Pemerintah berupa pemberian rumah dan Jadup namun tidak memberikan lahan untuk usaha seperti pada program TBM. Awal tahun 2015 pemerintah membangun Pemukiman Kawasan Terpadu Punt Kayu II untuk Orang Rimba di desa Bukit Suban, kecamatan Air Hitam.

## **2. PERAN PENYULUH PENDAMPING DALAM PROGRAM PKAT DI JAMBI**

Dalam melakukan pembinaan terhadap Program PKAT di Jambi, Kemensos melalui dinas sosial propinsi dan Kabupaten, melakukan *recruitment* tenaga pendamping (fasilitator) untuk mendampingi komunitas adat. Terdiri atas dua pendampingan, yaitu tenaga pendamping profesional direkrut oleh kementerian sosial, dan tenaga pendamping daerah direkrut oleh dinas sosial propinsi. Para pendamping sosial KAT atau disebut penyuluh sosial, sebelum bertugas di lapangan dibekali berbagai pengetahuan dan keterampilan di bidang kedisiplinan dan wawasan nusantara, pengetahuan kesejahteraan sosial, keterampilan pendamping sosial KAT dan juga keterampilan pertanian (Kemensos, 2018).

Seorang penyuluh sosial dituntut mampu membuka akses warga KAT terhadap berbagai pelayanan sosial dasar (bidang pendidikan, kesehatan, pemukiman social, dan peningkatan ekonomi lokal) dengan tetap menjaga dan melestarikan kekhasan kearifan lokal sebagai modal sosial ketika terintegrasi dengan sistem sosial yang lebih luas. Karena itu ada beberapa kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang tenaga penyuluh pendamping diantaranya terkait: ketahanan pangan, advokasi, hukum, kesehatan, Pendidikan, pemukiman, lapangan kerja, dan juga terkait lingkungan.

Peran penyuluh sosial (baik professional maupun pendamping) dimulai pada masa awal prakondisi KAT. *Prakondisi* merupakan suatu tahapan penyiapan kondisi masyarakat (adat) sebelum masuknya program pemberdayaan KAT di lokasi. Prakondisi memiliki peranan penting dalam menentukan keberhasilan program PKAT. Masyarakat adat ditempatkan sebagai subjek pembangunan tidak hanya sebagai penerima program, namun juga berpartisipasi aktif dalam melaksanakan program tersebut. Penyuluhan sosial dalam prakondisi sangat penting karena menekankan pada tersampainya pesan sosial pemberdayaan yaitu kemandirian warga KAT. Pendekatan pemberdayaan dilakukan melalui pola pemukiman sosial dilaksanakan untuk mempermudah pelayanan sosial masuk ke lokasi sehingga pemukiman yang telah dibangun dapat dimanfaatkan sebaik mungkin.

Namun keadaan yang terjadi di lapangan tidaklah demikian, peran penyuluh sosial di Air Hitam belum berdampak signifikan dalam melakukan pemberdayaan terhadap warga KAT (suku anak dalam). Hal ini ditandai dengan masih banyaknya warga KAT yang belum menempati pemukiman, kesejahteraan KAT yang belum meningkat, akses warga KAT terhadap kesehatan dan pendidikan masih sangat rendah. Semua ini antara lain disebabkan, kurangnya kompetensi yang dimiliki oleh seorang penyuluh sosial. Penyuluh sosial terkadang tidak tinggal bersama warga binaan, kurangnya akses penyuluh sosial terhadap kerjasama lintas sektoral dan lain lain.

Di era revolusi industri 4.0, dimana teknologi komunikasi dan informasi berkembang dengan pesat menyebabkan seorang penyuluh dituntut memiliki kompetensi ganda, karena penyuluhan dilakukan di segala bidang. Pendampingan terhadap warga KAT (bukan hanya karena faktor kemiskinan tapi juga konflik-konflik lain seperti konflik agama, RAS, konflik lahan, agrarian, karhutlam tuntutan zonasi, dan banyak lagi yang lain, sehingga peran dan kompetensi penyuluh sosial dituntut tidak hanya memiliki kompetensi tapi juga harus sesuai dengan masyarakat pengguna.

## **KESIMPULAN**

Penyuluhan sosial dapat dipastikan bersentuhan dengan berbagai pihak yang terlibat dalam pembangunan, baik itu pemerintah, swasta, swadaya, masyarakat, komunitas, dan publik secara umum. Dalam era revolusi industri 4.0 dimana teknologi komunikasi dan informasi berkembang dengan pesat menyebabkan seorang penyuluh dituntut untuk memiliki kompetensi ganda. Penyuluhan diperlukan oleh banyak bidang, semakin kompleks permasalahan, pemecahan masalahpun menjadi semakin kompleks, Seorang penyuluh sosial KAT masa depan harus berkompeten bukan hanya berkapasitas namun harus sesuai kebutuhan masyarakat pengguna (*advisory advices*).

## **DAFTAR PUSTAKA**

Arizona, Y. (2014). *Masyarakat Adat dalam kontestasi pembaruan hukum*. Makalah disampaikan dalam "Seminar Pemberdayaan Sosial Komunitas Adat: Upaya peningkatan efektivitas pemberdayaan KAT saat ini dan pengembangan kedepan. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Jakarta.

Balai Taman Nasional Bukit Duabelas. (2000). *Buku Informasi. Mengenal Taman Nasional Bukit Duabelas*. Sorolangan. Jambi

Dinasostransker. (2013). *Data Pemberdayaan Pemukiman di Air Hitam*. Kabupaten Sarolangun. Jambi

Kemensos. (2018). *Panduan pendampingan Komunitas Adat Terpencil*. Jakarta

Muchlis Fuad, (2017). *Praktik Komunikasi dalam pemberdayaan Orang Rimba di Taman Nasional Bukit Duabelas Provinsi Jambi*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor

Prasetijo, A. (2011). *Serah Jajah dan Perlawanan yang Tersisa., Etnografi Orang Rimba di Jambi*. Wedatama Widya Sastra, Jakarta.

Suparlan, P. (1995). *Orang Sakai di Riau : Masyarakat Terasing dalam Masyarakat Indonesia*. Yayasan Obor Indonesia. 1995.

# ANCAMAN BENCANA LONGSOR DI HUTAN LINDUNG BUKIT TIBAN, BATAM

**Adisti Yuliastrin**

*Universitas Terbuka UPBJJ-UT Batam*

Email: adisti@ecampus.ut.ac.id

Keberadaan hutan di Batam memiliki peran penting, baik secara ekologi maupun secara ekonomi. Secara ekologi hutan penting untuk menjaga ketersediaan air tawar, menjaga kelestarian sumber daya alam di dalamnya, menjaga fungsi tanah sebagai penopang dan peran penting lainnya. Peran penting secara ekonomi karena hutan menyimpan berbagai sumber daya yang dapat menjadi pendapatan bagi daerah seperti kayu, hasil hutan bukan kayu serta jasa lingkungan seperti wisata alam. Di Kecamatan Batuaji dan Sekupang terdapat kawasan Hutan Lindung Bukit Tiban. Hutan lindung ini memiliki luas 1770 hektar. Dua kecamatan ini diketahui merupakan daerah yang ramai dengan berbagai aktivitas masyarakat. Hutan lindung ini begitu mudah diakses oleh masyarakat, bahkan berdasarkan hasil observasi ditemukan beberapa area di hutan lindung ini dijadikan pemukiman oleh masyarakat. Topografi hutan yang cukup terjal cukup berbahaya bagi aktivitas alami maupun antropogenik yang terjadi di dalam hutan lindung ini. Beberapa area diketahui memiliki tingkat kemiringan yang sangat terjal sehingga peluang tanah longsor menjadi besar. Berdasarkan hasil observasi ditemukan pula area terjal berupa lereng yang mengalami pembabatan vegetasi dan dibiarkan kosong hingga tercipta lahan kritis. Bahkan di beberapa titik sudah terlihat bekas terjadinya tanah longsor. Potensi terjadinya tanah longsor sangat besar, sehingga saat diperlukan upaya agar bencana tidak terjadi atau meminimalkan dampak terjadinya longsor. Penelitian dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui potensi terjadinya longsor dan menganalisa upaya pencegahan terjadinya longsor di Hutan Lindung Bukit Tiban. Penelitian ini dilakukan dengan observasi ke kawasan hutan lindung dan wawancara mendalam dengan pihak berwenang dalam hal ini UPT Kehutanan.

Kata kunci: Batam, hutan lindung bukit tiban, longsor

## PENDAHULUAN

Batam sebagai kota pulau memiliki cukup banyak kawasan hutan. Berdasarkan pengelolaan tata kota di Batam ditetapkan beberapa kawasan hutan sebagai Hutan Lindung, salah satunya adanya Hutan Lindung Bukit Tiban. Hutan lindung bukit tiban ini terletak di dua kecamatan yaitu Kecamatan Sekupang dan Kecamatan Batuaji. Sebagai salah satu daerah tujuan urbanisasi, Batam yang juga merupakan kota industri semakin didesak oleh tingginya tingkat kebutuhan lahan. Termasuk Hutan Lindung Bukit Tiban yang notabene merupakan Kawasan pemukiman, perkantoran dan aktivitas ekonomi produktif lainnya. Demikian juga halnya dengan Kecamatan Batuaji yang merupakan salah satu Kawasan industri dan pemukiman yang sangat padat penduduk. Hal ini menyebabkan banyaknya intervensi masyarakat ke kawasan hutan lindung. Hutan Lindung Bukit Tiban tidak memiliki batas yang tegas sehingga sangat memungkinkan masyarakat memasukinya tanpa ijin.

Intervensi masyarakat dalam pengelolaan kawasan hutan lindung tidak bisa ditiadakan. Pemerintah mencoba bersikap kooperatif dengan mengeluarkan aturan tertulis yang mengizinkan pengelolaan kawasan hutan dengan batasan-batasan tertentu. Namun batasan yang dimaksud sepertinya diterjemahkan berbeda oleh masyarakat. Pada prinsipnya pemanfaatan hutan bagi perekonomian secara berlebihan oleh manusia akan menimbulkan masalah bagi keseimbangan ekologi. Kerugian besar akan menimpa manusia jika keseimbangan ekologi sudah terganggu dan memerlukan biaya yang tidak sedikit untuk memperbaikinya (Niapele, 2014). Berbagai bencana bisa terjadi karena ketidakseimbangan

ekologi. Masyarakat yang berada di sekitar kawasan hutan akan merasakan langsung akibatnya. Menyadari akan hal ini sehingga upaya sosialisasi kepada masyarakat tentang sinergi antara manusia dan hutan perlu dilakukan secara terus-menerus agar masyarakat dapat menjaga hutan dalam kegiatannya sehari-hari.

Berbagai upaya sosialisasi kepada masyarakat harus terus digiatkan. Masyarakat harus menyadari bahwa hutan harus dijaga karena peran pentingnya bagi kehidupan. Kegiatan perusakan hutan merupakan suatu kegiatan yang bertentangan dengan undang-undang yang telah ditetapkan (Undang-Undang Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan). Pemerintah Indonesia telah membagi kawasan hutan menjadi beberapa kategori, yaitu hutan produksi sebesar 37%, hutan lindung 33%, kawasan konservasi alam sebesar 12% dan 18% sisanya merupakan hutan yang rusak. Kawasan lindung dan konservasi bertujuan untuk melindungi dan melestarikan keanekaragaman hayati serta untuk konservasi tanah dan air. Idealnya suatu wilayah (pulau) memiliki 25-35% kawasan hutan. Hutan pada suatu wilayah ini berfungsi sebagai penyangga kehidupan dan ekosistem. Ancaman yang terjadi pada keberadaan hutan lindung di Batam jelas sekali merupakan ancaman bagi kelestarian sumber daya alam yang berada di dalamnya.

Upaya pemanfaatan lahan hutan seringkali mengincar pada hasil hutan. Hasil hutan menjadi incaran masyarakat untuk dimanfaatkan secara ekonomi. Kayu sebagai hasil hutan yang paling banyak dimanfaatkan, sehingga nilai ekonominya pun melonjak tinggi. Sebenarnya sumber daya hutan yang dapat dimanfaatkan tidak hanya kayu, masih terdapat sumber daya lainnya. Hal ini harus disosialisasikan kepada masyarakat agar tertarik untuk memanfaatkan hasil hutan bukan kayu (Maimunah, 2017). Selain hasil hutan, lahan hutan menjadi incaran. Lahan hutan dapat digunakan untuk berkebun, beternak dan sebagai lahan hunian. Hal inilah yang cukup banyak ditemukan di hutan lindung bukit tiban. Hutan lindung bukit tiban memiliki topografi perbukitan. Tingkat kemiringan mencapai 70%. Lahan dengan tingkat kemiringan yang cukup ekstrim ini banyak yang sudah gundul dan dapat terjadi longsor sewaktu-waktu. Area perbukitan yang memiliki lereng curam dengan tingkat kemiringan antara 40% - 70% berpotensi terjadinya longsor (Arsjad & Hartini, 2014).

Longsor biasanya terjadi ketika adanya pergerakan tanah pada lapisan kedap air dan diguyur hutan setelah mengalami kekeringan dalam periode tertentu. Tanah yang kering ini akan terisi oleh air hujan yang menyebabkan penambahan massa tanah dan akhirnya terjadilah longsor (Murdiyanto & Gutomo, 2015). Potensi penambahan massa tanah yang terisi air hujan untuk meluncur ke daerah yang lebih rendah akan semakin besar pada daerah yang berupa lereng.

Sebagai upaya mengurangi dampak longsor dapat dibuat peta bahaya longsor. Peta bahaya longsor dibuat berdasarkan kombinasi dari beberapa parameter yaitu data bentuk lahan, data penggunaan lahan, data kemiringan lahan dan kerapatan aliran. Data-data ini akan menjadi Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil analisis ini dapat direpresentasikan pada peta potensi risiko longsor (Arsjad & Hartini, 2014).

Pemahaman terhadap ancaman terjadinya bencana pada suatu daerah diawali dengan memahami unsur-unsur ancaman yang mengandung resiko bagi daerah dan tentunya juga masyarakat sebagai obyek yang akan langsung merasakan dampak bencana tersebut. Lalu diperlukan pengkajian lanjutan terhadap karakter ancaman sesuai dengan tingkatan yang

diperlukan dan dilakukan dengan mengidentifikasi unsur-unsur risikonya (Irawati & Harimudin, 2018).

Upaya memanfaatkan lahan dilakukan masyarakat dengan berbagai cara, ditambah dengan adanya aturan kooperatif dari pemerintah Kota Batam yang mengizinkan masyarakat untuk mengelola lahan hutan secara terkendali. Namun sepertinya masyarakat salah memahami aturan tersebut. Masyarakat beranggapan bahwa lahan hutan adalah milik masyarakat sehingga masyarakat bebas memanfaatkannya. Pemanfaatan hutan yang tidak terkendali akan menimbulkan kerusakan hutan. Penanganan kerusakan hutan yang terjadi harus dilakukan secara menyeluruh dari berbagai pihak. Strategi konservasi hutan lindung diharapkan dapat disusun dan dilaksanakan dengan baik. Strategi pengelolaan hutan lindung dapat diadaptasi dari strategi yang digunakan di daerah lain dengan melakukan penyesuaian pada kondisi setempat. Strategi ini nantinya dapat menjadi acuan bagi pemerintah dan stakeholder untuk menangani kerusakan hutan lindung dan upaya menjaga kelestarian hutan lindung. Formulasi strategi yang dapat diterapkan diantaranya (i) rehabilitasi ekosistem, (ii) pemetaan zonasi pengelolaan kawasan, (iii) pengelolaan kawasan, (iv) perlindungan ekosistem, (v) kolaborasi pengelolaan, (vi) publikasi dan promosi, (vii) pendanaan pengelolaan kawasan secara reguler dan yang tak kalah pentingnya (viii) pendidikan lingkungan dan penyuluhan (Sasongko *et al.*, 2014).

Longsor terjadi disebabkan oleh dua factor yaitu factor alami dan antropogenik. Faktor alami seperti kemiringan lereng, curah hujan, kondisi geologi serta kedalaman regolith tanah. Potensi rawan longsor akan semakin meningkat jika banyaknya bangunan dan aktivitas masyarakat di wilayah yang rawan longsor secara alami tersebut. Setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda sehingga perlu dilakukan upaya modifikasi menentukan kerentanan gempa pada setiap wilayah. Faktor beban pada lereng seperti bangunan kolam atau empang meningkatkan potensi terjadinya longsor (Susanti *et al.*, 2017).

Hutan lindung memiliki fungsi khusus terhadap ekologi. Seperti menjaga tata air, menjaga kelestarian sumber daya alam di dalamnya, menjaga fungsi tanah sebagai penopang dan lain sebagainya. Fungsi inilah yang harus terus diupayakan agar tetap pada semestinya. Kerusakan hutan yang terjadi karena pemanfaatan yang berlebihan dan ini terjadi karena adanya faktor internal dan eksternal. Faktor internal datang dari pihak pemerintah daerah dalam pemberian izin dan pengusahaan hutan tanpa memperhatikan kondisi hutan dan ekosistemnya, sedangkan faktor eksternal bersumber dari pihak pemegang konsesi hutan dalam mengeksploitasi hutan tidak memperhatikan asas pengusahaan hutan, yaitu asas kelestarian lingkungan fungsi hutan. Faktor ekonomi mendasari keduanya baik faktor internal maupun eksternal (Arnita, 2013). Berdasarkan berbagai dinamika yang terjadi pada hutan lindung ini maka penelitian dilakukan sebagai penelitian awalan untuk mengetahui potensi terjadinya longsor di Hutan Lindung Bukit Tiban terutama pada lahan kritis. Manfaat praktis yang diharapkan adalah hasil penelitian ini menjadi masukan untuk melakukan analisis pencegahan terjadinya longsor dan bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam upaya teknis menjaga kawasan hutan lindung sesuai dengan fungsi ekologisnya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Mei-September 2019. Penelitian ini dilakukan melalui metode survei dengan melakukan observasi secara langsung ke Hutan Lindung Bukit Tiban dan wawancara secara mendalam dengan pihak terkait dalam hal ini UPT Kehutanan Kota Batam sebagai perpanjangan tangan dari Dinas Kehutanan Provinsi Kepulauan Riau.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan Hutan Lindung Bukit Tiban ditetapkan berdasarkan SK Penetapan Pemerintah Daerah Nomor 428/Kpts-II/1994. Luas hutan lindung 1770 hektar. Batam sampai saat ini dikelola melalui dua mekanisme penguasaan lahan yaitu oleh Pemerintah Kota Batam dan Badan Penguasaan Batam (dahulunya Otorita Batam). Dua mekanisme yang seringkali terkesan berbenturan ini menjadikan kebingungan dalam implementasinya di lapangan. Luas kawasan hutan lindung pada saat awal penetapan seluas 1770 hektar, saat ini sudah berkurang dari data tersebut, namun tidak ditemukan data resminya.

Observasi yang dilakukan ke Hutan Lindung Bukit Tiban ini menemukan beberapa titik kritis yang cukup luas. Terdapat area yang memiliki potensi bahaya longsor yang cukup besar dan ada pula area yang sudah beralih fungsi menjadi usaha budidaya masyarakat yang cukup luas.



Gambar 1. Lahan kritis di Hutan Lindung Bukit Tiban yang berpotensi longsor

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak terkait, didapatkan informasi bahwa pemerintah berupaya mengakomodir dengan mengeluarkan kesepakatan bersama antara pemerintah sebagai pengelola hutan lindung dan masyarakat sekitar Hutan Lindung Bukit Tiban dalam hal ijin pengelolaan lahan secara terkendali. Lahan dimaksud adalah lahan-lahan datar yang kosong vegetasi dan tidak berpotensi bencana. Kebijakan ini tentulah memiliki dasar karena lahan kosong dapat dengan mudah dikelola masyarakat tanpa harus merusak kelestarian hutan. Namun ternyata tidak demikian dalam pelaksanaannya di lapangan. Lahan kritis yang berpotensi bencana longsor terlihat pada Gambar 1. Lahan ini berada dalam kondisi sedang diolah masyarakat untuk dijadikan lahan bercocok tanam. Tanah ini termasuk jenis

tanah debu. Tanpa disentuh, jika hamparan lahan terbuka tertiuip angin akan beterbangan dan menimbulkan debu dimana-mana.



Gambar 2. Sisi lain Hutan Lindung Bukit Tiban yang terdapat lahan kritis horizontal dan zona miring

Selain itu ditemukan juga lereng yang minim vegetasi pada area yang cukup luas. Terlihat pada Gambar 2. Lereng yang gundul seperti ini dapat menimbulkan longsor. Lereng dengan tingkat kemiringan 40% - 70% memiliki potensi longsor (Arsjad & Hartini, 2014). Faktor utama penyebab longsor adalah tingkat kemiringan lereng, tekstur tanah dan ketebalan solum tanah. Kemiringan yang semakin besar akan menyebabkan bahaya longsor yang semakin besar pula. Kemiringan lereng akan menimbulkan gaya gravitasi yang optimal untuk mendukung terjadinya longsor (Pahleviannur, 2019). Kondisi lereng yang gundul atau minim vegetasi memiliki potensi longsor yang semakin besar. Diketahui bahwa akar tanaman menyebabkan daya ikat terhadap bulir tanah. Ketiadaan tanaman akan melonggarkan daya ikat bulir tanah sehingga dengan munculnya pemicu longsor seperti air hujan yang mengalir lereng maka longsor dapat terjadi sewaktu-waktu. Kehadiran tutupan lahan merupakan salah satu penentu besar kecilnya potensi terjadinya longsor (Taufik *et al.*, 2016). Sebagaimana diketahui bahwa longsor merupakan peristiwa perpindahan material pembentuk lereng. Material yang dimaksud dapat berupa bebatuan, bahan rombakan tanah ataupun material campuran lainnya yang berada di tanah yang bergerak menuju daerah yang lebih rendah dari lereng karena dipicu oleh tenaga yang lebih besar atau adanya daya dorong. Terjadinya longsor ini karena daya penahanan tanah berupa ikatan antara bulir tanah berada dalam kondisi tidak solid (lemah) sehingga bulir tanah akan saling berlepasan dan meluncur karena adanya daya dorong tadi.

Bulan Oktober merupakan musim hujan biasanya terjadi pada periode Oktober-Januari tahun berikutnya. Hujan merupakan pemicu tunggal terjadinya longsor pada tanah dengan kondisi kritis. Semakin tinggi curah hujan akan meningkatkan potensi terjadinya longsor (Taufik *et al.*, 2016). Jika melihat kondisi hutan lindung saat ini, cukup banyak area yang berpotensi terjadinya longsor, sehingga pemerintah harus segera melakukan upaya pencegahan dengan membatasi akses kegiatan di area yang berpotensi longsor.

Terjadinya suatu bencana akan menimbulkan dampak yang berbeda-beda pada suatu wilayah tergantung pada kondisi geografis dan masyarakatnya. Penentuan skala resiko suatu bencana dapat disusun berdasarkan pengkajian ancaman bencana, kerentanan dan kemampuan suatu daerah terhadap bencana dalam meredam resiko bencana tersebut (Irawati & Harimudin, 2018). Hutan lindung bukit tiban ini memiliki lahan kritis berupa lereng cukup



banyak, pada area tersebut sebagian kecil dihuni oleh masyarakat pengelola, namun sebagian lainnya tanpa penghuni hanya tersedia asset masyarakat seperti pondok tempat bernaung saat mengelola lahan dan kolam-kolam tempat budidaya ikan tertentu.

Banyaknya lahan kritis yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat di hutan lindung bukit tiban ini harus mendapatkan penanganan berupa sosialisasi untuk mendapatkan pemahaman yang baik terhadap upaya pencegahan ataupun mitigasi terhadap bencana yang terjadi. Pada umumnya kesadaran masyarakat terhadap mitigasi bencana dinilai kurang. Karena desakan ekonomi serta tidak adanya kebijakan pemerintah tentang upaya mitigasi bencana jika terjadi, maka masyarakat cenderung hanya melakukan tindakan yang sesuai dengan kebutuhan dan apa yang mereka yakini saja (Juhadi *et al.*, 2016). Masyarakat walau telah mendapat sosialisasi, namun karena upaya pemenuhan kebutuhannya sehingga masyarakat tetap saja mengelola lahan hutan lindung sesuai apa yang mereka pahami bahwa hutan lindung bukit tiban ini boleh mereka kelola.



Gambar 3. Bangunan yang digunakan untuk mengawasi pengelolaan lahan di Hutan Lindung Bukit Tiban

Adanya bangunan fisik dan aktivitas masyarakat yang dilakukan di daerah lereng dapat meningkatkan potensi terjadinya longsor (Susanti *et al.*, 2017). Beberapa area di hutan lindung bukit tiban (Gambar 3) ini ditemukan adanya pengelolaan lahan untuk tujuan budidaya dan sebagian lagi diperuntukan bagi kolam ikan jenis tertentu. Bangunan dan aktivitas ini menjadikan kesolidan tanah menjadi berkurang karena meningkatkan beban lereng dan dapat longsor sewaktu-waktu dengan atau tanpa pemicu seperti hujan. Kehadiran bangunan pada lereng dan lembah mampu meningkatkan kerugian materi bagi masyarakat jika bencana terjadi.

Bencana apapun jenisnya termasuk longsor akan menyebabkan trauma dan kerugian bagi masyarakat. Memerlukan suatu upaya secara terpadu untuk upaya pencegahan maupun penanganan pascabencana. Bencana yang terjadi apalagi secara berulang akan menimbulkan dampak sosial dan ekonomi, dimana masyarakat akan mengalami keterpurukan ekonomi dan kemiskinan mengancam sehingga ketergantungan akan sumber daya alam semakin meningkat (Rahman, 2015). Melihat kondisi hutan lindung bukit tiban, ancaman longsor yang terjadi karena faktor antropogenik yang didukung oleh topografi lahan yang memiliki tingkat kelerengan cukup

besar. Jika bencana longsor terjadi, masyarakat yang menjadi korban akan cenderung tergantung pada sumber daya hutan dan justru akan terus merusak kelestarian hutan lindung ini, sehingga upaya pencegahan bencana sebagai upaya berkelanjutan sangat dibutuhkan saat ini.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa keberadaan lahan kritis pada area lereng di hutan lindung bukit tiban memiliki potensi yang besar terhadap terjadinya longsor. Potensi ini dipicu pula oleh musim hujan yang biasanya akan terjadi pada bulan Oktober-Januari. Kondisi bulir tanah yang kering menjadikan ikatan tanah rentan dan mendukung terjadinya longsor. Penelitian ini merupakan penelitian awalan yang berhasil mendapatkan informasi tentang potensi bencana longsor yang dapat terjadi karena adanya aktivitas antropogenik di hutan lindung bukit tiban. Sangat direkomendasikan untuk penelitian lanjutan dalam upaya pemetaan area rawan longsor. Hal ini sangat diperlukan oleh pemerintah untuk menetapkan kebijakan terkait upaya pencegahan dan penanganan bencana.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini telah mendapatkan dukungan penuh dari Pemerintah Kota Batam dalam hal ini UPT Kehutanan sehingga peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada tim dari UPT Kehutanan Kota Batam yang telah membantu dalam kegiatan observasi dan wawancara. Hasil kegiatan tersebut dapat memperoleh informasi yang relevan dengan kebutuhan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arsjad, A.B.S.M., & Hartini, S. (2014). Analisis Potensi Risiko Tanah Longsor di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Globe*. 16: 165-172.
- Arnita. (2013). Pengelolaan Hutan dalam Rangka Otonomi Daerah oleh Pemerintah Aceh Utara. *Kanun Jurnal Ilmu Hukum*. 59: 81-97.
- Irawati & Harimudin, J. (2018). Kajian Risiko Bencana Longsor di Kota Baubau. *Jurnal Geografi Aplikasi Dan Teknologi*. 2 (2): 11-20.
- Juhadi, Setyaningsih, W., & Kurniasari, N. (2016). Pola Perilaku Masyarakat dalam Pengurangan Resiko Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Banjarwangu Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah. *Jurnal Geografi*. 13 (2): 216-224.
- Maimunah, S. (2017). Model Perlindungan Hutan dengan Pendekatan Pemanfaatan HHBK bagi Masyarakat Kawasan Hutan Pendidikan UM Palangkaraya. *Jurnal DAUN*. 4 (2): 100-108.
- Murdiyanto & Gutomo, T. (2015). Bencana Alam Banjir dan Tanah Longsor dan Upaya Masyarakat dalam Penanggulangan. *Jurnal PKS*. 14 (4): 437-452.

- Niapele, S. (2014). Kebijakan Perlindungan Hutan pada Kawasan Hutan Lindung Kie Matubu Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate)*. 7 (1): 79 – 86.
- Pahleviannur, M.R. (2019). Edukasi Sadar Bencana melalui Sosialisasi Kebencanaan sebagai Upaya Peningkatan Pengetahuan Siswa terhadap Mitigasi Bencana. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*. 29 (1): 49-55.
- Rahman, A. Z. (2015). Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Banjarnegara. *Gema Publika*. 1(1): 1-14.
- Taufik, M. Kurniawan, A., & Putri, A.R. (2016). Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). *Jurnal Teknis ITS*. 5 (2): C78-C82.
- Sasongko, D. A. Kusmana, C., & Ramadan, H. (2014). Strategi Pengelolaan Hutan Lindung Angke Kapuk. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 4 (1): 35-42.
- Susanti, P.D. Miardini, A., & Harjadi, B. (2017). Analisis Kerentanan Tanah Longsor sebagai Dasar Mitigasi di Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 1 (1): 49-59.

# CANTRANG DAN *GILLNET*: PRODUKTIVITAS DAN DIVERSITASNYA (STUDI KASUS DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI TEGALSARI JAWA TENGAH)

Lukman Hakim<sup>1</sup>, Nurhasanah<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Institut Pertanian Bogor*  
<sup>2</sup>*Universitas Terbuka*

email: lukmanhakim2525@gmail.com

Cantrang dan *gillnet* merupakan dua alat tangkap yang dominan digunakan nelayan di Pelabuhan Perikanan Pantai Tegalsari. Kedua alat tangkap ini dioperasikan dengan cara yang berbeda sehingga produktivitas dan diversitas pada hasil tangkapannya juga berbeda. Produktivitas berkaitan dengan hasil tangkapan ikan yang didapatkan nelayan, sedangkan diversitas pada hasil tangkapan dapat dijadikan indikator ramah lingkungan atau tidak, kedua alat tangkap ini. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji: 1) pengoperasian cantrang dan *gillnet* (jumlah *setting* dan lama *setting*), 2) produktivitas cantrang dan *gillnet*, dan 3) nilai indeks diversitas hasil tangkapan cantrang dan *gillnet*. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada nelayan yang menggunakan alat tangkap cantrang dan *gillnet* berukuran 30 GT. Sampel diambil dengan metode *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan: 1) rata-rata jumlah *setting* per trip 201 (cantrang) dan 25 (*gillnet*) dan rata-rata lama *setting* untuk 1 kali operasi penangkapan ikan 1,08 jam (cantrang) dan 5,01 jam (*gillnet*), 2) rata-rata produktivitas cantrang sebesar 9.741 kg/trip dan *gillnet* 4.999 kg/trip, 3) nilai indeks diversitas cantrang sebesar 2,48 dan *gillnet* 0,68. Meskipun cantrang lebih produktif dalam mendapatkan hasil tangkapan ikan, namun nilai indeks diversitas dari hasil tangkapan cantrang lebih tinggi dibanding *gillnet* menunjukkan cantrang kurang selektif dalam mendapatkan hasil tangkapan dan kurang ramah lingkungan dibanding *gillnet*.

Kata kunci: cantrang, *gillnet*, jumlah *setting*, lama *setting*, nilai indeks diversitas, produktivitas.

## PENDAHULUAN

Ikan merupakan sumberdaya hayati yang dapat diperbaharui (*renewable*). Sumber daya ini bersifat *open access* dan *common property*. Sifat-sifat ini menyebabkan nelayan mengembangkan berbagai metode dan teknologi penangkapan guna mendapatkan hasil tangkapan ikan sebanyak-banyaknya (Cahyani, 2013). Salah satunya melalui penggunaan alat tangkap yang produktif.

Produktivitas dari suatu alat tangkap ikan berkaitan dengan jumlah hasil tangkapan ikan yang didupakannya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh teknik dalam penggunaan alat tangkap tersebut baik dalam bentuk penerapan jumlah *setting* maupun lama *setting* saat kegiatan penangkapan ikan (Hakim, Wiyono & Wahyu, 2018). Jumlah *setting* merupakan jumlah (frekuensi) dari alat tangkap yang digunakan ditebar ke perairan, sedangkan lama *setting* merupakan lama dari alat tangkap tersebut dibiarkan berada di perairan sebelum ditarik kembali ke atas kapal.

Produktivitas dari suatu alat tangkap ikan merupakan hal penting yang harus diketahui karena hal ini berkaitan dengan hasil tangkapan yang diperoleh nelayan. Namun di lain pihak, informasi tentang diversitas pada hasil tangkapan juga harus mendapat perhatian karena diversitas menyangkut keragaman pada hasil tangkapan yang dapat dijadikan indikator bagi alat tangkap yang digunakan sebagai alat tangkap ramah lingkungan atau tidak (Hakim & Nurhasanah, 2017).

Cantrang dan *gillnet* merupakan dua contoh alat tangkap yang dioperasikan dengan cara yang berbeda dengan ikan yang ditargetkan juga berbeda. Cantrang termasuk alat

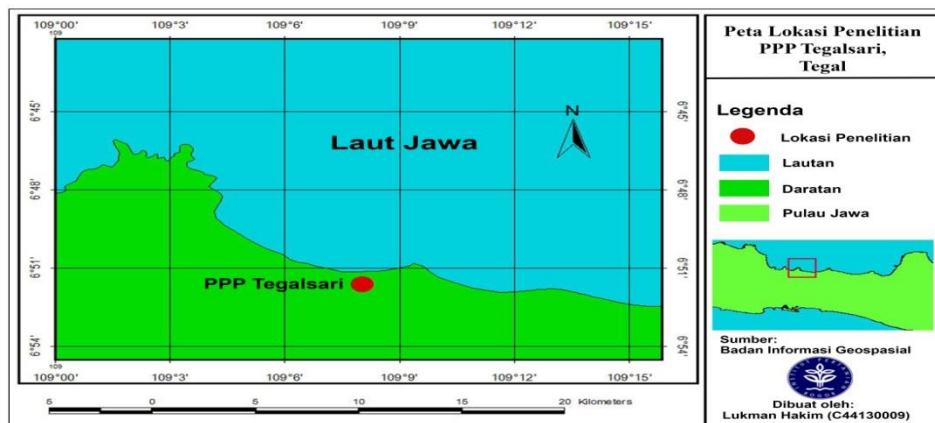
tangkap aktif berbentuk kantong dengan bagian ujungnya semakin mengecil yang digunakan untuk mendapatkan ikan demersal (ikan dasar), dioperasikan dengan cara dilingkarkan pada perairan kemudian ditarik ke atas kapal menggunakan tenaga manusia maupun mesin (Riyanto *et al.*, 2011), sedangkan *gillnet* merupakan alat tangkap pasif yang dipasang (direndam) dengan cara melawan arus kemudian setelah beberapa saat jaring ditarik kembali ke atas kapal. Warna *gillnet* dibuat sama dengan warna air untuk mengelabui ikan agar ikan menabrak jaring (Cristianawati, Pranowowibowo & Hartoko, 2013). Perbedaan cara pengoperasian dari kedua alat tangkap ini dapat berpengaruh pada produktivitas dari alat tangkap tersebut dan diversitas (keragaman) pada hasil tangkapannya.

Pelabuhan Perikanan Pantai Tegalsari termasuk pelabuhan yang kegiatan penangkapan ikan sudah sangat intensif. Alat tangkap yang dominan digunakan nelayan di tempat ini adalah cantrang dan *gillnet*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji aspek teknis (jumlah setting dan lama setting) dari penggunaan alat tangkap cantrang dan *gillnet*, berikut produktivitas dan diversitas pada hasil tangkapannya.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tegalsari Kota Tegal Jawa Tengah (Gambar 1). Tempat ini dianggap representatif untuk dilakukan penelitian karena kegiatan perikanan tangkap di wilayah ini didominasi oleh alat tangkap cantrang dan *gillnet*. Berikut adalah lokasi penelitian ini.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah nelayan di PPP Tegalsari yang melakukan kegiatan penangkapan ikan menggunakan alat tangkap cantrang dan *gillnet* menggunakan kapal berukuran 30 GT. Sampel ditentukan dengan metode purposive sampling yakni hanya nelayan cantrang atau *gillnet* yang memiliki pengalaman melaut minimal dua puluh tahun, berpengalaman dalam mengoperasikan alat tangkap cantrang atau *gillnet* minimal sepuluh tahun berturut-turut dan berpengalaman mengelola hasil tangkapan *gillnet* minimal dua tahun berturut-turut. Kriteria ini ditetapkan agar informasi yang disampaikan responden, valid.

Berdasarkan kriteria tersebut, maka jumlah sampel yang mewakili nelayan cantrang sebanyak 36 orang dan jumlah sampel yang mewakili nelayan *gillnet* sebanyak 21 orang.

### Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner dan wawancara. Dua jenis alat tangkap yang dijadikan objek penelitian adalah cantrang dan *gillnet*. Beberapa data yang diteliti meliputi: aspek teknis (jumlah setting dan lama setting), jenis dan bobot ikan serta nilai indeks diversitas dari hasil tangkapan dari kedua alat tangkap tersebut. Pada hasil tangkapan, bobot ikan berkaitan dengan produktivitas dari cantrang maupun *gillnet*, sedangkan jenis ikan berkaitan dengan diversitas dari kedua alat tangkap ini.

### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara:

- mengolah hasil isian kuesioner berupa data jumlah *setting*/trip, lama *setting* per kegiatan penangkapan ikan, jenis dan bobot ikan.
- menghitung produktivitas cantrang dan *gillnet* berdasarkan nilai *catch* per unit *effort* (CPUE) menggunakan rumus Gulland (1983) sebagai berikut

$$q = \frac{h}{f}$$

Keterangan :

$q$  = CPUE (kg/trip)

$h$  = *Catch* atau hasil tangkapan (kg)

$f$  = *Effort* (trip)

- menghitung nilai indeks diversitas (keragaman) hasil tangkapan menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Brower dan Zar 1990) seperti berikut ini:

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Keterangan :

$H'$  = Indeks Diversitas

$P_i$  = Perbandingan antara spesies ke- $i$  dengan keseluruhan spesies

$i$  = 1,2,3,...n

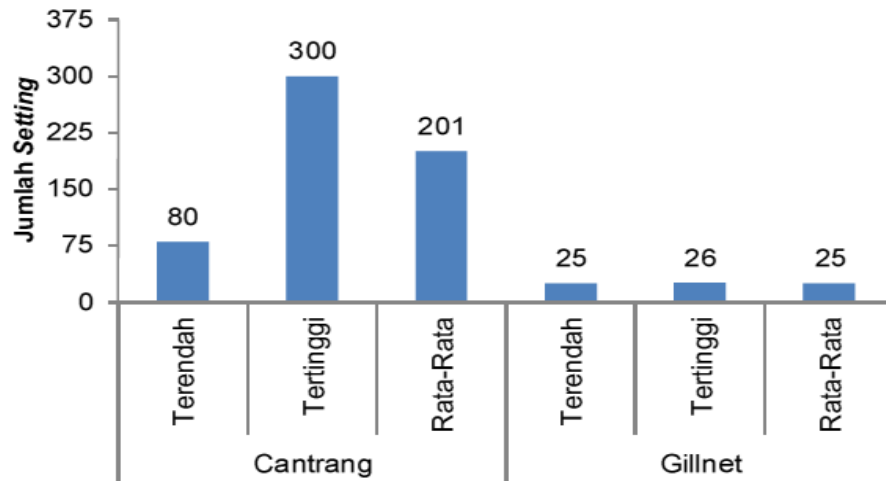
Nilai indeks diversitas dihitung untuk mengetahui kecenderungan alat tangkap dalam menangkap jenis ikan tertentu atau tidak. Semakin tinggi nilai diversitas hasil tangkapannya, maka alat tangkap tersebut kurang layak digunakan karena tidak efisien dalam menangkap target tangkapan ikan, atau dengan kata lain kurang ramah lingkungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah *Setting*

*Setting* dalam kegiatan penangkapan ikan merupakan istilah yang digunakan ketika jaring direndam di perairan untuk mendapatkan hasil tangkapan. Semakin sering dilakukan perendaman jaring atau semakin tinggi jumlah *setting*nya, maka diharapkan jumlah hasil

tangkapan ikan akan semakin banyak, dengan asumsi setiap kali perendaman, ada ikan yang terperangkap dalam jaring. Berikut adalah data hasil penelitian yang terkait dengan jumlah *setting* dari pengoperasian cantrang dan *gillnet* yang dilakukan nelayan yang berasal dari Pelabuhan Perikanan Pantai Tegalsari.



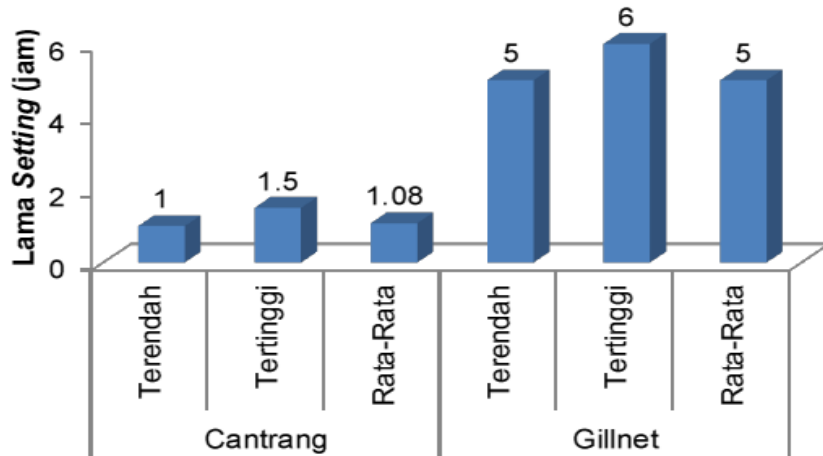
Gambar 2. Jumlah *setting* dari pengoperasian cantrang dan *gillnet*

Gambar 2 menunjukkan jumlah *setting* dari pengoperasian cantrang lebih tinggi dibanding jumlah *setting* dari pengoperasian *gillnet*. Jumlah *setting* terendah dari pengoperasian cantrang sebanyak 80 kali, tertinggi sebanyak 300 kali dengan rata-rata 201 kali. Sementara *gillnet* dioperasikan dengan jumlah *setting* antara 25 dan 26 kali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam satu kali kegiatan penangkapan ikan, cantrang dioperasikan dengan frekuensi yang jauh lebih tinggi dibanding *gillnet*.

Sejalan dengan hasil penelitian ini, Ernawati, Nurulludin dan Atmadja pada tahun 2011 mendapatkan dari hasil penelitiannya, rata-rata jumlah *setting* dalam 1 trip dari penggunaan alat tangkap cantrang yang menggunakan kapal berukuran 30 GT sebanyak 114 kali.

### Lama *Setting*

Lama *Setting* adalah lama (jam) jaring dari suatu alat tangkap ikan direndam di perairan. Semakin lama jaring direndam, harapannya akan semakin banyak ikan yang terperangkap pada jaring. Selanjutnya, ketika jaring diangkat diharapkan jumlah hasil tangkapan ikan akan semakin banyak pula. Berikut adalah data hasil penelitian yang terkait dengan lama *setting* dari pengoperasian cantrang dan *gillnet* yang dilakukan nelayan yang berasal dari Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tegalsari.

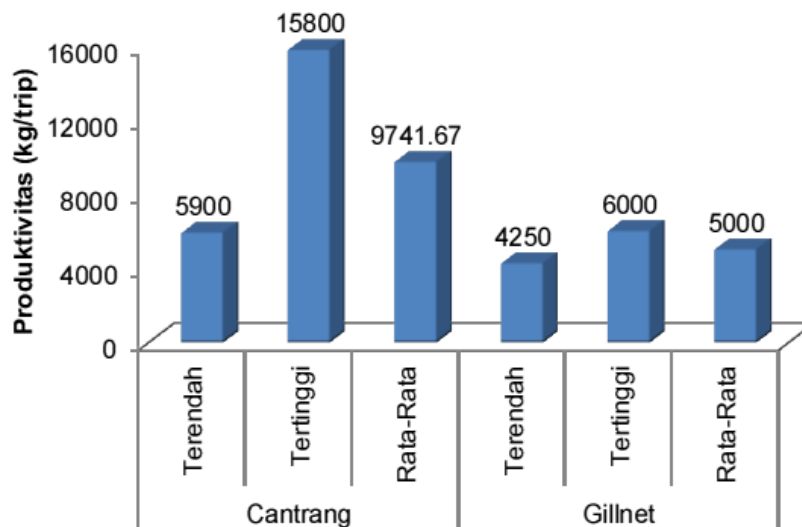


Gambar 3. Lama *setting* dari pengoperasian cantrang dan *gillnet*

Gambar 3 menunjukkan lama *setting* dari pengoperasian cantrang lebih rendah dibanding lama *setting* dari pengoperasian *gillnet*. Lama *setting* terendah dari pengoperasian cantrang adalah 1 jam, tertinggi 1,5 jam dengan rata-rata 1,08 jam. Sementara *gillnet* dioperasikan dengan lama *setting* antara 5 hingga 6 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam satu kali penggunaan alat tangkap, cantrang direndam dalam waktu yang jauh lebih singkat dibanding *gillnet*. Hal inilah yang memungkinkan dalam satu trip, cantrang dioperasikan dengan frekuensi yang jauh lebih tinggi dibanding *gillnet* (Gambar 2).

### Produktivitas Alat Tangkap

Pada penelitian ini, bobot hasil tangkapan per trip dijadikan sebagai data produktivitas dari cantrang maupun *gillnet*. Berikut adalah data produktivitas (kg/trip) cantrang dan *gillnet* yang dioperasikan nelayan PPP Tegalsari menggunakan kapal berukuran 30 GT.



Gambar 4. Produktivitas dari alat tangkap cantrang dan *gillnet*

Gambar 4 menunjukkan bobot ikan yang didapatkan nelayan yang menggunakan cantrang, terendah (5900 kg), tertinggi 15.800 kg, dan rata-ratanya (9741,67 kg). Nilai ini lebih



tinggi dibanding bobot ikan yang didapatkan nelayan yang menggunakan *gillnet* yang hanya berkisar antara 4250 kg hingga 6000 kg. Hal ini menunjukkan cantrang lebih produktif dibanding *gillnet*.

### Jenis Ikan Hasil Tangkapan

Hasil tangkapan ikan dapat beragam jenisnya. Banyak faktor yang mempengaruhinya, salah satunya adalah kedalaman perairan, bentuk jaring dan cara pengoperasiannya. Cantrang dan *gillnet* merupakan dua alat tangkap yang berbeda dalam ketiga hal tersebut.

Jaring *gillnet* umumnya direndam pada kedalaman 5-20 m sehingga ikan yang ditargetkan adalah ikan-ikan pelagis (Aspirandi, 2015), sedangkan jaring cantrang direndam pada kedalaman 14-39 m sehingga umumnya didapatkan ikan demersal (ikan dasar) (Aoyama, 1973).

Organisme demersal merupakan kelompok makhluk hidup yang seluruh atau sebagian siklus kehidupannya berada di dasar atau dekat dengan dasar perairan, serta memiliki ruang gerak ruaya dan aktivitas yang tidak terlalu luas (Aoyama, 1973), sedangkan organisme pelagis adalah organisme yang hidup pada lapisan permukaan air sampai pertengahan. Organisme ini banyak ditemukan bergerombol (*schooling*) pada daerah *upwelling* karena banyak mengandung nutrisi yang menjadi sumber makanan mereka. Gerombolan ikan pelagis biasanya memiliki kesamaan ukuran (Susilo, 2010). Berikut adalah jenis-jenis ikan yang tertangkap pada jaring cantrang dan *gillnet* yang dioperasikan oleh nelayan PPP Tegalsari.

Tabel 1. Jenis ikan hasil tangkapan cantrang dan *gillnet*

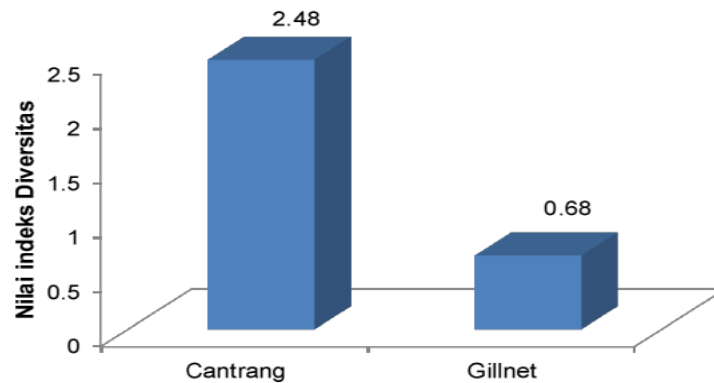
No.	Hasil Tangkapan Cantrang		Hasil Tangkapan <i>Gillnet</i>	
	Jenis Ikan	Bobot (kg)	Jenis Ikan	Bobot (kg)
1.	Bawal	300,00	Tenggiri	2958,33
2.	Coklatan	1133,33	Tongkol	2041,00
3.	Cumi	750,00		
4.	Guntor	250,00		
5.	Kakap	925,00		
6.	Kapasan	166,67		
7.	Kerapu	858,33		
8.	Kuniran	1316,67		
9.	Kurisi	333,33		
10.	Layur	583,33		
11.	Mata Besar	791,67		
12.	Pari	1233,33		
13.	Petek	900,00		
14.	Sebelah	200,00		

Tabel 1. menunjukkan bahwa ikan-ikan yang tertangkap jaring cantrang lebih beragam jenisnya dibanding jenis-jenis ikan yang tertangkap jaring *gillnet*. Ada 14 organisme yang tertangkap jaring cantrang, terdiri atas 13 jenis ikan dan 1 organisme non ikan (cumi). Ke 13 jenis ikan yang tertangkap cantrang termasuk ikan demersal (Wiyono, 2010; Sriati, 2011; Noiija *et al.*, 2014; Sarfila *et al.*, 2018; Sutjipto *et al.*, 2013). Di lain pihak, ikan yang tertangkap jaring *gillnet* hanya 2 jenis yakni Tongkol dan Tenggiri. Tongkol dan Tenggiri merupakan jenis ikan pelagis (Yuliana & Nurhasanah, 2017).

## Nilai Indeks Diversitas

Keragaman (diversitas) jenis ikan yang tertangkap oleh suatu alat tangkap dapat menunjukkan ketidakefektifan alat tangkap tersebut dalam mendapatkan hasil tangkapan yang sekaligus berkaitan dengan ketidakselektifan alat tangkap ikan dalam mendapatkan hasil tangkapan (Wiyono, 2006; Wiyono, 2011).

Nilai indeks diversitas minimal 0. Jika nilai indeks diversitas  $> 1$ , berarti keanekaragaman hasil tangkapan semakin tinggi dan selektivitas alat tangkap semakin rendah. Namun jika indeks diversitas nilainya dari 1 menuju 0, berarti keanekaragaman semakin rendah dan selektivitas alat tangkap semakin tinggi (Nugroho, Rosyid, & Fitri, 2015). Berikut adalah nilai indeks diversitas pada hasil tangkapan dari penggunaan alat tangkap cantrang dan *gillnet* yang dioperasikan nelayan PPP Tegalsari menggunakan kapal berukuran 30 GT.



Gambar 5. Nilai indeks diversitas hasil tangkapan cantrang dan *gillnet*

Gambar 5 menunjukkan nilai indeks diversitas pada hasil tangkapan cantrang sebesar 2,68. Nilai indeks diversitas dari hasil tangkapan cantrang ini jauh lebih tinggi dibanding nilai indeks diversitas dari hasil tangkapan *gillnet* yang hanya 0,68. Nilai indeks diversitas cantrang yang tinggi sehingga mendapatkan hasil tangkapan ikan yang lebih beragam baik jenis dan ukurannya dimungkinkan karena selain cantrang dioperasikan melalui proses penyapuan, juga karena ukuran mata jaring yang relatif kecil (1 inchi) (Nababan, Solihin, & Christian, 2018). Sementara *gillnet* dioperasikan dengan cara membentangkan jaring dengan arah berlawanan arus dengan ukuran mata jaring 2,25 inchi (Rahantan & Puspito, 2012).

Sejalan dengan hasil penelitian ini, Fahmi (2016) juga mendapatkan dari hasil penelitiannya, nilai indeks diversitas (keragaman) pada hasil tangkapan *gillnet* yang dioperasikan nelayan di Puger Jember Jawa Timur berada pada kisaran nilai 0,49 – 0,85. Nilai ini termasuk pada kriteria  $H' 1$  yang menunjukkan bahwa *gillnet* yang digunakan nelayan di Puger yang berarti juga *gillnet* yang dioperasikan nelayan PPP Tegalsari menggunakan kapal berukuran 30 GT memiliki tingkat keragaman yang rendah dan kisaran nilai ini yang menyebabkan alat tangkap ini termasuk ramah lingkungan.

Cantrang memiliki nilai indeks diversitas yang tinggi pada hasil tangkapannya. Hal ini berkaitan dengan jenis ikan/organisme yang didapatkan cantrang lebih beragam yakni ada 14 jenis, sedangkan hasil tangkapan *gillnet* hanya terdiri atas 2 jenis ikan (Tabel 1). Berdasarkan nilai indeks diversitas ini menunjukkan bahwa cantrang kurang selektif dalam mendapatkan ikan yang ditargetkan, sedangkan *gillnet* jauh lebih selektif dibanding cantrang. Artinya, cantrang kurang ramah lingkungan dibanding *gillnet*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Rata-rata jumlah *setting* dalam pengoperasian cantrang sebanyak 201 kali/trip, sedangkan *gillnet* hanya 25 kali/trip. Rata-rata lama *setting* dalam 1 kali operasi penangkapan ikan menggunakan cantrang adalah 1,08 jam, sedangkan *gillnet* 5 jam.
2. Produktivitas cantrang sebesar 9.741,67 kg/trip, sedangkan *gillnet* 5.000kg/trip.
3. Nilai indeks diversitas cantrang sebesar 2,48 sedangkan *gillnet* 0,68. Berdasarkan nilai indeks diversitas ini, cantrang masuk kategori alat tangkap tidak ramah lingkungan karena pada hasil tangkapannya beragam, sedangkan *gillnet* termasuk alat tangkap ramah lingkungan. *Gillnet* lebih selektif dalam mendapatkan ikan.

### Saran

*Gillnet* lebih disarankan untuk digunakan dalam kegiatan penangkapan ikan dibanding cantrang. Disarankan jumlah *setting* lebih ditingkatkan lagi supaya *gillnet* mendapatkan hasil tangkapan yang lebih tinggi lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aoyama T. (1973). *The Demersal Fish Stocks and Fisheries of South China Sea*. IPFC/SC/DEV/ 73/3. Rome.
- Asprandi, Y. (2015). *Optimalisasi Operasi Penangkapan Perikanan Gillnet di PPP Sungailiat Kavbupaten Bangka*. Tesis. Program Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan. Universitas Terbuka.
- Brower, J. E., & Zar J. H. (1990). *Field and Laboratory for General Ecology*. 3<sup>ed</sup>. Dubuque, Iowa: Wrn. C. Brown Publisher.
- Cahyani, R.T. (2013). *Kajian Penggunaan Cantrang terhadap Kelestarian Sumberdaya Ikan Demersal (Analisis Hasil Tangkapan Dominan yang Didaratkan di TPI Wedung Demak)* [Tesis]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Cristianawati, O., Pramonowibowo, & Hartoko, A. (2013). Analisis Spasial Daerah Penangkapan Ikan dengan Alat Tangkap Jaring Insang (Gill Net) di Perairan Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. 2(2):1-10.
- Ernawati, T., Nurulludin, & Atmadja, S. B. (2011). *Produktivitas, Komposisi Hasil Tangkapan dan Daerah Penangkapan Jaring Cantrang yang Berbasis di PPP Tegalsari, Tegal*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 17(3):193-200.
- Fahmi, M. M. K. (2016). *Komposisi Hasil Tangkapan Jaring Insang (Gill Net) Berdasarkan Cara Tertangkapnya di Instalasi Pelabuhan Perikanan Puger, Kabupaten Jember, Jawa Timur*. Tesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Gulland, J. A. (1983). *Fish Stock Assesment: A Manual of Basic Method*. New York (US): John Wiley and Sons. Inc.

- Hakim, L., & Nurhasanah. (2017). *Analisis Produktivitas, Dominansi dan Diversitas Hasil Tangkapan Gillnet (Studi Kasus di Pelabuhan Perikanan Pantai Tegalsari)*. Seminar Nasional Riset Inovatif 2017 ISBN: 978-602-6428-11-0.
- Hakim, L., Wiyono, E. S., & Wahyu, R. I. (2018). Kompetisi Alat Penangkapan Ikan Skala Kecil di Pelabuhan Perikanan Pantai Tegalsari. *Marine Fisheries*. 9(1): 107-116.
- Nababan, B. O., Solihin, A., & Christian, Y. (2018). *Dampak Sosial Ekonomi Kebijakan Larangan Pukat Hela dan Pukat Tarik di Pantai Utara Jawa. Laporan Penelitian. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Institut Pertanian Bogor.
- Noija, D., Martasuganda, S., Murdiyanto, B., & Taurusman, A. A. (2014). Potensi dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Demersal di Perairan Pulau Ambon Provinsi Maluku. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 5(1):55-64.
- Nugroho, H. A., Rosyid, A., & Fitri, A. D. P. (2015). Analisis Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi dan Proporsi Hasil Tangkapan Non Target pada Jaring Arad Modifikasi di Perairan Kabupaten Kendal. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. 4(1):1-11.
- Rahantan, A., & Puspito, G. (2012). Ukuran Mata dan Shortening yang Sesuai untuk Jaring Insang yang Dioperasikan di Perairan Tual. *Marine Fisheries*. 3(2):141-147.
- Riyanto, M., Purbayanto, A., Mawardi, W., & Suheri, N. (2011). *Kajian Teknis Pengoperasian Cantrang di Perairan Brondong, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur*. BULETIN PSP. XIX(1):97-104.
- Sarfila, H., & Arami, H. (2018). Pertumbuhan dan hubungan panjang berat Ikan Kapas-kapas (Gerresoyena) di Perairan Tondonggeu Kecamatan Abeli Kota Kendari. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*. 3(2):135-142.
- Sriati. (2011). *Kajian Bio Ekonomi Sumber daya Ikan Kakap Merah yang Didaratkan di Pantai Selatan Tasikmalaya, Jawa Barat*. *Jurnal Akuatika*. 11(2):79-90.
- Susilo, H. (2010). Analisis Bioekonomi pada Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis Besar di Perairan Bontang. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Pembangunan*. 7(1): 25-30.
- Sutjipto, D. O., Muhamad, S., Soemarno, & Marsoedi. (2013). Dinamika Populasi Ikan Kurisi (*Nemipterushexodon*) dar iSelat Madura. *IlmuKelautan*. 18(3):165-171.
- Wiyono, E. S., Yamada, S., Tanaka, E., Arimoto, T., & Kitakado. T. (2006). Dynamics of fishing gear allocation by fishers in small-scale coastal fisheries of Palabuhanratu Bay, Indonesia. *Fisheries Research Journal*.
- Wiyono, E. S. (2010). Komposisi, diversitas, dan produktivitas sumber daya ikan dasar di Perairan Pantai Cirebon, Jawa Barat. *Ilmu Kelautan*.15(4):214-220.
- Wiyono, E. S. (2011). Karakteristik Ikan Hasil Tangkapan Alat Tangkap “Illegal” di Pantai Utara Jawa Barat. *Jurnal Bumi Lestari*. 11(2):208-214.

Yuliana, E., & Nurhasanah. (2017). Laju Eksploitasi Ikan Tenggiri dan Tongkol di Kawasan Konservasi Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 18(1):44-55.

# KONTRIBUSI ANALISIS WAVELET DALAM PERMODELAN KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE

Ignatius Danny Pattirajawane

Lembaga Pengembangan Jejaring Klinik Pratama Atma Jaya, Jakarta

Email: dannyradja@yahoo.co.id

Demam berdarah dengue (DBD) merupakan salah satu masalah kesehatan yang dihadapi masyarakat urban yang tinggal di daerah tropis maupun subtropis. Metode yang umum dipergunakan dalam permodelan epidemi DBD adalah regresi poisson atau binomial negatif yang menggunakan variabel-variabel iklim seperti curah hujan, kelembaban dan suhu sebagai variabel independen, serta metode box-jenkins (ARIMA atau SARIMA). Akan tetapi metode-metode tersebut memiliki keterbatasan. Regresi data hitung gagal dalam menjelaskan kejadian luar biasa yang muncul sewaktu-waktu. Sedangkan metode box-jenkins kurang jelas dalam mendeskripsikan siklus-siklus dalam variabel dependen maupun independen dengan frekuensi yang berbeda-beda yang berperan pada setiap waktu. Dalam hal ini analisis wavelet memberi kontribusinya. Analisis wavelet merupakan pengembangan lebih jauh dari transformasi fourier berjendela (*windowed fourier transform*) yang memberikan kemudahan untuk mengkaji signal dalam multiresolusi atau pada berbagai frekuensi pada setiap waktu. Sebagai ilustrasi kontribusi analisis wavelet dalam kajian demam berdarah dengue ini digunakan data sekunder dari publikasi penelitian berupa jumlah kasus DBD, curah hujan, kelembaban dan suhu di Banjarbaru periode 2004 – 2013. Dilakukan permodelan regresi poisson dan binomial negatif pada data. Plot kedua permodelan dibandingkan. Kemudian dilakukan juga permodelan metode box-jenkins. Analisis wavelet dilakukan dengan melakukan transformasi wavelet kontinu dan dilakukan perhitungan koherensi wavelet antara variabel dependen dengan variabel independen. Hasil pengolahan data memperlihatkan pada regresi data hitung, regresi binomial negatif memberikan nilai uji kecocokan yang lebih baik daripada regresi poisson, namun memberikan kurang prediksi yang baik pada saat terjadi lonjakan epidemi. Metode box-jenkins memberikan hasil yang lebih baik termasuk saat lonjakan terjadi dengan SARIMA (1,0,1)(0,1,1)<sub>12</sub>. Koherensi wavelet memberikan hasil yang signifikan untuk jumlah kasus dan curah hujan pada siklus dengan periode 8 – 14 bulan dalam periode awal dan akhir data observasi; untuk jumlah kasus dan kelembaban pada siklus 8 – 14 bulan pada awal, pertengahan dan akhir data observasi serta juga memperlihatkan dominasi siklus panjang 18 – 28 bulan pada pertengahan data observasi; untuk jumlah kasus dan suhu pada siklus 20 – 24 bulan sepanjang data observasi, 8 – 12 bulan pada pertengahan data observasi dan 6 – 8 bulan pada awal dan akhir data observasi.

Kata kunci: koherensi wavelet, korelasi-silang wavelet, transformasi wavelet kontinu, wavelet morlet

## PENDAHULUAN

Demam berdarah dengue merupakan salah satu masalah kesehatan yang dihadapi kota-kota di wilayah tropis maupun subtropis. Sejalan dengan urbanisasi, peningkatan jumlah dan kepadatan penduduk di kota dan globalisasi, epidemi dengue muncul dalam frekuensi dan jumlah yang semakin meningkat (Gubler, 2011). Hal tersebut diperburuk oleh munculnya serotipe virus dengue yang berbeda-beda (Gubler, 2011) sehingga menyulitkan imunitas suatu populasi mengatasi infeksi dengue yang muncul kembali. Peningkatan perdagangan yang menyebabkan globalisasi merupakan faktor yang mendorong penyebaran virus dengue ke wilayah lain.

Demam dengue disebabkan oleh virus dengue yang masuk dalam genus *Flaviviridae* dan ditularkan melalui vektor nyamuk *Aedes sp.* Sudah ada empat serotipe virus dengue yang dikenal. Gubler (2011) memperlihatkan di daerah tropis Amerika, tahun 1977 ditandai dengan kemunculan epidemi dengue dengan serotipe 1 (DEN-1), kemudian diikuti dengan DEN-2 dan DEN-4 pada tahun 1981 dan DEN-3 pada tahun 1994. Keempat serotipe virus dengue tersebut berasal dari Asia (Gubler, 2011).

Untuk kasus dengue di Indonesia studi Karyanti dan Hadinegoro (2009) telah mempelajari virologi epidemi di sejumlah wilayah di Indonesia tahun 1968 – 2009. Keempat

serotipe telah diidentifikasi, namun DEN-3 berkaitan dengan infeksi yang lebih berat dan fatal. Karena kaitan penularan infeksi dengue yang berhubungan dengan nyamuk *Aedes sp*, maka peningkatan periodik kasus dengue seringkali dikaitkan dengan faktor-faktor yang iklim yang mengkondisikan keadaan untuk pengembangbiakan vektor penyakit tersebut. Sukowati (2010) telah memperlihatkan hubungan kasus dengue dengan curah hujan, di mana diperlihatkan dalam plot kurva bahwa curah hujan memiliki pola oskilasi yang hampir sama dengan pola oskilasi kasus dengue dengan jeda waktu puncak 1 – 2 bulan. Waktu puncak curah hujan mendahului kasus dengue (Sukowati, 2010).

Curah hujan bukan satu-satunya faktor iklim yang telah diteliti memengaruhi kejadian kasus dengue. Fan *et al.* (2015) melakukan telaah sistematis (*systematic review*) dan meta-analisis pengaruh perubahan suhu terhadap jumlah kejadian dengue serta memperlihatkan bahwa odd ratio kejadian dengue akan meningkat bertahap pada suhu dari 22°C hingga 29°C.

Faktor iklim lain yang sering dilibatkan sebagai prediktor kasus dengue adalah kelembaban udara. Tidak jarang pula penelitian-penelitian menggunakan lebih dari satu parameter iklim dalam permodelan. Lu *et al.* (2009) menggunakan prediktor iklim suhu minimal dan kelembaban minimal dalam permodelan kasus dengue menggunakan *generalized estimation equation (GEE) poisson* untuk daerah penelitian di Guangzhou, Tiongkok; Huang *et al.* (2013) menggunakan prediktor suhu minimum, kelembaban relatif dan curah hujan untuk kasus dengue impor di Cairn, Australia dalam periode tahun 2000 – 2009 dengan metode *general linear model (GLM) binomial negatif hurdle*; Johansson *et al.* (2008) menggunakan prediktor suhu dan curah hujan di Puerto Rico periode bulan Juli 1986 – Desember 2006 pada model regresi poisson.

Pada penelitian di Indonesia yang menggunakan prediktor iklim pada permodelan kasus dengue, Tarmana (2013) menggunakan prediktor curah hujan dan suhu pada kasus dengue di Jakarta dengan data tahun 1980 – 2010 menggunakan metode regresi logistik ordinal; Fakhruddin *et al.* (2019) menggunakan curah hujan dan kelembaban relatif di Jakarta periode tahun 2008 – 2016 dengan metode *clustering integrated multiple regression*; Zubaidah, Ratodi & Marlinae (2016) menggunakan prediktor curah hujan, kelembaban dan suhu untuk periode data tahun 2004 – 2013 menggunakan metode analisis jalur.

Telaah sistematis yang dilakukan oleh Naish *et al.* (2014) yang telah menyeleksi 16 artikel dari 531 artikel yang berkaitan dengan permodelan kuantitatif kasus dengue dengan perubahan iklim. Metode permodelan kuantitatif yang digunakan adalah analisis wavelet (25%), berbagai jenis regresi (25%), analisis deret waktu *box-jenkins SARIMA* (12.5%) dan berbagai metode lainnya dalam jumlah yang lebih kecil seperti *general additive mixed (GAM)*, model spasial, model non-linear, model multivariate dan *global circulation model (GCM)*.

Kami akan mengkaji tiga metode terbanyak yang ditemukan Naish *et al.* (2014) dalam permodelan kuantitatif kasus dengue dengan parameter-parameter iklim sebagai prediktor yakni metode analisis wavelet, regresi dan analisis deret waktu *box-jenkins*. Dipandang dari penggunaan secara historis, metode regresi adalah metode statistik yang lebih dulu digunakan dibandingkan kedua metode yang lain. Setelah itu baru disusul metode analisis deret waktu *box-jenkins* dan kemudian yang termuktahir analisis wavelet.

Dalam telaah sistematis yang lain, Imai & Hashizume (2015) yang telah menyeleksi 33 artikel penelitian (13 di antaranya tentang dengue) dari 2598 artikel dalam permodelan penyakit infeksi dengan faktor lingkungan dengan metode analisis regresi menunjukkan bahwa metode

regresi yang paling sering digunakan adalah regresi poisson yang umumnya dikenal sebagai *general linear model* (GLM) dengan distribusi Poisson. Pada sebagian besar penelitian yang menggunakan regresi poisson tersebut seringkali menghadapi masalah overdispersi sehingga distribusi yang digunakan perlu mengadopsi model quasi-poisson atau binomial negatif.

Beberapa penelitian di Indonesia menggunakan regresi poisson atau binomial negatif dalam permodelan kasus dengue. Utami (2013) dan Fatmasari (2014) menggunakan pendekatan binomial negatif untuk mengatasi data berdistribusi poisson yang mengalami overdispersi. Widodo & Ariani (2018) menunjukkan bahwa regresi binomial memodelkan kasus dengue dengan lebih baik dibandingkan regresi poisson di daerah penelitian Jawa Tengah tahun 2016.

Dalam menggunakan metode analisis deret waktu box-jenkins, permodelan umumnya melibatkan faktor musiman (seasonal ARIMA atau SARIMA). Luz *et al.* (2008) menggunakan ARIMA (2,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub> dalam memodelkan insidens dengue di Rio de Janeiro, Brazil tahun 1997 – 2004, sedangkan Gharbi *et al.* (2011) ARIMA (0,1,1)(0,1,1)<sub>12</sub> digunakan dengan baik untuk memodelkan insidens dengue di Guadeloupe tahun 2000 – 2006.

Mengingat demam berdarah dengue masih menjadi masalah kesehatan di kota-kota Indonesia, maka permodelan matematis kasus tersebut merupakan salah satu perangkat untuk membantu pemangku kepentingan untuk mengenali pola epidemi dengue dalam rangka mengantisipasi kejadian luar biasa atau wabah.

Pada artikel ini kami bermaksud mengkaji kinerja tiga metode yang paling sering digunakan dalam permodelan dengue dengan prediktor parameter-parameter iklim yakni regresi hitung poisson (dan binomial negatif), analisis deret waktu *box-jenkins* dan analisis wavelet. Adapun tujuan penelitian ini adalah:

Pertama, menggunakan ketiga model tersebut pada data observasi kongret dan membandingkan hasilnya. Secara khusus penelitian ini bermaksud untuk memperoleh nilai-nilai estimasi parameter-parameter regresi poisson dan binomial negatif, serta membandingkan dan memilih yang terbaik dari model-model tersebut;

Kedua, melihat kelebihan dan kekurangan model-model tersebut. Secara khusus penelitian ini bermaksud untuk melihat kontribusi analisis wavelet untuk menutup kekurangan dari dua model sebelumnya.

## **METODE PENELITIAN**

### *Pengambilan data*

Data yang dipergunakan berupa data sekunder dari publikasi penelitian Zubaidah, Ratodi, & Marlinae (2016) berupa jumlah kasus DBD yang dilaporkan Puskesmas dan Rumah Sakit ke Dinas Kesehatan Kota Banjarbaru; data yang terkait dengan iklim seperti curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara dalam penelitian tersebut diperoleh dari laporan Badan Meterologi dan Geofisika (BMKG) Klas I Stasiun Klimatologi Banjarbaru dan BMKG Klas II Stasiun Klimatologi Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin. Data-data tersebut merupakan data observasi per bulan dalam periode tahun 2004 – 2013 (120 observasi untuk tiap variabel).

### *Pengolahan data*

Permodelan data hitung dengan regresi poisson dan binomial negatif dilakukan dengan Eview 9; permodelan metode *box-jenkins* dilakukan dengan SPSS 21; analisis wavelet



dilakukan dengan Matlab R2015a melalui toolbox wavelet-coherence yang dikembangkan oleh A. Grinsted.

### Permodelan Linear dengan Regresi Hitung Poisson dan Binomial negatif

Pada permodelan regresi data hitung poisson fungsi densitas probabilitas suatu variabel dependen  $y_i$  yang ditentukan (dikondisikan) oleh vektor variabel regresor  $x_i$  dinyatakan sebagai berikut (Cameron & Trivedi, 1998):

$$f(y_i|x_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}, \quad y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

dengan nilai ekspektasi atau mean:

$$E(y_i|x_i) = \mu_i = \exp(x_i' \beta) \quad (2)$$

di mana  $x_i'$  adalah transpos terhadap vektor regresor dan  $\beta$  adalah vektor parameter atau koefisien variabel independen yang akan diestimasi.

Persamaan log-likelihood dan estimasi dengan pemaksimalan *likelihood* pada nilai observasi sebanyak  $N$  yang dianggap independen pada model tersebut dinyatakan dengan (Cameron & Trivedi, 1998; Montgomery, Peck & Vinning, 2012):

$$\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^N \{y_i x_i' \beta - \exp(x_i' \beta) - \ln y_i!\} \quad (3)$$

Metode komputasi standar yang digunakan untuk menghitung nilai estimasi parameter adalah metode iterasi newton-rhapson, di mana konvergensi dijamin sebab fungsi log-likelihood konkaf secara global (Cameron & Trivedi, 1998; Montgomery, Peck, & Vinning, 2012).

Bila variabel dependen berdistribusi binomial negatif dengan besar variansi  $\sigma_i^2 = \mu_i + \alpha \mu_i^2$ , di mana  $\alpha$  adalah suatu besaran skalar tertentu, maka fungsi densitas probabilitasnya menjadi:

$$f(y_i|\mu_i, \alpha) = \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\alpha^{-1})} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu_i}\right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu_i}{\mu_i + \alpha^{-1}}\right)^{y_i} \quad (4)$$

di mana  $\Gamma(\cdot)$  adalah fungsi gamma. Dengan mengingat  $\mu_i = E(f(y_i|\mu_i, \alpha)) = \exp(x_i' \beta)$  maka persamaan log-likelihood untuk persamaan (6) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\ln L(\alpha, \beta) = \sum_{i=1}^N \left\{ \left( \sum_{j=0}^{y_i-1} \ln(j + \alpha^{-1}) \right) - \ln y_i! - (y_i + \alpha^{-1}) \ln(1 + \alpha \exp(x_i' \beta)) \right. \\ \left. + y_i \ln \alpha + y_i x_i' \beta \right\} \quad (5)$$

Dalam artikel ini variabel dependennya adalah jumlah kasus dengue, sedangkan vektor variabel independennya (regresor) terdiri atas tiga variabel yakni curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara.

### Permodelan dengan Metode Box-Jenkins

Bila pada permodelan regresi hitung sebelumnya variabel dependen ditentukan oleh regresor, dalam permodelan metode box-jenkins ini konstruksi model didasarkan melulu hanya pada data variabel dependen. Regresor dalam metode *box-jenkins* adalah jeda (*lag*) tertentu dari data deret waktu yang akan dimodelkan itu sendiri. Dan karena itulah dinamakan otoregresi.

Dua proses penting dalam deret waktu Box-Jenkins adalah rata-rata bergerak (*moving average* = MA) dan otoregresi (*autoregression* = AR). Proses campuran memuat elemen rata-rata bergerak maupun otoregresif disebut  $ARMA(p, q)$  yang dinyatakan dengan persamaan (Box, Jenkins, & Reinsel, 1994; Makridakis, Wheelright, & McGee, 1999):

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (6a)$$

Di sini  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  dan  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  merupakan nilai-nilai parameter yang akan diestimasi. Akan dikenalkan operator mundur (*backward operator*)  $B^k$  di mana  $B^k(X_t) = X_{t-k}$ , maka persamaan (6a) dapat dituliskan kembali dengan operator mundur sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) X_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (6b)$$

$$\phi(B) X_t = \theta(B) \varepsilon_t \quad (6c)$$

Suatu proses non-stasioner dapat ditambahkan pada proses  $ARMA(p, q)$  yaitu dengan membuat selisih tiap variabel  $X_t$  dengan variabel jeda ke-1-nya  $X_t - X_{t-1}$  dan kemudian persamaan deret waktu baru  $ARIMA(p, 1, q)$  yang dinyatakan dengan

$$\phi(B)(1 - B) X_t = \theta(B) \varepsilon_t \quad (7a)$$

Operator  $(1 - B)$  dapat ditulis dengan simbol lain  $\nabla$ . Operasi selisih ini dapat diteruskan hingga orde ke- $d$  atau  $ARIMA(p, d, q)$  yang dinyatakan sebagai berikut (Box, Jenkins & Reinsel, 1994; Makridakis, Wheelright, & McGee, 1999):

$$\phi(B) \nabla^d X_t = \theta(B) \varepsilon_t \quad (7b)$$

Apabila data deret waktu memuat efek musiman, maka permodelan ARIMA musiman (*seasonal*) dapat dipertimbangkan. Model ARIMA musiman atau SARIMA yang disimbolkan sebagai  $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^S$  dapat dinyatakan sebagai (Box, Jenkins, & Reinsel, 1994; Makridakis, Wheelright, & McGee, 1999):

$$\phi(B) \Phi(B) \nabla^d \nabla^D X_t = \theta(B) \Theta(B) \varepsilon_t \quad (8)$$

### Kriteria Pemilihan Model

Untuk menentukan model terbaik dari berbagai model maka diperlukan suatu kriteria yang sama yang dijadikan acuan. Pada artikel ini dipilih dua kriteria yakni  $R^2$  dan BIC (*Bayesian Information Criterion*) atau sering disebut juga sebagai SIC (*Schwarz Information Criterion*). Alasan pemilihan kedua kriteria tersebut adalah karena keduanya merupakan kriteria yang cukup dikenal dan perhitungannya dilakukan oleh aplikasi statistik umumnya.

Dalam kriteria penilaian, semakin besar nilai  $R^2$ -nya, semakin baik pula kecocokan model terhadap data historis. Pada BIC semakin kecil nilainya, semakin baik kecocokan model terhadap data historis. BIC mempertimbangkan juga jumlah parameter yang diestimasi. Semakin banyak parameter yang diestimasi akan memperbesar nilai kriteria sehingga memperburuk model. Dengan kata lain BIC mempertimbangkan aspek efisiensi dari model.

### Analisis Wavelet

Analisis spektral merupakan salah satu metode yang digunakan dalam analisis deret waktu, di mana data deret waktu didekomposisi menjadi beberapa signal dengan frekuensi yang berlainan (Makridakis, Wheelright, & McGee, 1999; Box, Jenkins, & Reinsel, 1994). Analisis *fourier* (transformasi fourier) adalah metode matematis yang sering digunakan dalam melakukan pendekomposisian data deret waktu tersebut (Box, Jenkins, & Reinsel, 1994).

Penyajian analisis spektral umumnya menampilkan plot spektrum garis atau spektrum kuasa dengan frekuensi (atau periode) sebagai sumbu horizontal dan spektrum atau intensitas atau transformasi fourier atas fungsi otokovariansi sebagai sumbu vertikal (Makridakis, Wheelright, & McGee, 1999; Box, Jenkins, & Reinsel, 1994).

Akan tetapi, analisis spektral menggunakan transformasi fourier memiliki kelemahan. Pertama, transformasi fourier menggunakan suku-suku trigonometris seperti sinus dan kosinus sehingga menggandaikan data deret waktunya stasioner. Kedua, analisis spektral mengabaikan dimensi waktu. Terdapat kebutuhan untuk menjelaskan perubahan spektrum selama waktu observasi tertentu. Hal ini memotivasi analisis waktu-frekuensi (Cohen, 1995). Ketiga, Kaiser (1994) menjelaskan bahwa transformasi fourier berjendela memiliki keterbatasan dalam analisis waktu-frekuensi karena munculnya fenomena aliasing komponen frekuensi tinggi dan rendah di luar batas frekuensi jendela (Torrence & Compo, 1998). Keempat, analisis waktu-frekuensi yang menggunakan transformasi fourier durasi-pendek (*short-time fourier analysis*) yang dirintis oleh Gabor menggunakan fungsi jendela Gaussian yang dinilai bereskilasi terlalu besar pada frekuensi tinggi namun terlalu kecil pada frekuensi rendah sehingga menyebabkan instabilitas numeric pada perhitungan koefisien-koefisien fourier (Kahane & Lemarié-Rieusset, 1995). Hal ini mendorong Morlet mengembangkan waveletnya sendiri (Kahane & Lemarié-Rieusset, 1995).

Analisis wavelet merupakan perangkat analitik umum yang digunakan untuk menjelaskan perubahan intensitas (spektrum) pada data deret waktu. Perubahan spektrum tersebut disajikan dalam ruang waktu-frekuensi sehingga memberikan keterangan kepada seseorang kekuatan perubahan frekuensi dalam selang waktu tertentu (Torrence & Compo, 1998). Dalam selang waktu observasi tertentu dapat terjadi suatu lonjakan-lonjakan nilai data yang tidak periodik sehingga sulit didekomposisi dengan analisis fourier yang cocok untuk data deret waktu yang stasioner. Analisis wavelet dipandang metode analisis yang lebih baik untuk deret waktu yang non-stasioner (Torrence & Compo, 1998; Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004 ; Ehelepola *et al.*, 2015).

Sebagaimana analisis *fourier*, langkah pertama untuk melakukan analisis ialah melakukan transformasi wavelet atas data deret waktu. Kemudian untuk melihat hubungan antara dua deret waktu maka akan digunakan transformasi wavelet-silang dan koherensi wavelet.

Ada dua jenis transformasi wavelet: transformasi wavelet kontinu dan transformasi wavelet diskrit (Daubechies, 1992). Transformasi wavelet diskrit merupakan representasi kompak data dan bermanfaat untuk reduksi bising dan kompresi data. Sedangkan transformasi wavelet kontinu baik digunakan untuk keperluan ekstraksi ciri (*feature*)  $W$  tertentu dari data (Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004).

Pada artikel ini mengingat wavelet akan digunakan untuk mengekstraksi dekomposisi wavelet dari data deret waktu, maka transformasi wavelet yang digunakan adalah transformasi wavelet kontinu. Grinsted, Moore, & Jevreva (2004) menyatakan bahwa untuk tujuan tersebut wavelet kontinu morlet pilihan yang baik sebab menyediakan keseimbangan yang baik untuk lokalisasi waktu dan frekuensi. Wavelet morlet dinyatakan dengan:

$$\psi_0(\eta) = \pi^{-\frac{1}{4}} e^{-i\omega_0\eta} e^{-\frac{1}{2}\eta^2} \quad (9)$$

Di sini  $\eta$  dapat dinyatakan dalam skala waktu  $\eta = st$  di mana  $s$  adalah skala dan  $t$  waktu. Transformasi wavelet kontinu deret waktu  $X_n, n = 1, 2, \dots, N$  dengan selang waktu  $\delta t$

yang uniform merupakan suatu konvolusi  $X_n$  dengan wavelet berskala dan ternormalkan. Untuk transformasi wavelet kontinu dengan wavelet morlet dinyatakan sebagai berikut:

$$W_n^X(s) = \sqrt{\frac{\delta t}{s}} \sum_{n'=1}^N X_{n'} \psi_0 \left[ (n' - n) \frac{\delta t}{s} \right] \quad (10)$$

Pada persamaan di atas  $n$  merupakan indeks translasi yang mengikuti indeks data observasi. Untuk penentuan skalanya ditetapkan berdasarkan pengalaman empirik. Oleh Torrence & Compo (1998) skala ditentukan sebagai pangkat dari dua:

$$s_j = s_0 2^{j\delta j}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, J \quad (11a)$$

$$J = \delta j^{-1} \log_2(N\delta t/s_0) \quad (11b)$$

di mana  $\delta j$  untuk wavelet morlet masih baik bila maksimal ditetapkan sekitar 0.5,  $\delta t$  selang waktu antar observasi yang dianggap uniform; sedangkan  $s_0 = 2\delta t$ . Demikian juga berdasarkan pengalaman empirik, nilai untuk  $\omega_0$  yang dipergunakan adalah 6 (Torrence & Compo, 1998; Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004).

Wavelet morlet bernilai kompleks di mana argumen kompleksnya dapat dipandang sebagai fase lokal (Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004) atau dinyatakan dengan  $\tan^{-1}[\text{Im}\{W_n^X(s)\}/\text{Re}\{W_n^X(s)\}]$ ; dan amplitudonya dinyatakan sebagai  $|W_n^X(s)|$  (Torrence & Compo, 1998). Simbol *Im* dan *Re* masing-masing menyatakan bagian imajiner dan bagian real dari fungsi kompleks.

Kuasa (*power*) dari wavelet dinyatakan dengan  $|W_n^X(s)|^2 = W_n^X W_n^{X*}$ . Simbol \* adalah untuk menandai fungsi kompleks sekawan (konjugat). Perhitungan kuasa ini identik dengan spektrum kuasa pada analisis spektral yang bermakna sebagai kekuatan atau intensitas wavelet. Dalam penyajian ruang waktu-frekuensi yang memiliki dua dimensi, spektrum kuasa wavelet umumnya dalam gradasi warna, di mana semakin terang warnanya semakin tinggi intensitasnya dan sebaliknya. Dalam aplikasi wavelet-coherence yang ditulis Grinsted warna kuning mengacu pada spektrum kuasa wavelet yang lebih kuat, sedangkan warna biru lebih lemah.

Dalam perhitungan spektrum kuasa wavelet perlu diperhatikan efek tepi (*edge effect*) yang menyebabkan penurunan spektrum kuasa dengan faktor  $e^{-2}$  pada bagian awal dan akhir. Hal ini disebabkan transformasi wavelet kontinu tidak terlokalisasi terhadap waktu secara lengkap (Torrence & Compo, 1998; Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004). Karena pengaruh efek tepi tersebut dikonstruksilah plot kerucut pengaruh di mana periode yang bernilai lebih besar plot kerucut pengaruh tersebut terkena dampak perlemahan spektrum kuasa wavelet dengan faktor  $e^{-2}$  tersebut.

Selanjutnya ialah bagaimana menilai bahwa spektrum kuasa wavelet benar-benar signifikan secara statistik. Dengan kata lain bagaimana kita menilai bahwa intensitas spektrum kuasa yang dimaksud benar-benar berbeda dengan signifikan dengan nilai spektrum kuasa yang lain dalam ruang waktu-frekuensi. Torrence & Compo (1998) berpendapat bahwa data deret waktu dalam bidang geofisika dapat dimodelkan dengan baik sebagai proses otoregresi jeda 1 (*autoregressive lag 1 / AR1*). Dengan mengasumsikan bahwa spektrum kuasa latar adalah AR1 atau bising merah (*red noise*), maka hipotesis nol yang dikonstruksi adalah tidak ada perbedaan antara spektrum kuasa wavelet dengan spektrum kuasa AR1.

Seperti juga spektrum kuasa AR1 yang mengikuti distribusi *chi-square* berderajat bebas dua, demikian pula spektrum kuasa wavelet (Box, Jenkins, & Reinsel, 1994, Torrence & Compo, 1998; Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004).

$$\frac{|W_n^X(s)|^2}{\sigma_X^2} \sim \frac{1}{2} P_k^2 \chi_2^2 \quad (12)$$

Dalam ekspresi (19) di atas  $\sigma_X^2$  adalah variansi dari deret waktu  $X$ ,  $P_k^2$  adalah spektrum kuasa AR1 pada frekuensi  $k$  yang berhubungan dengan skala  $s$ , dan  $\chi_2^2$  adalah distribusi *chi-square* dengan derajat kebebasan 2.

Untuk melihat apakah dua deret waktu dalam ruang waktu frekuensi memiliki intensitas bersama yang tinggi maka dapat dilakukan perhitungan transformasi wavelet silang. Transformasi wavelet silang pada dua data deret waktu  $X_n$  dan  $Y_n$  dapat dinyatakan sebagai hasil kali dari masing-masing transformasi wavelet kedua deret waktu tersebut:  $W_n^{XY} = W_n^X W_n^{Y*}$ . Spektrum kuasa wavelet silang dinyatakan sebagai  $|W_n^{XY}(s)|$ .

Distribusi transformasi wavelet silang teoritis bila masing-masing spektrum kuasa deret waktunya  $P_k^X$  dan  $P_k^Y$  adalah (Torrence & Compo, 1998; Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004):

$$\frac{|W_n^{XY}(s)|^2}{\sigma_X^2} \sim \frac{Z_\nu(p)}{\nu} \sqrt{P_k^X P_k^Y} \quad (13)$$

Nilai untuk  $\nu = 1$  adalah  $Z_\nu(0.95) = 2.182$  pada wavelet bernilai real dan untuk  $\nu = 2$  adalah  $Z_\nu(0.95) = 3.999$  pada wavelet bernilai kompleks.

Sedangkan untuk menghitung adanya hubungan kausalitas antara kedua deret waktu maka dihitung koherensi wavelet. Koherensi wavelet merupakan kuadrat dari transformasi silang wavelet yang dinormalkan dengan spektrum kuasa masing-masing spektrum kuasa deret waktu atau yang dinyatakan sebagai berikut (Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004; Ehelepola, et al., 2015):

$$R_n^2(s) = \frac{|S(s^{-1}W_n^{XY}(s))|^2}{S(s^{-1}|W_n^X(s)|^2)S(s^{-1}|W_n^Y(s)|^2)} \quad (14)$$

Pada persamaan di atas  $S$  merupakan operator penghalus. Operasi penghalusan dilakukan dalam waktu dan skala sebelum menghitung nilai mutlak persamaan (20). Untuk rincian operator penghalus tersebut (Grinsted, Moore, & Jevreva, 2004; Torrence & Compo, 1998).

Dalam menilai signifikansi koherensi wavelet Grinsted, Moore, & Jevreva (2004) menggunakan metode monte carlo dengan mengambil bising merah AR1 sebagai latar belakang sebagaimana pada transformasi wavelet silang. Fase koherensi dapat dihitung sebagai  $\tan^{-1}[Im\{W_n^{XY}(s)\}/Re\{W_n^{XY}(s)\}]$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada artikel ini, permodelan regresi hitung dengan model poisson maupun binomial negatif dikerjakan dengan aplikasi statistik Eview 9, di mana komputasi parameternya dilakukan dengan metode newton-rhapson/marquardt step dan perhitungan matriks kovarians dengan matriks Hessian yang terobservasi.

Tabel 1. Nilai Estimasi Parameter Pada Model Poisson, Binomial Negatif Dan Binomial Negatif Dengan Variabel Yang Signifikan Saja

Model	Variabel	Koefisien	Std Error	Prob.	R <sup>2</sup>	BIC
<b>Model Poisson</b>	Konstanta	-25.20350	2.864733	0.0000	0.223871	12.13482
	Curah hujan	-0.000256	0.000315	0.4172		
	Kelembaban	0.268981	0.019472	0.0000		
	Suhu	0.179983	0.061384	0.0034		
<b>Model Binomial Negatif</b>	Konstanta	-18.18755	8.512399	0.0326	0.207551	5.936389
	Curah hujan	3.57E-05	0.001155	0.9753		
	Kelembaban	0.208790	0.044764	0.0000		
	Suhu	0.103768	0.239280	0.6645		
<b>Model Binomial Negatif dengan variabel signifikan</b>	Konstanta	-14.85138	2.354176	0.0000	0.203771	5.857635
	Kelembaban	0.202214	0.028351	0.0000		

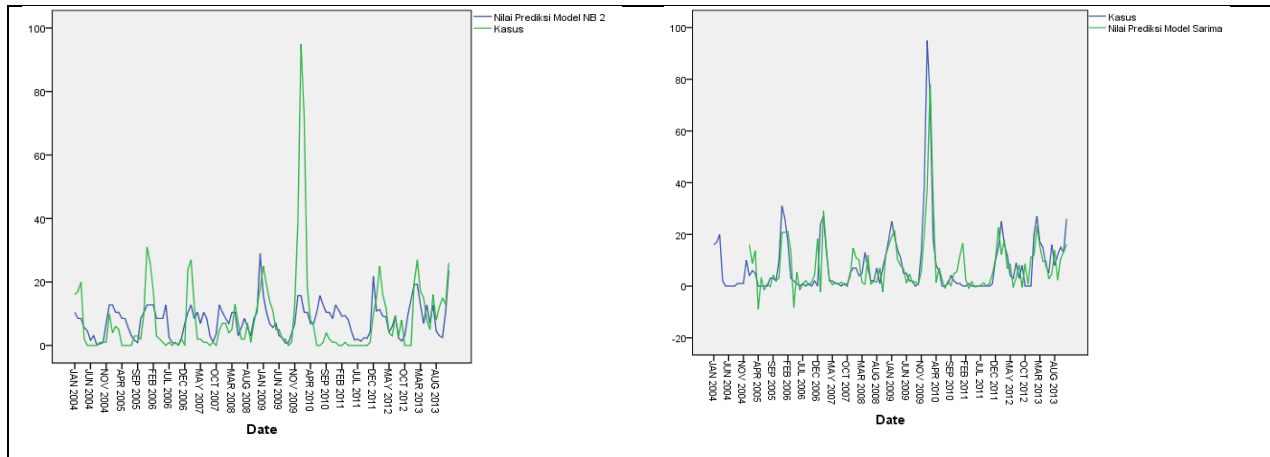
Pada permodelan regresi hitung, dengan kriteria R<sup>2</sup> model poisson memberikan nilai sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan model binomial negatif. Akan tetapi, model BIC memberikan nilai yang jauh lebih baik (lebih rendah) untuk model binomial negatif daripada model poisson (tabel 1). Nilai BIC terbaik (terendah) diberikan oleh model binomial dengan variabel signifikan saja, meski model ini memiliki nilai R<sup>2</sup> sedikit lebih rendah daripada model binomial negatif yang melibatkan semua variabel regresor.

Estimasi terbaik untuk model box-jenkins untuk data deret waktu kasus dengue diberikan oleh *expert modeller* perangkat lunak SPSS versi 21 berupa Sarima (1,0,1)(0,1,1)<sub>12</sub>. Tabel 2 menunjukkan nilai estimasi parameter model tersebut. Kriteria statistik kecocokan dari model Sarima ini memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan ketiga model regresi hitung sebelumnya. Hal ini ditunjukkan dengan plot nilai estimasi model box-jenkins yang lebih baik dibandingkan plot estimasi model binomial negatif dengan variabel signifikan (Gambar 1). Terlihat bahwa model regresi hitung tidak dapat mengikuti fluktuasi-fluktuasi tinggi dari data deret waktu, sedangkan metode box-jenkins lebih baik dalam mengikuti fluktuasi-fluktuasi tinggi tersebut.

Tabel 2. Nilai Estimasi Parameter Pada Model Box-Jenkins

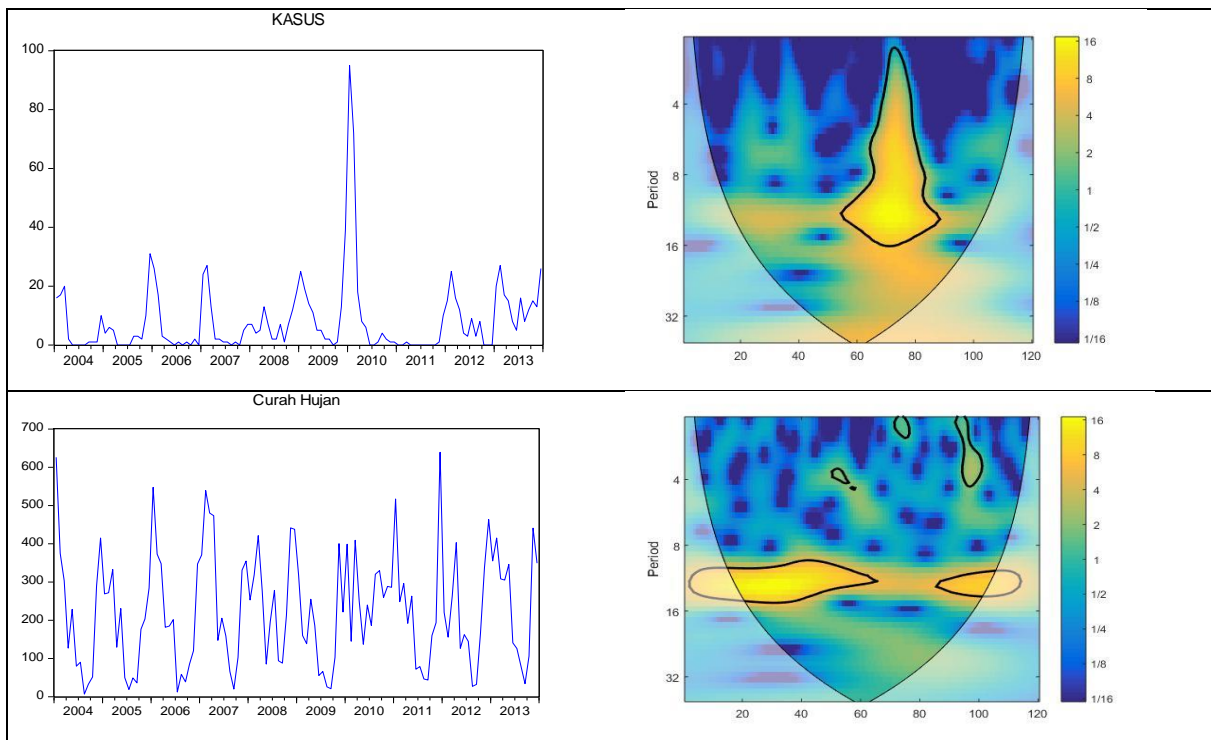
Variabel	Jeda	Estimasi	Std. Error	Sig.	R <sup>2</sup> , BIC
<b>AR</b>	Jeda 1	0.466	0.113	0.000	R <sup>2</sup> = 0.587 BIC = 4.459
<b>MA</b>	Jeda 1	-0.474	0.114	0.000	
<b>Beda Musiman</b>		1			
<b>MA, Musiman</b>	Jeda 1	0.930	0.327	0.005	

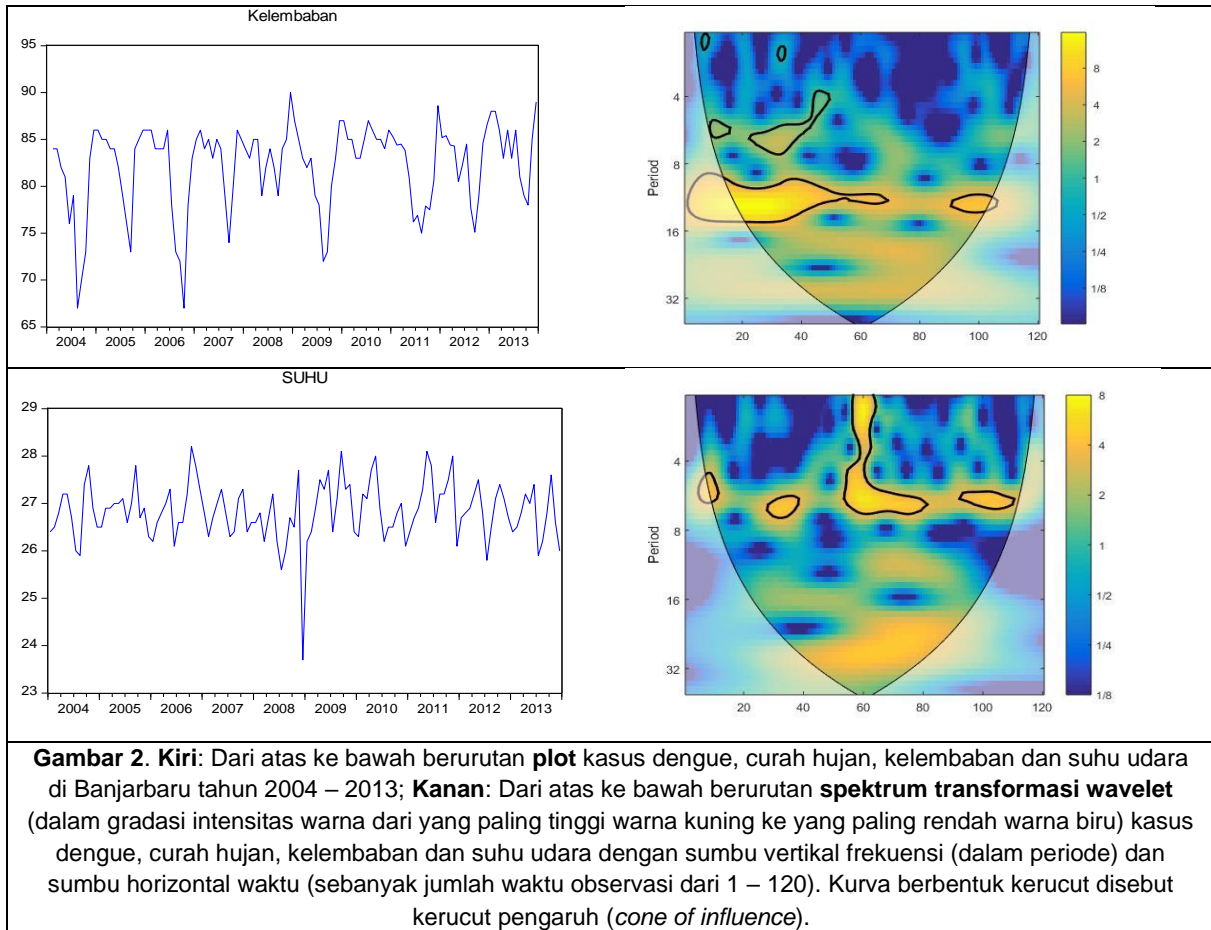
Permodelan regresi hitung poisson dan binomial negatif dalam penelitian ini tidak melibatkan suku otoregresi ke dalamnya. Pada telaah sistematis Imai dan Hashizume (2015), pelibatan suku otoregresif merupakan teknik permodelan regresi yang lazim dilakukan. Lu *et al.*, (2009) memasukan suku otoregresif jeda 1 atau AR(1) ke dalam model GEE poisson. Huang *et al.*, (2013) mengikutsertakan suku-suku otoregresif hingga jeda dua, yakni AR(1) dan AR(2), dalam model regresi binomial negatif *hurdle*.



Gambar 1. Kiri: Plot kasus dengue di Banjarbaru tahun 2004-2013 (hijau) dan plot nilai estimasi model **regresi binomial negatif** variabel signifikan (biru); Kanan: plot kasus dengue (biru) dengan plot nilai estimasi model **Sarima (1,0,1)(0,1,1)<sub>12</sub>**

Pada model yang terakhir kita diinformasikan bahwa data deret waktu kasus dengue di Banjarbaru tahun 2004 – 2013 memiliki sifat yang periodik atau musiman. Namun model-model di atas tidak menginformasikan lebih jauh pada periode atau frekuensi apa saja data deret waktu tersebut dipengaruhi. Barangkali kita ingin mempelajari frekuensi apa saja yang berpengaruh pada waktu-waktu tertentu khususnya di mana terjadi lonjakan-lonjakan data. Kita juga mungkin ingin melihat bagaimana periode atau frekuensi variabel-variabel tergantung memengaruhi variabel dependen. Dalam hal inilah analisis wavelet memberikan kontribusinya.





Pada transformasi wavelet tunggal masing terhadap data deret waktu kasus dengue, curah hujan, kelembaban dan suhu udara, kemudian menampilkannya dalam spektrum waktu-frekuensi kita dapat mempelajari pada daerah frekuensi dan waktu mana saja data deret waktu mengalami intensitas yang signifikan. Pada sajian waktu-frekuensi daerah yang signifikan berbeda terhadap latar belakang bising merah proses otoregresi jeda 1 (AR1) dibatasi dengan pita hitam tebal (Gambar 1).

Pada sajian waktu-frekuensi spektrum transformasi wavelet kasus dengue (Gambar 2) meskipun sepanjang periode dua belas bulanan memberikan intensitas spektrum yang kuat (warna kuning), namun daerah yang signifikan berkumpul di antara observasi ke-60 hingga ke-80 dari periode 1 bulanan hingga 16 bulanan. Hal tersebut sejalan dengan plot deret waktu kasus dengue yang mengalami lonjakan tertinggi pada bulan Januari hingga Februari 2010 (observasi ke-73 dan ke-74).

Sajian waktu frekuensi spektrum transformasi wavelet untuk curah hujan dan kelembaban sama-sama memiliki daerah signifikan sepanjang frekuensi 12 bulanan, kecuali antara waktu observasi kurang lebih ke-70 hingga ke-80. Sedangkan untuk suhu udara transformasi waveletnya memberikan daerah signifikan pada periode 6 bulanan dan periode 6 bulan atau kurang pada sekitar waktu observasi ke-60.

Berdasarkan sajian Gambar 3, koherensi wavelet memberikan hasil yang signifikan untuk jumlah kasus dan curah hujan pada siklus dengan periode 8-14 bulan dalam periode awal

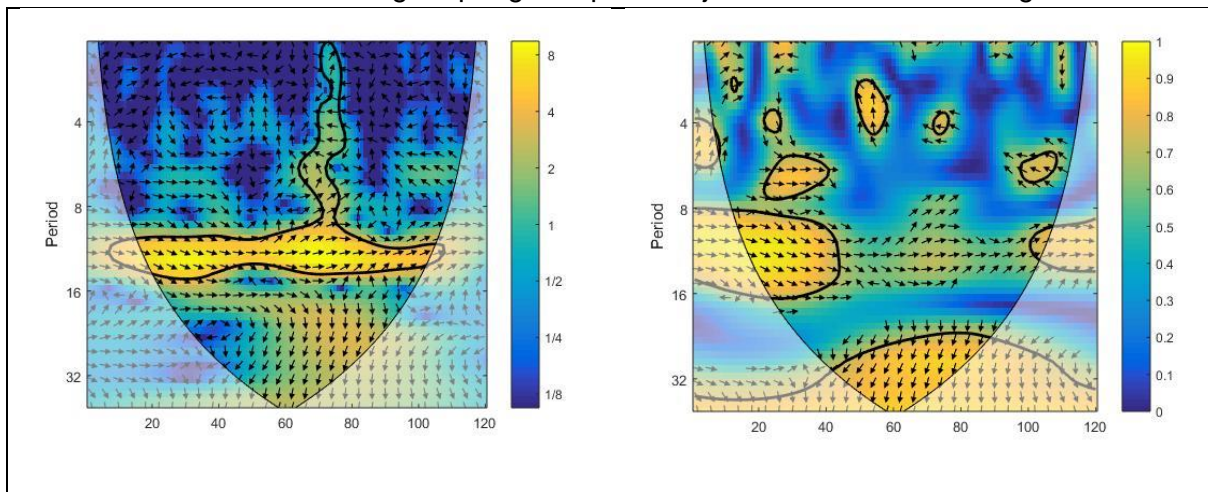


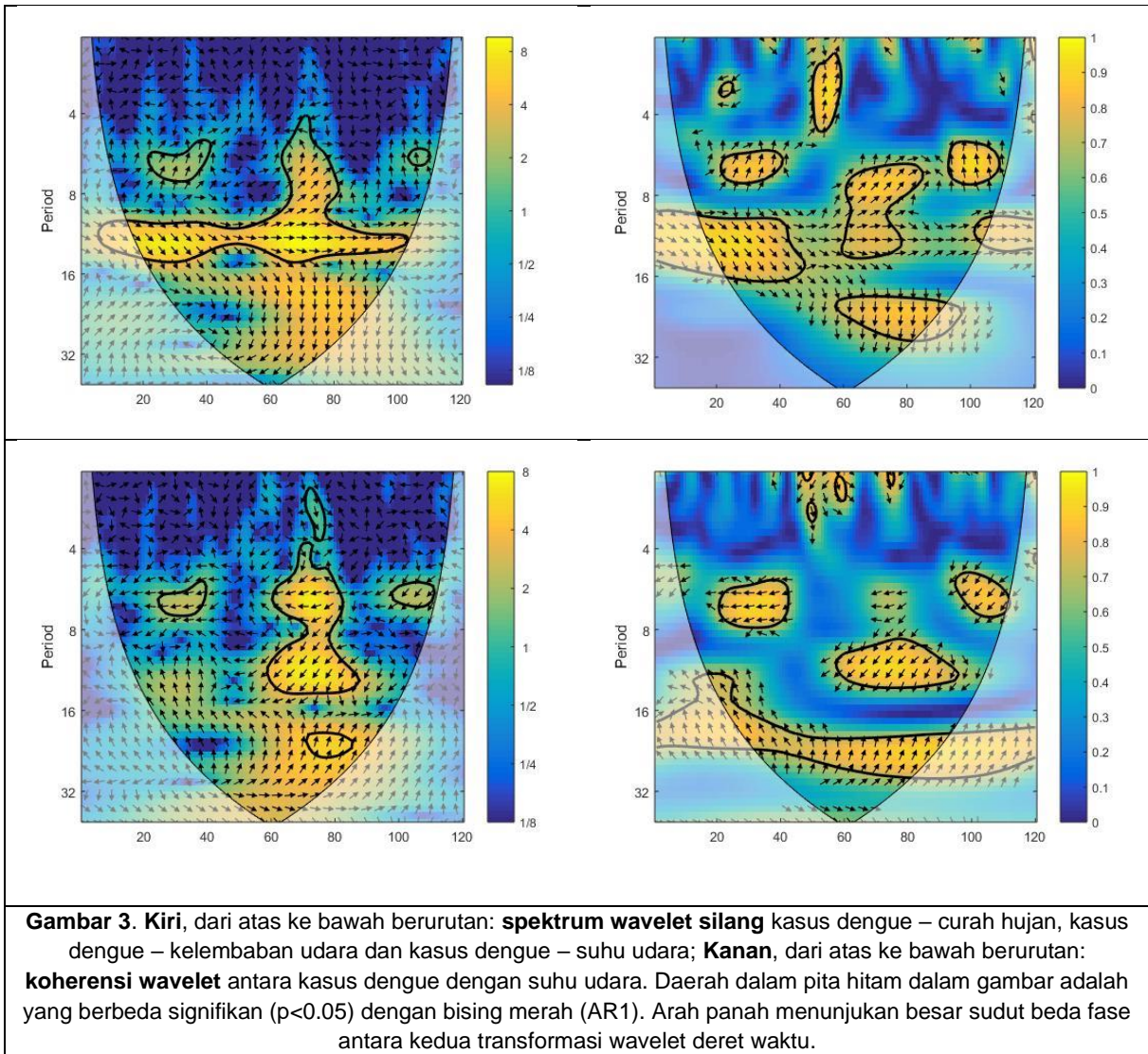
dan akhir data observasi; untuk jumlah kasus dan kelembaban pada siklus 8-14 bulan pada awal, pertengahan dan akhir data observasi serta juga memperlihatkan dominasi siklus panjang 18-28 bulan pada pertengahan data observasi; untuk jumlah kasus dan suhu pada siklus 20-24 bulan sepanjang data observasi, 8-12 bulan pada pertengahan data observasi dan 6-8 bulan pada awal dan akhir data observasi.

Kemudian perhatian dapat diberikan pada waktu di sekitar di mana kasus dengue mengalami lonjakan yakni di sekitar waktu observasi ke-73 atau pada bulan Januari 2010. Faktor-faktor iklim manakah yang menyebabkan lonjakan tersebut. Hubungan antara dua data deret waktu dapat dilihat pada transformasi wavelet silang dan koherensi wavelet. Transformasi wavelet silang mengukur kekuatan hasil kali kedua deret waktu, sedangkan koherensi wavelet dari rumus (14) lebih menyerupai rumus koefisien korelasi.

Terlihat bahwa pola daerah signifikan di sekitar peristiwa lonjakan terjadi berbeda dengan waktu-waktu lainnya. Pada koherensi wavelet di daerah tersebut, ada kontribusi siklus curah hujan panjang (sekitar 30 bulanan hingga lebih) dan siklus kelembaban sekitar 20-32 bulanan. Arah pada beda fase yang menunjuk ke arah bawah pada daerah signifikan yang dimaksud menunjukkan bahwa peningkatan baik curah hujan maupun kelembaban mendahului peningkatan kasus dengue. Siklus-siklus iklim yang lebih panjang (lebih panjang dari 3 tahun) ditunjukkan oleh curah hujan.

Pada koherensi wavelet kasus dengue, suhu udara di sekitar observasi ke-73 malahan siklus 8-14 bulanan yang justru memberikan pengaruh signifikan. Untuk siklus suhu udara yang lebih panjang tampak bahwa siklus 20-30 bulanan memberikan daerah signifikan, namun arah panah beda fase ke atas memperlihatkan bahwa peningkatan jumlah kasus dengue yang mendahului peningkatan suhu udara, ketimbang sebaliknya. Kami cenderung berpendapat bahwa siklus suhu udara kurang berpengaruh pada lonjakan ekstrim kasus dengue.





## KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam permodelan kasus dengue di Banjarbaru tahun 2004 – 2013 model regresi hitung memberikan nilai estimasi yang lebih baik (dengan kriteria  $R^2$  dan BIC) daripada model regresi hitung poisson. Hal ini cukup masuk akal mengingat dalam banyak kasus riil, asumsi kesamaan nilai ekspektasi dan standar deviasi sulit dipenuhi sehingga orang beralih ke permodelan regresi hitung binomial negatif. Akan tetapi, model regresi hitung baik poisson maupun binomial negatif tampak kurang akurat dalam mengestimasi nilai-nilai lonjakan kasus dengue.

Model box-jenkins memberikan nilai estimasi yang lebih baik daripada model regresi hitung. Struktur persamaan model box-jenkins untuk kasus dengue dalam penelitian ini memasukan unsur otogresif dan rata-rata bergerak jeda 1 (1,0,1) serta unsur musiman (0,1,1)<sub>12</sub>. Model ini juga memberikan estimasi yang lebih baik daripada model regresi hitung untuk nilai-nilai lonjakan. Akan tetapi, kelemahan struktur permodelan box-jenkins tidak memasukan variabel-variabel prediktor iklim yang dianggap dapat menjelaskan fluktuasi kasus dengue.

Model regresi hitung dapat dikembangkan dengan memasukan unsur otoregresi hingga jeda kedua. Hal ini yang menjadi kekurangan dalam penelitian ini di mana permodelan regresi hitung yang diajukan belum memasukan unsur otoregresi ke dalamnya. Dengan begitu kami mengusulkan untuk dilakukan permodelan regresi hitung dengan memasukan unsur otoregresi untuk memperbaiki model regresi hitung sebelumnya pada penelitian selanjutnya.

Analisis wavelet memberikan kontribusinya dalam menjelaskan hubungan kasus dengue dengan faktor-faktor iklim serta lamanya periode siklus pada faktor-faktor terkait. Dalam menjelaskan lonjakan kejadian ekstrim kasus dengue tampak bahwa siklus curah hujan dan kelembaban periode 20-32 bulanan memberikan pengaruh signifikan, sedangkan untuk siklus panjang di atas 3 tahun, hanya curah hujan yang berpengaruh. Siklus peningkatan suhu udara tidak begitu berpengaruh terhadap peningkatan kasus dengue.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis ingin berterima-kasih kepada para peneliti yakni Tien Zubaidah, Muhamad Ratodi dan Lenie Malinae yang mana data dari artikel penelitian mereka penulis gunakan dalam penulisan artikel ini. Kedua penulis berterima-kasih kepada A. Grinsted yang telah mengembangkan dan menyediakan perangkat lunak *toolbox wavelet-coherence* secara online yang penulis gunakan dalam mengolah data dalam artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time Series Analysis. Forecasting and Control*. 3<sup>rd</sup>. New Jersey. Prentice-Hall.
- Cameron, A. C., & Trevedi, P. K. (1998). *Regresion Analysis of Count Data*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Daubechies, Ingrid. (2004). *Ten Lectures on Wavelets*. Eight printing. Philadelphia, Pennsylvania. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
- Ehelepola, N. D. B., Ariyaratne, K., Buddhadasa, W. M. N. P., Ratnayake, S., & Wickramasinghe, M. (2015). A study of the correlation between dengue and weather in Kandy City, Sri Langka (2003 – 2012) and lessons learned. *Infectious Disease of Poverty*, 4:42. Doi: 10.1186/s-40249-015-007-8.
- Fakhruddin, M., Putra, P. S., Wijaya, K. P., Sopaheluwakan, A., Satyaningsih, R., Komalasari, K. E., & Soewono, E. (2019). Assessing the interplay between dengue incidence and weather in Jakarta via a clustering multiple regression model. *Ecological Complexity*, 39, 100768. [www.elsevier.com/locate/ecocom](http://www.elsevier.com/locate/ecocom).
- Fan, J., Wei, W., Bai, Z., Fan, C., Li, S., Liu, Q., & Yang, K. (2015). A Systematic Review and Meta-Analysis of Dengue Risk with Temperatur Change. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 1 – 15. Doi: 10.3390/ijerph120100001.

- Fatmasari, F. (2014). *Pendekatan regresi binomial negatif untuk data berdistribusi poisson yang mengalami over disperse (Studi kasus DBD di kota Malang)*. <https://jurnal.ugm.ac.id/jkesvo/article/download/33870/20994>.
- Gharbi, M., Quenel, P., Gustave, J., Cassadou, S., Ruche, G. L., Gidary, L., & Marrama, L. (2011). *BMC Infectious Diseases*, 11:166. <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/11/16>.
- Grinsted, A., Moore, J. C., & Jevrejeva, S. (2004). Application of cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 11: 561 – 566. SRef-ID: 1607-7946/npg/2004-11-561.
- Gubler, D. J. (2011). Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21<sup>st</sup> Century. *Tropical Medicine and Health Supplement*. 39(4):3 – 11. Doi: 10.2149/tmh.2011-S05.
- Huang, X., Williams, G., Clements, C. A., & Wenbiao, H. (2013). Imported Dengue Cases, Weather Variation and Autochthonous Dengue Incidence in Cairns, Australia. *PLoS ONE*, 8(12): e81887. Doi: 10.1371/journal.pone.0081887.
- Imai, C., & Hashizume, M. (2015). A Systematic Review of Methodology: Time Series Regression Analysis for Environmental Factors and Infectious Disease. *Tropical Medicine and Health*, 43(1): 1 – 9. Doi: 10.2149/tmh.2014-21.
- Johansson, M. A., Dominici, F., Glass, G. E. (2009). Local and global Effects of Climate on Dengue Transmission in Puerto Rico. *PLoS Negl Trop Dis*, 3(2):e382. Doi: 10.1371/journal.pntd.0000382.
- Kahane, J. P., & Lemarié-Rieusset, P. G. (1995). *Fourier Series and Wavelets*. Studies in Development of Modern Mathematics. 3. Luxembourg. Gordon and Breach Publishers.
- Karyanti, M., & Hadinegoro, S. R. (2009). Perubahan Epidemiologi Demam Berdarah Dengue di Indonesia. *Sari Pediatri*. 10(6): 424 – 432.
- Lu, L., Lin, H., Tian, L., Yang, W., Sun, J., & Liu, Q. (2009). Time series analysis of dengue fever and weather in Guangzhou, China. *BMC Public Health*, 9:395. Doi: 10.1186/1471-2458-9-395.
- Luz, P. M., Mendes, V. M., Codeço, C. T., Struchiner, C. J., & Galvani, A. P. (2008). Time Series Analysis of Dengue incidence in Rio de Janeiro, Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 79(6):933-939.
- Makridakis, S., Wheelright, S. C., & McGee, V. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan. Jilid 1. Edisi Kedua*. Cetakan Keenam. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing. The Sparse Way*. Burlington, MA. Elsevier.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vinning, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis*. Fifth edition. Hoboken, New Jersey. John Wiley and Sons.

- Montgomery, D., C., Jennings, C., L., & Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. Hoboken, New Jersey. John Wiley and Sons.
- Naish, S., Dale, P., Mackenzie, J. S., McBride, J., Kerrie, M., & Tong, S. (2014). Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. *BMC Infectious Diseases*, 14:167. <http://www.biomedcentral.com/147-2334/14/167>.
- Torrence, C., & Compo, G. P. (1998). A Practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*.79(1).
- Sukowati, S. (2010). Masalah Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Pengendaliannya di Indonesia. *Buletin Jendela Epidemiologi*. Pusat Data dan Surveilans Kementerian Kesehatan RI.
- Tarmana, D. (2013). Potensi Peluang Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Proyeksi Perubahan Iklim (Study Kasus: DKI Jakarta). *The Indonesian Journal of Infectious Disease*. 1(2). <http://ijid-rspisuliantisaroso.co.id/index.php/ijid/article/view/8>
- Utami, T. W. (2013). Analisis regresi binomial negatif untuk mengatasi overdispersion regresi poisson pada kasus demam berdarah dengue. *Statistika*. 1(2).
- Widodo, E., & Ariani, P., M. (2018). Analisis Faktor Penyebab DBD di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, Vol. 3, No. 1 – Mei.
- Zubaidah, T., Ratodi, M., & Marlinae, L. (2016). Pemanfaatan informasi iklim sebagai sinyal peringatan dini kasus DBD di Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *Vektora*.8(2): 99 – 106.

# ANALISIS *MULTIDIMENSIONAL SCALING* PADA BENCANA ALAM DI PROVINSI BANTEN TAHUN 2010 – 2019

Siti Hadijah Hasanah

*Universitas Terbuka, Tangerang Selatan*

Email: sitihadijah@ecampus.ut.ac.id

Negara Indonesia berlokasi di cincin Api Pasifik yang merupakan wilayah dengan banyak aktivitas tektonik, maka Indonesia memiliki resiko yang cukup besar dalam menghadapi bencana alam. Provinsi Banten merupakan salah satu wilayah rawan bencana alam selama 10 tahun terakhir. Analisis statistik yang digunakan untuk memetakan wilayah berdasarkan jumlah bencana alam yang terjadi khususnya di provinsi Banten yaitu metode *Multidimensional Scaling* (MDS). MDS merupakan metode analisis multivariat yang digunakan untuk menganalisis suatu data berdasarkan kemiripan dan ketidakmiripan dalam ruang multidimensi menggunakan konsep jarak, konsep jarak yang umum digunakan pada MDS adalah jarak euclidian. Berdasarkan hasil analisis, jenis bencana alam yang paling banyak terjadi di provinsi Banten adalah banjir, puting beliung, dan tanah longsor sedangkan pada tingkat wilayah rawan bencana alam provinsi Banten dikelompokkan menjadi 3 wilayah yaitu wilayah 1 (Serang), wilayah 2 (Lebak), dan wilayah 3 (Pandeglang, Tangerang dan Cilegon). Wilayah 1 dan 2 merupakan wilayah yang paling rawan bencana alam dibandingkan dengan wilayah 3. Nilai STRESS model diperoleh sebesar 2.09% dan RSQ sebesar 99.93% yang artinya model MDS yang terpilih sempurna untuk memodelkan wilayah provinsi Banten berdasarkan jenis bencana alam yang terjadi dalam 10 tahun terakhir.

Kata kunci : bencana alam, multidimensional scaling, jarak Euclidian

## PENDAHULUAN

Letak geografis provinsi Banten berada pada  $105^{\circ}1'11''$  -  $106^{\circ}7'12''$  BT dan  $5^{\circ}7'50''$  -  $7^{\circ}1'12''$  LS, dengan luas wilayah sebesar 9.160,70 Km<sup>2</sup>. Provinsi Banten terbagi menjadi 4 kabupaten dan 4 kota yang terdiri atas kabupaten Serang, kabupaten Pandeglang, kabupaten Lebak, kabupaten Tangerang, kota Serang, kota Tangerang Selatan, kota Tangerang dan kota Cilegon. Provinsi Banten selama 10 tahun terakhir merupakan salah satu provinsi yang sering terjadi bencana alam. Kejadian bencana alam yang umum terjadi adalah banjir, puting beliung, dan tanah longsor. Selain itu bencana alam yang cukup menjadi perhatian, terjadi pada tanggal 22 desember 2018 yaitu bencana alam tsunami yang disebabkan oleh letusan anak Krakatau yang berada di selat Sunda, berdasarkan data BNPB bencana alam tsunami saat itu cukup banyak memakan korban jiwa sebesar 325 orang meninggal/hilang, 10.051 orang luka-luka, dan 32.959 orang pengungsi.

Hal ini yang menjadi perhatian peneliti yaitu dengan memetakan kota/kabupaten provinsi Banten yang paling rawan terjadi bencana alam berdasarkan jenis dan jumlah bencana alam yang terjadi di provinsi tersebut menggunakan metode *Multidimensional Scaling* (MDS). *Multidimensional Scaling* (MDS) merupakan metode analisis multivariat yang digunakan untuk menganalisis suatu data berdasarkan kemiripan dan ketidakmiripan dalam ruang multidimensi menggunakan konsep jarak, konsep jarak yang umum digunakan pada MDS adalah jarak euclidian.

## METODE PENELITIAN

Data penelitian ini merupakan data sekunder bencana alam yang terjadi di provinsi Banten tahun 2010 sampai dengan 2019 yang berasal dari <https://bnpb.go.id>. Kota/kabupaten provinsi Banten yang meliputi Cilegon, Serang, Tangerang, Lebak, dan Pandeglang, sedangkan berdasarkan jenis bencana alam meliputi banjir, abrasi, gempa bumi, kebakaran lahan dan hutan (karhutla), kekeringan, puting beliung, tanah longsor, dan tsunami.

Di bawah ini merupakan diagram alur tahap analisis *Mutidimensional Scaling* (MDS) sebagai berikut:

1. hitung matriks jarak menggunakan jarak euclidian :

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ih} - x_{jh})^2}$$

2. hitung matriks B :

$$b_{ij} = -\frac{1}{2}(d_{ij}^2 - d_i^2 - d_j^2 + d_{..}^2)$$

3. hitung nilai eigen dan vektor eigen :

$$\text{nilai eigen : } \det(B - \lambda I) = 0$$

$$\text{vektor eigen : } \det(B - \lambda I) X = 0$$

4. bentuk koordinat objek berdasarkan vektor eigen  $X = [x_1 \ x_2]$

5. hitung disparities  $\hat{D}$  yaitu jarak euclidian dari koordinat yang terbentuk

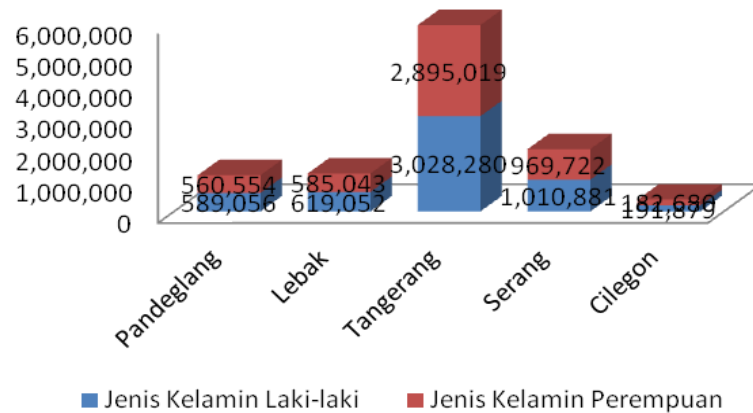
6. hitung nilai Rsquare dan STRESS

$$S = \left( \frac{\sum_{i \neq j}^n (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i \neq j}^n d_{ij}^2} \right)$$

Tabel 1. Ketentuan nilai STRESS

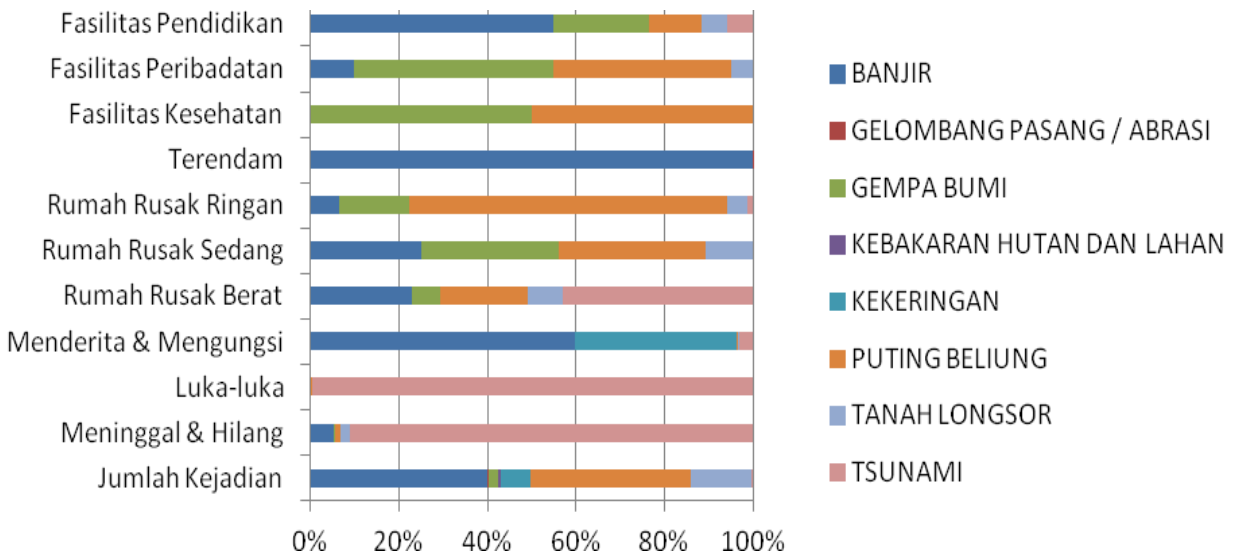
Nilai STRESS	Kesesuaian
$10\% < \text{STRESS} \leq 20\%$	Kurang Baik
$5\% < \text{STRESS} \leq 10\%$	Cukup
$2.5\% < \text{STRESS} \leq 5\%$	Baik
$0 < \text{STRESS} \leq 2.5\%$	Sangat Baik
0	Sempurna

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Jumlah penduduk provinsi Banten sampai dengan tahun 2019

Berdasarkan gambar 1, jumlah penduduk provinsi Banten sampai dengan tahun 2019 adalah sebesar 10,632,166 jiwa, dengan jumlah penduduk terbesar berada pada kota/kabupaten Tangerang yaitu sebesar 5,923,299 jiwa diikuti oleh Serang, Lebak, Pandeglang, dan Cilegon.



Gambar 2. Data BNPB bencana alam provinsi Banten tahun 2010-2019

Gambar 2, yaitu data bencana alam yang terjadi di Banten selama 10 tahun terakhir pada tahun 2010 sampai dengan 2019. Banjir merupakan bencana alam yang umum terjadi di provinsi Banten sebesar 40%, yang mengakibatkan korban menderita/mengungsi sebesar 59.81% dan rumah terendam sebesar 99.98%. Bencana alam tsunami mengakibatkan banyak korban meninggal dan hilang sebesar 91.04%, luka-luka 99.40%, dan rumah rusak berat 43%. Bencana alam gempa bumi mengakibatkan fasilitas umum mengalami banyak kerusakan seperti fasilitas kesehatan 50% dan fasilitas peribadatan sebesar 45%. Bencana alam puting

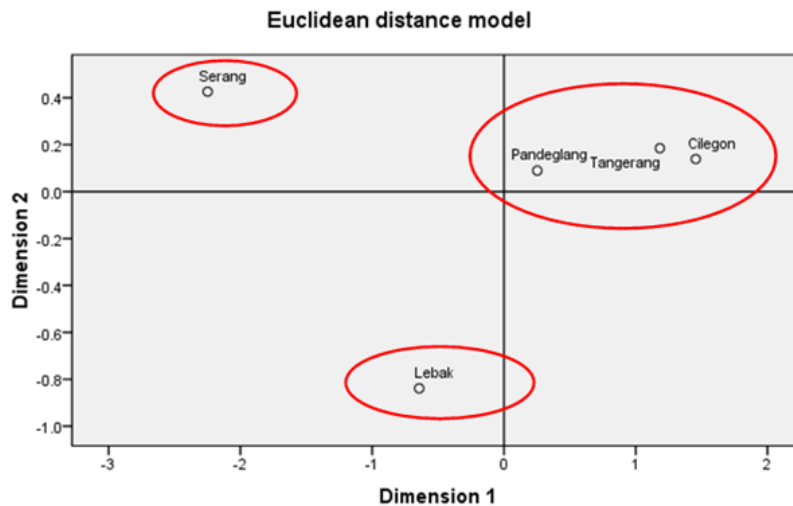


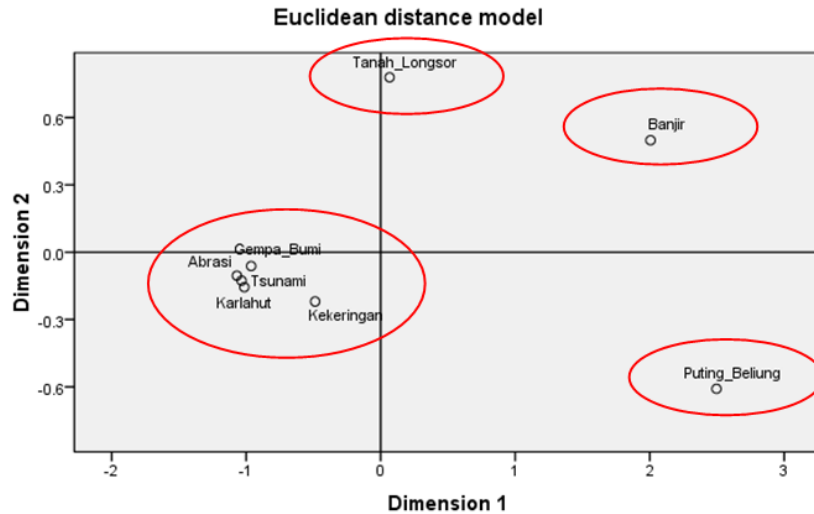
beliung mengakibatkan rumah rusak sedang, ringan dan berat, kemudian rusaknya fasilitas kesehatan masing-masing sebesar 33.08% , 71.61% dan 50%.

Hasil nilai *similarity* antarobjek berupa matriks *D* menggunakan jarak *euclidian* adalah sebagai berikut.

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 86.712168 & 9.165151 & 53.953684 & 30.033315 \\ 86.712168 & 0 & 80.392786 & 47.66550 & 59.47268 \\ 9.165151 & 80.392786 & 0 & 48.836462 & 22.627417 \\ 53.953684 & 47.66550 & 48.836462 & 0 & 30.64311 \\ 30.033315 & 59.47268 & 22.627417 & 30.64311 & 0 \end{bmatrix}$$

Matriks *D* di atas menunjukkan bahwa kota/kabupaten Cilegon dan Tangerang memiliki jarak terdekat diantara kota/kabupaten lainnya dengan jarak sebesar 9.165151, sehingga menunjukkan bahwa kota/kabupaten Cilegon dan Tangerang memiliki kemiripan (*similarity*) karakteristik bencana alam dalam 10 tahun terakhir, sedangkan kota/kabupaten Serang dan Cilegon memiliki jarak terjauh diantara kota/kabupaten lainnya dengan jarak sebesar 86.712168.





Gambar 3. Peta konfigurasi kota/kabupaten dan jenis bencana alam provinsi Banten

Berdasarkan gambar 3, kota/kabupaten provinsi Banten terbagi menjadi 3 wilayah yaitu wilayah 1 (Serang), wilayah 2 (Lebak), dan wilayah 3 (Cilegon, Tangerang, dan Pandeglang). Wilayah 1 (Serang) berada diujung atas garis vertikal dan wilayah 3 (Cilegon, Tangerang, dan Pandeglang) berada di ujung kanan garis horizontal maka wilayah 1 dan 3 memiliki faktor bencana alam yang berbeda dibandingkan dengan wilayah lain. Sedangkan wilayah 2 (Lebak) karena terletak paling bawah maka wilayah 2 tidak memiliki perbedaan dengan wilayah lain. Bencana alam yang sering terjadi di provinsi banten yaitu banjir, puting beliung, dan tanah longsor dan berdasarkan letak geografis, wilayah 1 merupakan wilayah rawan tanah longsor, gempa bumi, abrasi, tsunami, kebakaran hutan dan lahan, serta kekeringan. Wilayah 2 merupakan wilayah rawan puting beliung, gempa bumi, abrasi, tsunami, kebakaran hutan dan lahan serta kekeringan. Sedangkan wilayah 3 merupakan wilayah rawan banjir dan tanah longsor.

```

For matrix
Stress = .02090    RSQ = .99934

```

Configuration derived in 2 dimensions

Berdasarkan hasil *output* di atas, nilai STRESS model diperoleh sebesar 2.09% dan RSQ sebesar 99.93% yang merupakan model *Multidimensional Scaling* yang terpilih sempurna untuk memodelkan wilayah provinsi Banten berdasarkan bencana alam yang terjadi dalam 10 tahun terakhir.

## KESIMPULAN

Jenis bencana alam yang paling banyak terjadi di provinsi Banten adalah banjir, puting beliung, dan tanah longsor. Tingkat wilayah rawan bencana alam provinsi Banten dikelompokkan menjadi 3 wilayah yaitu wilayah 1 (Serang), wilayah 2 (Lebak), dan wilayah 3 (Pandeglang, Tangerang dan Cilegon). Wilayah 1 dan 2 merupakan wilayah yang paling rawan

bencana alam dibandingkan dengan wilayah 3. Nilai STRESS model diperoleh sebesar 2.09% dan RSQ sebesar 99.93% yang artinya model *Multidimensional Scaling* yang terpilih sempurna untuk memodelkan wilayah provinsi Banten berdasarkan bencana alam yang terjadi dalam 10 tahun terakhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Faraway, J. J. (2014). Regression for Non-Euclidean Data Using Distance Matrices. *Journal of Applied Statistics* 41(11):2342–57. doi: 10.1080/02664763.2014.909794.
- He, Jiayi, Pengjian, S., & Hui Xiong. (2018). “Multidimensional Scaling Analysis of Financial Time Series Based on Modified Cross-Sample Entropy Methods.” *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 500:210–21. doi:10.1016/j.physa.2018.02.105.
- Ikasari, D. M., & Lestari, E. R. (2019). Analysis of Fast Food Restaurant Competition Based on Consumer Perception Using *Multidimensional Scaling* (MDS) (Case Study in Malang City, East Java, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 230(1). doi:10.1088/1755-1315/230/1/012060.
- Lin, L., & Fong, D. K. H. (2019). “Bayesian Multidimensional Scaling Procedure with Variable Selection.” *Computational Statistics and Data Analysis* 129(xxxx):1–13. doi:10.1016/j.csda.2018.07.007.
- Nahar, J. (2017). “Penerapan Metode *Multidimensional Scaling* Dalam Pemetaan Sarana Kesehatan Di Jawa Barat.” *Jurnal Matematika Integratif* 12(1):43.

# MODEL HIDROLOGI DAS DI SEBAGIAN DAERAH INDONESIA BERDASARKAN KAJIAN ILMU STATISTIKA

Sri Enny Triwidiastuti,  
Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

Email: srienny@ecampus.ut.ac.id

Beberapa model hidrologi telah dikembangkan untuk menggambarkan dengan jelas proses mengubah *input* (curah hujan) menjadi *output* (debit aliran sungai) dengan mempertimbangkan berbagai karakteristik fisik Daerah Aliran Sungai (DAS). Model hidrologi dirancang untuk menyederhanakan suatu sistem hidrologi, sehingga perilaku dari beberapa komponen dalam sistem dapat diketahui. Tulisan ini membahas model dalam studi hidrologi berbasis pendekatan pembentukan model dan beberapa model hidrologi yang sudah diterapkan di Indonesia (Harsoyo, 2010). Kekurangan dan kelebihan beberapa model hidrologi yang sudah diterapkan tersebut ditinjau dari sudut pandang ilmu Statistika. Menjadi tantangan bagi para statistisi untuk mencari model dengan data terbatas, tetapi menghasilkan model yang dapat diterapkan, akurat dan sesuai dengan hasil pengukuran dilapangan. Selain itu dari keseluruhan model yang dikaji, belum ada yang mempertimbangkan perubahan iklim (*climate change*).

Kata kunci: *model Hidrologi, data stokastik, data deterministik, statistika*

## PENDAHULUAN

Keberadaan dan kondisi ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan salah satu isu nasional dalam beberapa tahun terakhir, karena salah satu variabel terjadinya banjir dan longsor adalah kondisi DAS yang kritis, salah satu penyebabnya adalah penyimpangan tata guna lahan. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya daerah resapan sebagai penyangga terhadap beban banjir yang terlalu besar akibat curah hujan yang tinggi. Tulisan ini membahas pemodelan sistem hidrologi yang sudah diterapkan di Indonesia, dari sudut pandang ilmu statistika, mereview tulisan Harsoyo (2010). Dimulai dengan peninjauan definisi dan klasifikasi model hidrologi dan dilanjutkan dengan ulasan beberapa model hidrologi DAS untuk skala bersama dengan beberapa contoh aplikasi yang telah dilakukan di Indonesia.

Permodelan adalah rencana, representasi atau deskripsi yang menjelaskan suatu obyek, sistem atau konsep yang sering kali berupa penyederhanaan atau idealisasi. Bentuknya dapat berupa model fisik (maket, *prototype*), model citra (gambar, komputerisasi, grafis dan lain-lainnya) atau rumus matematis. Permodelan dirancang sebagai suatu penggambaran operasi dari suatu sistem nyata secara ideal dengan tujuan untuk menjelaskan atau menunjukkan hubungan-hubungan penting yang terkait (Definisi, Karakteristik dan Prinsip-Prinsip Permodelan Sistem, 2010). Prinsip-prinsip dasar pengembangan model ada tiga yaitu elaborasi, analogi dan dinamis. Elaborasi adalah pengembangan model dimulai dari yang sederhana sampai didapatkan model yang representatif. Analogi adalah pengembangan menggunakan prinsip-prinsip dan teori yang sudah dikenal luas sedangkan Dinamis adalah pengembangan model dimana ada kemungkinan untuk dapat diulang. Taksonomi model atau klasifikasi model terdiri atas delapan yaitu :

1. berdasarkan fungsinya, model dibedakan menjadi 3 jenis yaitu: (a) model deskriptif, adalah model yang hanya menggambarkan situasi sebuah sistem tanpa rekomendasi dan peramalan. Contohnya adalah peta organisasi; (b) model prediktif, adalah model yang menunjukkan apa yang akan terjadi bila sesuatu terjadi; (c) model normatif, adalah model yang menyediakan

jawaban terbaik terhadap satu persoalan. Model ini memberikan rekomendasi tindakan-tindakan yang perlu diambil. Contohnya adalah model *budget* advertensi, model *economic lot size*, model marketing *mix*.

2. berdasarkan strukturnya model dibedakan menjadi 3 jenis yaitu: (a) model ikonik, yaitu model yang menirukan sistem aslinya, tapi dalam suatu skala tertentu. Contohnya adalah model pesawat; (b) model analog, yaitu suatu model yang menirukan sistem aslinya dengan hanya mengambil beberapa karakteristik utama dan menggambarkannya dengan benda atau sistem lain secara analog. Contohnya adalah aliran lalu lintas di jalan dianalogkan dengan aliran air dalam sistem pipa; (c) model simbolis, yaitu suatu model yang menggambarkan sistem yang ditinjau dengan simbol-simbol biasanya dengan simbol-simbol matematik. Dalam hal ini sistem diwakili oleh variabel-variabel dari karakteristik sistem yang ditinjau.

3. berdasarkan referensi waktu terdapat 2 jenis model yaitu: (a) model statis, yaitu model yang tidak memasukkan faktor waktu dalam perumusannya; (b) model dinamis, yaitu mempunyai unsur waktu dalam perumusannya.

4. berdasarkan referensi kepastian dibedakan menjadi 4 jenis model yaitu: (a) model deterministik, dalam model ini pada setiap kumpulan nilai *input*, hanya ada satu *output* yang unik, yang merupakan solusi dari model dalam keadaan pasti. Contohnya adalah model persediaan; (b) model probabilistik, yaitu model yang menyangkut distribusi probabilistik dari *input* atau proses dan menghasilkan suatu deretan harga bagi, paling tidak satu variabel yang disertai dengan kemungkinan-kemungkinan dari harga-harga tersebut. Contohnya adalah diagram pohon keputusan, peta pengendalian; (c) model konflik, dalam model ini sifat alamiah pengambil keputusan berada dalam pengendalian lawan. Contohnya adalah perang; (d) Model Tak Pasti/ *Uncertainly*, yaitu model yang dikembangkan untuk menghadapi ketidakpastian mutlak. Pemilihan jawaban berdasarkan pertimbangan, utilitas, dan resiko melalui probabilitas subjektif.

5. berdasarkan tingkat generalitas ada 2 jenis model yaitu (a) Model umum, yaitu model yang dapat diterapkan pada berbagai bidang untuk beberapa jenis masalah yang berbeda. Contohnya adalah program linier, PERT, model antrian, kasus personalia dan pemasaran serta distribusi barang. (b) Model khusus, yaitu model yang dapat diterapkan terhadap sebuah bidang atau yang unik saja dan hanya digunakan pada masalah-masalah tertentu. Contohnya adalah model persediaan probabilistik.

6. berdasarkan acuan lingkungan ada 2 jenis model yaitu: (a) model terbuka, yaitu model yang memiliki interaksi dengan lingkungannya berupa pertukaran informasi, material atau energi yang mempunyai satu variabel eksogen yaitu variabel yang berasal dari lingkungan eksternal. Contohnya adalah Model Sosial; (b) model tertutup, yaitu model yang tidak memiliki interaksi dengan lingkungannya, memiliki variabel yang seluruhnya *endogen*, yang terkendali dan internal. Contohnya adalah Model *Thermostat*.

7. berdasarkan derajat kuantifikasi dibedakan:

a. model kualitatif, yaitu model yang menggambarkan mutu suatu realita. Model ini terdiri atas 2 jenis model yaitu: (1) model mental: model yang menggambarkan titik awal dari abstraksi, dalam memahami masalah dan situasi. Contohnya adalah proses berpikir manusia tentang sesuatu; (2) model verbal, yaitu model yang disajikan dalam bahasa sehari-hari dan tidak dalam bahasa logika atau simbolis atau matematis. Analisis bersandar pada pertimbangan yang masuk akal dan bernalar. Contohnya adalah model konseptual.

b. model kuantitatif, yaitu model yang variabelnya dapat dikuantitatifkan, model kuantitatif terbagi menjadi 4 yaitu: (1) model statistik, yaitu model yang mendeskripsikan dan menyimpulkan data; (2) model optimasi, yaitu model yang digunakan untuk menentukan jawaban terbaik, terdiri atas optimasi analitik dan logaritmik; (3) model Heuristik, yaitu model yang digunakan untuk mencari jawaban yang baik tapi bukan optimum, merupakan pendekatan praktis; (4) model simulasi, yaitu model yang digunakan untuk mencari jawaban yang baik dan menguntungkan.

8. berdasarkan dimensinya, ada 2 jenis model yaitu (a) Dua dimensi, contoh: photo dan peta; (b) Tiga dimensi, contoh: *prototype* jembatan dan maket rumah.

Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri atas komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Permodelan sistem adalah suatu bentuk penyederhanaan dari beberapa elemen dan komponen yang sangat kompleks untuk memudahkan pemahaman pembaca dari seluruh informasi yang dibutuhkan. Karakteristik permodelan sistem yaitu:

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

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

1. memilih model apa yang akan digunakan, bagaimana masalah dan solusinya,
2. setiap model dapat dinyatakan dalam tingkatan yang berbeda,
3. model terbaik adalah model yang berhubungan atau menyatakan realitas,
4. tidak ada model tunggal yang cukup baik, sehingga setiap sistem yang baik memiliki serangkaian model kecil yang independen. Prinsip permodelan sistem tidak terlalu menitik beratkan pada bentuk-bentuk model tertentu yang akan merancang sebuah sistem. Bentuk model ini bebas, dapat menggunakan apa saja sesuai keinginan kita, contohnya berupa gambar, *prototype* dan narasi, gabungan kedua atau ketiganya. Model yang baik harus dapat merepresentasikan visualisasi bentuk sistem yang diinginkan, karena sistem akhir yang akan dibuat harus dapat diturunkan berdasarkan hasil model tersebut.

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah kesatuan tata air yang terbentuk secara alamiah di sekitar sungai. DAS dibatasi bentuk topografi yang curah hujannya jatuh di sebelah dalam dengan cara meresap, atau mengalir ke dalam satu sistem pengaliran melalui lahan, anak sungai, sungai induk, dan ke muaranya (laut, danau, atau waduk). Menurut para pakar, terdapat beberapa istilah yang digunakan dalam menyebutkan DAS diantaranya *watershed* dalam artian fisik dan diartikan sebagai sistem air; *catchment area* dalam artian sebagai daerah tangkapan hujan; *drainage basin* dalam artian sebagai ledok pengatusan; dan *river basin* dalam artian sebagai regime sungai (Kemen Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017). Pengelolaan suatu DAS diperlukan pemahaman menyeluruh mengenai karakteristik variabel-variabel yang dipertimbangkan pada DAS tersebut. Hal ini relatif sulit dilakukan karena setiap variabel memiliki keragaman secara spasial dan temporal. Sifat variabel tersebut berbeda setiap DAS

dalam tinjauan interdependensi dan interaksi masing-masing. Pemahaman mengenai karakteristik variabel-variabel tersebut diperlukan model untuk pendekatan pengelolaan DAS yang optimal. Suatu siklus hidrologi pada daerah tertentu dapat dinyatakan dalam sistem permodelan untuk menggambarkan dan menghitung pengelolaan DAS yang optimal tersebut.

Model hidrologi pada dasarnya dibuat untuk menyederhanakan sistem hidrologi, sehingga perilaku sebagian variabel di dalam sistem dapat diketahui. Variabel yang diperlukan sebagai data lebih sederhana, mudah diukur dan cepat diperoleh hasilnya. Model semacam ini diharapkan dapat digunakan untuk memecahkan masalah pada suatu DAS yang kurang lengkap atau tidak tersedia datanya, seperti halnya kebanyakan DAS di Indonesia. Adapun tantangan penelitian hidrologi DAS di Indonesia saat ini adalah kebutuhan data dasar terkait dengan identifikasi dan karakterisasi DAS serta kalibrasi variabel-variabel berbagai model yang ada (apakah sudah sesuai dengan kondisi DAS di Indonesia). Menurut Dasanto (2000), model sistem hidrologi berbasis pendekatan pembentukan model, dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu :

1. model stokastik adalah suatu model matematik yang dapat menerima sebarang peubah, yaitu sebagai peubah acak (*random variable*) yang mempunyai sebaran acak. Model ini umumnya digunakan untuk menganalisis sifat fisik statistik *output* dari suatu sistem yang berdasar urutan kejadian karena perubahan waktu dan menghasilkan satu set data jangka panjang dengan sifat yang sama. Set data tersebut dapat dipergunakan untuk memperoleh kemungkinan urutan kejadian di masa datang, misalnya frekuensi harapan dari debit air.
2. model probabilitas, dalam model ini frekuensi dan probabilitas dipandang penting seperti dalam model stokastik, tetapi tidak memperhitungkan urutan kejadian. Misalnya suatu kejadian diperlakukan sebagai *time independent* dan dapat dipergunakan untuk memperkirakan kejadian yang paling ekstrim berdasarkan karakteristik populasi data yang tersedia.
3. model konseptual berbasis keadaan sebenarnya dari sistem dengan kondisi yang lebih sederhana, misalnya penyederhanaan proses di dalam DAS dan modelnya antara lain : (a) pendekatan model rasional, (b) pendekatan linear dan *non linear* dari suatu *reservoir*, (c) kombinasi model rasional dan pendekatan *reservoir*.
4. model parametrik dipergunakan untuk mendapatkan hubungan matematis yang menyatakan fungsi dari DAS kedalam input dan *output (black box models)*. Selanjutnya model tersebut akan menjadi lebih rumit apabila terdapat variabel-variabel DAS penting yang muncul kemudian karena respon yang berbeda dari DAS lain, untuk *input* yang sama. Model ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bagaimana sistem bekerja.
5. model deterministik adalah suatu model matematik yang hanya dapat menerima peubah yang bebas dari variasi acak (*random variation*). Model ini berbasis struktur sistem yang sebenarnya dan kaidah fisika yang mengatur perilaku sistem tersebut. Berdasarkan variabel dan parameter *input* atau *output* maka model dapat dikelompokkan dalam dua bentuk, yaitu *lumped* (tidak mempunyai variabilitas ruang) dan terdistribusi (*distributed*) yang mempunyai variabilitas ruang dan waktu. Contoh variabel *lumped* adalah data hujan rata-rata DAS. Pengertian parameter adalah suatu besaran yang menandai suatu sistem hidrologi yang memiliki nilai tetap, tidak tergantung pada waktu. Variabel adalah besaran yang menandai suatu sistem yang dapat diukur dan memiliki nilai berbeda pada waktu berbeda

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tulisan ini membahas tentang model hidologi pada DAS di sebagian daerah Indonesia dengan sudut pandang tinjauan ilmu statistika. Model-model hidologi yang dibahas (Harsoyo, 2010) disajikan dalam tabel *state of the art* sebagai berikut:



Tabel 1. *State of the Art* Model Hidrologi dan tinjauan berdasarkan permodelan sistem

No	Nama Model	Pokok Bahasan	Diterapkan dihasilnya	Kelebihan	Kekurangan	Pengelompokan berbasis Permodelan Sistem
1.	AGNPS ( <i>Agricultural Non-Point Source</i> )	Penduga erosi skala DAS f (hujan limpasan, dugaan dari hasil sediment, hara). Luas dlm satuan sel tiap titik dalam DAS= f (laju aliran permukaan + parameter hidrologi)	Sinukaban <i>et al.</i> (2000), daerah perbukitan, hasil prediksi model tidak berbeda secara stastistik dengan hasil pengukuran. Nugroho <i>et al.</i> (2002), model berhasil baik untuk mengidentifikasi kerusakan lingkungan/lahan kritis dan dapat dipergunakan untuk mencari solusi sesuai karakteristik DAS (di sub DAS Dumpul).	Model sesuai pengukuran di lapangan. Sehingga model dapat dipergunakan untuk skala luasan yang lebih besar	keseluruhan luas apakah sudah memperhitungkan galat ( <i>error</i> ) perhitungan	Model stokastik
2.	ANSWERS ( <i>Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation</i> )	membagi DAS dalam luas elemen yang homogen Tiap titik ( <i>point</i> ) pada DAS; laju aliran air = f (intensitas hujan, infiltrasi, kondisi topografi dan jenis tanah). laju aliran air = f (erosi, sedimen dan gerakan partikel-partikel zat kimia)	Salim <i>et al.</i> (2006), model simulasi kontinu runoff dan erosi rata-rata tahunan jangka panjang ( <i>long term average annual</i> ) DAS.	Tikno (1996) di Sub DAS Cibarengkok-Cimuntur, Jawa Barat, dan Hidayat (2001) di DTA Bodong Jaya dan DAS Way Besay Hulu, model dapat menduga volume aliran permukaan dan erosi dengan baik, pada jumlah dan intensitas hujan yang relatif tinggi, tapi mengalami deviasi yang cukup besar pada curah hujan rendah.	Ginting dan Ilyas (1997), simulasi penggunaan lahan di DAS Siluak, memerlukan validasi lebih lanjut . Tikno (1996) dan Hidayat (2001): model kurang baik bila digunakan untuk menduga debit puncak, waktu debit puncak dan <i>time base</i> aliran permukaan.	model deterministik
3.	HEC-HMS ( <i>Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System</i> )	Program komputer, pengalihragaman hujan dan proses <i>routing</i> (volume <i>runoff</i> , <i>direct runoff</i> , <i>baseflow</i> dan <i>channel flow</i> ) pada suatu sistem DAS besar.	Dasanto (2006), data hidrograf dgn <i>software</i> lain untuk masalah hidrologi, (ketersediaan air, drainase kota dan peramalan aliran) Widodo (2006), sistem drainase di kota pesisir di Medokan, Surabaya merancang <i>flood design</i> dan penelusuran banjir dilakukan dengan program HEC - RAS, dan beban hidrologi menggunakan model HEC			Data <i>Time series</i> , model hidrologi deterministik dengan parameter terdistribusi

No	Nama Model	Pokok Bahasan	Diterapkan hasilnya	Kelebihan	Kekurangan	Pengelompokan berbasis Permodelan Sistem
4.	TOPOG	<p>Analisis topografi (<i>terrain analysis</i>) digunakan untuk: diskripsi bentuk wilayah yang berkaitan dengan topografi menduga penyebaran tempat-tempat yang mungkin terjadi genangan air, erosi dan longsor; simulasi kelakuan hidrologi suatu daerah tangkapan, yang dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan merancang model pertumbuhan vegetasi dan bagaimana pengaruhnya terhadap keseimbangan air prediksi pengaruh penambahan pada tempat-tempat tertentu terhadap aliran air bawah tanah. TOPOG mendiskripsikan air bergerak dalam tiga dimensi suatu wilayah; melalui permukaan ke dalam tanah, dan melalui tanah dan kembali ke atmosfer sebagai evaporasi.</p>	<p>Model TOPOG sangat relevan untuk pengelolaan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>genangan air dan salinitas lahan kering</li> <li>produksi air dari suatu DAS</li> <li>erosi dan sedimentasi</li> <li>peramalan banjir</li> <li>pembuangan limbah cair rumah tangga, pertanian dan industri pada lahan</li> <li>penghutan kembali dan penanaman hutan</li> <li>penilaian kemungkinan longsor</li> <li>penilaian habitat ekologi</li> </ol>	<p>Kekuatan utama TOPOG adalah pada prosesnya yang didasarkan pada model digital <i>terrain analysis</i> yang rumit secara tepat/teliti mendiskripsikan hal-hal yang berkaitan dengan topografi dari suatu bentuk wilayah dengan tiga dimensi.</p> <p>TOPOG= simulasi perubahan kelembaban tanah dan kecepatan pergerakan air dalam tanah akibat perubahan pengelolaan lahan.</p> <p>TOPOG = diskripsik proses-proses dalam <i>landscape</i> yang berkaitan dengan air seperti erosi, salinitasi, dan gerakan <i>pollutant</i> dalam tanah.</p>	Belum ada kajian	Model hidrologi deterministik dengan parameter terdistribusi
5.	USLE ( <i>Universal Soil Loss Equation</i> )	<p>Model empiris penduga erosi, Erosi = f (curah hujan, tanah, topografi, pengelolaan lahan).</p> <p>Formulasi model</p> $A = R K L S C P$	<ol style="list-style-type: none"> <li>Tahun 1970, model penduga erosi lembar (<i>sheet erosion</i>) dan erosi alur (<i>rill erosion</i>) dalam rangka mengaplikasikan kebijakan</li> <li>Menduga erosi dari lahan-lahan pertanian, tetapi kemudian digunakan pada daerah-daerah pengembalaan, hutan,</li> </ol>	Kegunaannya meluas	<p>Ketepatan model dalam memprediksi erosi DAS masih diragukan. Karena hanya dapat memprediksi rata-rata kehilangan tanah dari erosi lembar dan erosi</p>	Model parametrik ( <i>input, output</i> ) data <i>time series</i>

No	Nama Model	Pokok Bahasan	Diterapkan hasilnya	Kelebihan	Kekurangan	Pengelompokan berbasis Permodelan Sistem
		<p>A : jumlah tanah yang tererosi (ton/ha/tahun)  R : faktor erosivitas hujan  K : faktor erodibilitas tanah  L : faktor panjang lereng  S : faktor kemiringan lereng  C : faktor penutupan &amp; pengelolaan tanaman  P : faktor tindakan konservasi tanah</p>	<p>pemukiman, tempat rekreasi, erosi tebing jalan tol, daerah pertambangan dan lain-lain.</p>		<p>alur, tidak mampu memprediksi pengendapan sedimen dan tidak menghitung hasil sedimen dari erosi parit,tebing sungai dan dasar sungai.</p> <p>Faktor C sering berasal dari data hasil interpretasi citra satelit/foto udara, seharusnya menggambarkan kondisi penanaman selama satu tahun, (tidak hanya kondisi sesaat seperti hasil interpretasi citra satelit/foto udara).</p> <p>Faktor LS ditentukan berdasarkan peta topografi, sehingga bias dan kurang akurat (karena faktor skala peta). Seharusnya LS ditentukan berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan</p>	
6.	ANFIS ( <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i> ) atau Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Metode penggabungan dari kemampuan jaringan <i>neural (neural network)</i> dan logika samar ( <i>fuzzy</i> ) sebagai <i>universal</i>	BPPT dan ITB (2002) = prediksi kejadian banjir di DKI Jakarta (Ciliwung, Sunter dan Pesanggrahan), variabel: tinggi muka air (TMA) sungai dan	ANFIS + model dinamis = memperkuat hasil keluaran prediksi banjir berupa	Belum ada kajian	Digunakan untuk memproses data deret waktu dengan struktur pengolahan data yang paralel.

No	Nama Model	Pokok Bahasan	Diterapkan dihasilnya	Kelebihan	Kekurangan	Pengelompokan berbasis Permodelan Sistem
		<p><i>approximator</i> (kemampuan mendekati suatu fungsi, sehingga dapat melakukan interpolasi dan ekstrapolasi). Model yg digunakan untuk memproses data deret waktu dengan struktur pengolahan data yang paralel.</p>	curah hujan.	simulasi jumlah aliran permukaan dan lama genangan yang akan terjadi		

## KESIMPULAN

Berdasarkan paparan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. tantangan statistisi (*statistician*) untuk mencari model dengan data terbatas, tetapi menghasilkan model yang dapat diterapkan, akurat dan sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.
2. dari keseluruhan model yang dikaji, semuanya termasuk dalam kategori Model kuantitatif, belum ada yang mempertimbangkan perubahan iklim (*climate change*), misalnya banjir bandang, topan/badai, cuaca ekstrem dan sebagainya. Sehingga perlu dikembangkan sebuah model berbasis ketidakpastian (Model Tak Pasti/*Uncertainly*), yaitu model yang dikembangkan untuk menghadapi ketidakpastian mutlak.
3. model hidrologi yang terdekat dengan permodelan adalah model TOPOG yang mendiskripsikan air bergerak dalam tiga dimensi suatu wilayah; melalui permukaan ke dalam tanah, dan melalui tanah dan kembali ke atmosfer sebagai evaporasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). Definisi, Karakteristik dan Prinsip-Prinsip Permodelan Sistem (Juni 21). Retrieved From <http://info-pemodelan-sistem.blogspot.co.id/2010/06/definisi-karakteristik-dan-prinsip.html>
- Deviana, A., Kridasantausa, I., & Suryadi, Y. (2012) *Kajian Permodelan Spasial Banjir untuk mendukung Kebijakan Sempadan Sungai dan Tata Ruang Wilayah (Studi Kasus Wilayah Pengembangan Bale Endah)*, diakses dari <https://ftsl.itb.ac.id/wpcontent/uploads/sites/8/2012/07/95010011-Aninda-Deviana.pdf>.
- Harsoyo, B. (2010), *Review Modeling Hidrologi DAS di Indonesia*, Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca, 11, no. 1. diakses dari <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JSTMC/article/view/2179>.
- Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah, Nomor : 360/KPTS/M/2004, (2004), Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Peramalan debit aliran sungai, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Definisi Model dan Klasifikasi model (2012, October 31). Diakses dari <https://alena02.wordpress.com/2012/10/31/definisi-model-dan-klasifikasi-model>
- Rizda. (2017) *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Pengelolaan DAS Terpadu Perlu Didasarkan pada Pengelolaan Tata Ruang DAS*, 2017, February 10. Diakses dari <https://www.forda-mof.org/index.php/berita/post/3410>.
- Salim., H.T., Kusuma., M.S.B., & Nazili. (2016) *Permodelan Hubungan Hujan, Limpasan dan Kapasitas Erosi pada Suatu DAS yang Masuk ke Palung Sungai*, PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 38 A, No. 1, 2006, 51-72, diakses dari <file:///C:/Users/user/Downloads/A05006.pdf>.
- Sanusi, W., & Side, S. (2016). *Buku Ajar Statistika untuk Permodelan Data Curah Hujan*, Cet. 1, Badan Penerbit UNM.

- Triwidiastuti, S. E. (2016). *Model Degradasi Kualitas Lingkungan Hidup Di Perkotaan Pada Waktu Tertentu*, Buku Seminar Nasional bab 09, Universitas Terbuka.
- Wei, H. P., Li, H. C., Yeh, K. C., Liou, J. J., Chen, Y. M., & Lin, H. J. (2016), *Using Structural Measures to Reduce Flood Losses in a Future Extreme Weather Event*, *Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences* 27(5):757 , diakses dari [https://www.researchgate.net/publication/311499533\\_Using\\_Structural\\_Measures\\_to\\_Reduce\\_Flood\\_Losses\\_in\\_a\\_Future\\_Extreme\\_Weather\\_Event](https://www.researchgate.net/publication/311499533_Using_Structural_Measures_to_Reduce_Flood_Losses_in_a_Future_Extreme_Weather_Event).

# **PENGARUH PEMBELAJARAN SAINS TERHADAP SIKAP TANGGAP BENCANA (REFLEKSI DIRI) SISWA DI SDN SATAK 1 KABUPATEN KEDIRI**

**<sup>1</sup>Dwi Iriyani, <sup>2</sup>Asnawi**

<sup>1</sup>UPBJJ-UT Surabaya,

<sup>2</sup>Universitas Airlangga

Email: dwiiriyani@ecampus.ut.ac.id

Upaya dalam melakukan pengurangan terhadap resiko bencana dan lambannya penanganan pascabencana menjadi indikator rendahnya kemampuan mitigasi dan pengelolaan bencana di negara kita. Pentingnya budaya sikap sadar bencana bagi masyarakat perlu dilakukan sejak dini, demikian halnya dengan model pendidikan yang pernah peneliti lakukan memberikan kontribusi yang positif bagi masyarakat tentang pengetahuan dan pemahaman akan bencana. Terisolasinya daerah, minimnya kesadaran dan perhatian masyarakat terhadap pendidikan dan pengetahuan kebencanaan untuk membangun sikap sadar bencana bagi siswa-siswa SD di Desa Laharpang Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri menjadi alasan utama penelitian ini dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pembelajaran sains (kebencanaan gunung berapi) terhadap sikap refleksi diri siswa terkait kebencanaan yang terjadi di daerahnya. Metode penelitian dilakukan dengan survey, kuisioner, dan simulasi. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan perhitungan persentase dan dianalisis secara kualitatif sehingga dapat dipahami secara komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan 85% siswa sekolah dasar tersebut menyatakan sedih saat gunung meletus terjadi di daerahnya dan akibat bencana gunung meletus 74,3% siswa menyatakan sedih karena kegiatan sekolah tidak dapat berlangsung dengan baik. Demikian halnya, sebanyak 60% siswa menyatakan ketakutan mendalam akan kehilangan anggota keluarga/teman akibat bencana tersebut yang dapat mengakibatkan siswa mengalami trauma psikologis.

Kata kunci: Pembelajaran sains, gunung berapi, sikap refleksi diri

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana alam yang tinggi di dunia. Berbagai bencana alam sering terjadi, seperti gunung meletus, gempa bumi dan tsunami seakan 'sangat akrab' dengan kehidupan di Indonesia beberapa waktu belakangan ini (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi bencana, Dep ESDM RI, 2005). Hal ini disebabkan oleh posisi geografis Indonesia terletak di ujung pergerakan empat lempeng tektonik dunia, yaitu lempeng Euro-Asia di bagian Utara, lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, lempeng Filipina dan Samudra Pasifik di bagian Timur.

Bencana akan menimbulkan dampak yang merugikan di berbagai bidang kehidupan masyarakat. Selain kerugian materiil, kerugian moril yang timbul adalah kondisi mental yang menurun atau terganggu karena orang kehilangan harta benda dan keluarga akibat bencana. Pada kelompok usia anak, dampak bencana dipandang lebih mengkhawatirkan, sehingga dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana anak-anak dikategorikan sebagai kelompok rentan. Hal ini berarti bahwa komunitas anak di dalam masyarakat memerlukan perhatian khusus ketika terjadi bencana.

Keberadaan masyarakat yang berada di wilayah yang rawan bencana alam harus memiliki keterampilan dan pemahaman yang baik dalam menghadapi bencana (Annan, 2007). Hal ini untuk memperkecil dampak bencana yang mungkin bisa terjadi. Oleh sebab itu, untuk mengantisipasi secara lebih dini berbagai macam bencana alam yang terjadi di wilayah tersebut perlu pengetahuan, pemahaman, kesiapsiagaan dan keterampilan serta sikap

tanggap bencana (mitigasi), harus terus diupayakan untuk disosialisasikan kepada masyarakat luas, demikian halnya untuk masyarakat sekolah.

Sesaat setelah terjadinya bencana, umumnya anak akan menunjukkan gejala-gejala fisik, emosi, pikiran, dan perilaku yang mengganggu. Beberapa hal yang termasuk dalam gejala fisik, misalnya sulit tidur dan mudah terkejut. Gejala emosi tampil dalam bentuk takut atau cemas, sedih merasa bersalah. Contohnya gejala pikiran, antara lain bingung, sulit konsentrasi, sering teringat kembali pada peristiwa tersebut, dan mimpi buruk. Sedangkan, gejala perilaku adalah mudah menangis, menarik diri dari pergaulan, takut berpisah dari orangtua, dan mudah marah (UNICEF Indonesia, 2008).

Pengetahuan dan pemahaman akan bahaya yang ditimbulkan oleh bencana alam tidak cukup hanya diberikan kepada masyarakat umum, tetapi penting pula untuk diperkenalkan pada anak usia dini, seperti pengenalan bahaya gunung berapi, bahaya banjir, gempa bumi dan lain sebagainya (Jackson & Jacobs, 2008). Cara paling efektif untuk memberikan pengetahuan kebencanaan adalah melalui pendidikan sejak usia dini. Anak-anak termasuk usia yang paling rentan saat terjadi bencana. Anak-anak usia SD memiliki kemampuan yang terbatas untuk mengontrol dan mempersiapkan diri mereka saat terjadinya bencana. Di samping itu, rendahnya pemahaman tentang berbagai resiko yang ada di sekeliling mereka, yang berakibat tidak adanya kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana. Hal ini sependapat dengan Oemarmadi (2005) yang mengatakan bahwa masyarakat Indonesia sudah semestinya dibekali dengan pengetahuan tentang bahaya yang diakibatkan bencana alam, mulai dari anak-anak dengan tingkat pendidikan dari TK-SD hingga SMA, bahkan seluruh anggota masyarakat umum seperti keluarga nelayan atau keluarga yang dekat dengan lereng gunung berapi.

Pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan berperilaku dalam mencegah, mendeteksi, dan mengantisipasi bencana juga dapat disosialisasikan dalam pembelajaran di sekolah. Pembelajaran mitigasi bencana dalam pembelajaran di sekolah dapat diterapkan dalam berbagai mata pelajaran (Mapel) sekolah. Demikian halnya, dalam pembelajaran sains (IPA) di sekolah yang langsung berhubungan dengan fenomena alam dan sekitarnya. Pembelajaran sains di sekolah misalnya, sangat strategis untuk dilaksanakan karena akan memberikan pengetahuan dan pemahaman kejadian alam terkait bencana dan pencegahannya. Kedua hal tersebut belum banyak dilakukan oleh para guru dan pihak sekolah. Padahal, pemahaman anak SD tentang gejala alam, seperti: banjir, tanah longsor, gunung meletus, dan gempa telah diungkapkan dalam pelajaran sains. Oleh karena itu, penerapan mitigasi dan sikap tangggap bencana yang dintegrasikan dengan pelajaran sains menarik untuk dikaji. Kondisi ini diharapkan mampu membangun kepekaan dan mengurangi resiko bencana pada diri anak-anak.

Semestinya ketika siswa belajar sains (gunung berapi) misalnya, guru memberikan pemahaman yang mendalam, termasuk juga bagaimana mengantisipasi jika gunung meletus dan bagaimana membantu saat gunung berapi meletus hingga sesudahnya. Demikian halnya, terkait dengan kurikulum di Indonesia seharusnya diimplementasikan dalam materi pelajaran yang dekat dengan lingkungan peserta didiknya. Pendidikan di Indonesia seharusnya mengajarkan anak-anak didik untuk hidup harmonis bersama alam. Berbekal pengetahuan lingkungan yang kuat, anak-anak akan mampu memanfaatkan potensi alam untuk kesejahteraan serta menjaga alam sebaik-baiknya guna mencegah terjadinya bencana



atau kerugian yang lebih besar dari fenomena alam. Dipandang perlu adanya sebuah kegiatan bersama pemerintah serta dinas terkait untuk menyelesaikan masalah tersebut di atas dan merumuskan suatu kebijakan bagi pemerintah kota guna meningkatkan sikap tanggap dan sadar bencana bagi anak-anak sekolah (SD).

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pembelajaran sains (kebencanaan gunung berapi) terhadap sikap refleksi diri siswa SDN Satak 1 Desa Laharpang Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri yang memiliki potensi bencana terbesar saat Gunung Kelud meletus di tahun 2014.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Topografi Kabupaten Kediri dan Potensi Bencana Gunung Kelud**

Posisi geografi Kabupaten Kediri terletak antara 111° 47' 05" sampai dengan 112° 18'20" Bujur Timur dan 7° 36' 12" sampai dengan 8° 0' 32" Lintang Selatan. Wilayah Kabupaten Kediri diapit oleh 5 Kabupaten, sebelah barat berbatasan dengan Tulungagung dan Nganjuk, sebelah utara berbatasan dengan Nganjuk dan Jombang, sebelah timur berbatasan dengan Jombang dan Malang, sebelah selatan berbatasan dengan Blitar dan Tulungagung. Kondisi topografi terdiri atas dataran rendah dan pegunungan yang dilalui aliran sungai Brantas yang membelah dari selatan ke utara. Suhu udara berkisar antara 23° C sampai dengan 31° C dengan tingkat curah hujan rata-rata sekitar 1652 mm per hari. Secara keseluruhan luas wilayah ada sekitar 1.386.05 km<sup>2</sup> atau + 5% dari luas wilayah propinsi Jawa Timur. Secara Ekologis, Wilayah Kabupaten Kediri diapit oleh dua Gunung yang berlawanan sifatnya, yaitu Gunung Kelud di sebelah Timur yang bersifat vulkanik dan Gunung Wilis di sebelah Barat yang bersifat non vulkanik. Di bagian tengah wilayah Kabupaten Kediri melintang aliran Sungai Brantas, yang membelah wilayah Kabupaten Kediri menjadi dua bagian dengan hamparan dataran rendah berupa daerah persawahan subur di sebelah timur Sungai Berantas. Gunung Kelud sebagai area wisata alam yang terletak di Desa Sugihwaras Kecamatan Ngancar dengan obyek kawah Gunung Berapi yang masih aktif, hamparan muntahan lava dari Gunung Kelud, tebing terjal sebelah Selatan, terowongan Ampera sepanjang 100 meter dan pemandangan alam yang mempesona, bisa ditempuh dengan kendaraan roda empat, dari Kota Kediri menuju Kecamatan Ngancar.

Pemerintah Kabupaten Kediri-Jawa Timur terus memantau potensi bencana Gunung Kelud yang aktivitasnya terus meningkat. Setelah sekitar sepekan aktivitas Gunung Kelud berstatus waspada sejak Minggu 2 Februari 2014, status aktivitas gunung ini ditetapkan naik menjadi siaga, pada Senin 10 Februari 2014. Peningkatan status aktivitas gunung ini dilakukan menyusul bertambahnya aktivitas kegempaan vulkanik dalam dua hari terakhir. PVMBG merekomendasikan sterilisasi aktivitas manusia sampai radius 5 kilometer dari kawah gunung (Kompas.com). Potensi bahaya yang terjadi ke depan bila terjadi letusan adalah keberadaan kubah lava yang sekira 4 juta m<sup>2</sup> itu akan dibongkar menjadi (mengeluarkan) awan panas. Potensi awan panas itu kemungkinan akan mencapai jarak hingga lima kilometer jika berdasarkan data informasi letusan Gunung Kelud pada 1990. Letusan tahun 1990 tersebut sampai lima kilometer ke arah barat. Selain itu, terdapat juga ancaman material pijar yang keluar dari Gunung Kelud, material pijar mungkin akan sampai pada radius 5 km Gunung Kelud. Pada 2007, letusan kembali terjadi. Akan tetapi, tipe

letusannya bersifat efusif alias rendah. Akibatnya, terbentuk kubah lava baru yang membuat luas danau menyempit.

Letusan Gunung Kelud pada tanggal 13 Februari 2014 merupakan letusan terbesar sepanjang sejarah Gunung Kelud. Ketinggian lontaran material ke angkasa hingga radius 17 kilometer menjadi bukti besarnya daya ledak magma Gunung Kelud. Hujan abu akibat dampak letusan telah menerpa hingga sejumlah wilayah di Jawa Tengah dan Yogyakarta, yang berjarak lebih dari 200 km dari Gunung Kelud. Di perbatasan Kabupaten Kediri, Blitar, dan Malang diperkirakan memuntahkan 105 juta m<sup>2</sup> material vulkanik. Separuh material padat itu terlontar jauh dari gunung dan separuh yang lain berada di sekitar kawah. Saat hujan turun di puncak Gunung Kelud, lahar dingin pun menjadi ancaman. Berdasarkan informasi dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) setempat banjir lahar dingin kemungkinan terjadi di wilayah Kebon Rejo, Kampung Baru, Kampung Besowo, Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri. Lahar dingin biasanya terjadi jika disertai adanya hujan deras di sekitar puncak Gunung Kelud. Air hujan akan mendorong material vulkanis yang berada di sekitar puncak Kelud ke daerah yang lebih rendah di sekitarnya melalui lembah atau sungai.

### **Pentingnya Pembelajaran Sains dalam Sikap Tanggap dan Sadar Bencana**

Pembelajaran sains perlu diajarkan di sekolah terkait dengan berbagai bencana, seperti tsunami Aceh, Gempa Padang, Letusan Gunung Kelud, hingga jebolnya tanggul Situ Gintung, yang datang silih berganti. Kondisi tersebut membuat masyarakat sekolah mulai memiliki pengetahuan cukup tentang bahaya bencana. Hal tersebut didukung dengan penelitian BNPB tahun 2012 saat tsunami di Aceh terjadi. Sebelum bencana tsunami melanda Aceh, banyak orang Indonesia termasuk anak didik yang tidak mengenal istilah tsunami tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kesiagaan masyarakat Indonesia dan masyarakat sekolah khususnya menghadapi bencana sangatlah rendah. Oleh karena itu sangatlah penting bagi bangsa ini untuk membudayakan sikap sadar bencana. Membudayakan sikap sadar bencana dapat dilakukan dengan pendidikan sadar bencana. Hal ini karena pendidikan sadar bencana akan membentuk karakter, pengetahuan bencana dan dapat meningkatkan pemahaman terkait bencana dan antisipasinya. Pendidikan sadar bencana sepatutnya dilakukan sejak usia dini sampai akhir hayat, baik pendidikan formal, dan non formal. Pendidikan sadar bencana tak perlu dibuat menjadi satu mata pelajaran khusus. Akan tetapi, diselipkan pada mata pelajaran lain, seperti Geografi, Sains/IPA, IPS, dan lain sebagainya.

Khusus di daerah rawan bencana, dapat diintegrasikan dengan karakter serta muatan lokal tergantung jenis bencana di wilayah tersebut. Satu hal yang sangat penting dalam pendidikan sikap sadar bencana adalah adanya simulasi. Pendidikan sadar bencana dalam strategi kurikulum 2013 diberikan berdasarkan tema bukan mata pelajaran, sehingga terkait dengan sosial dan lingkungan. Misalnya Sumatra dapat disimulasikan terjadi gempa atau bahaya tsunami dan di Jakarta, siswa bisa diajarkan mengenai cara menanggulangi bahaya banjir dan kebakaran. Pendidikan mengenai bencana dimulai dari proses belajar mengajar tentang pengertian bencana, bagaimana bencana terjadi, apa bahayanya, bagaimana mencegahnya yang dilakukan dengan tujuan untuk menanggulangi serta meminimalisir terjadinya bencana.

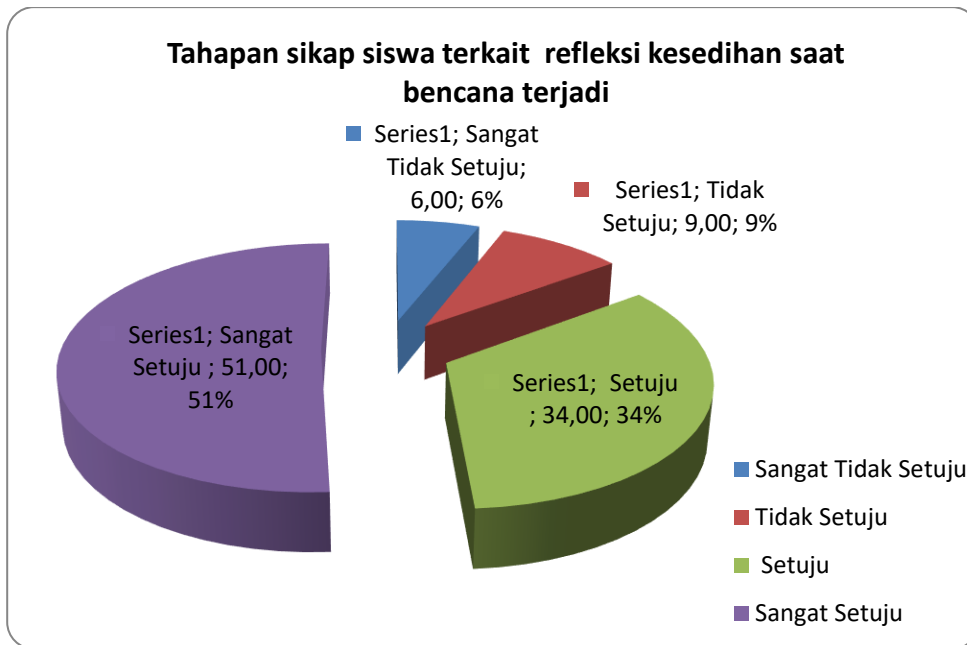
Di samping itu pendidikan bencana mempunyai tujuan akhir mengubah sikap dan tindakan ke arah kesadaran untuk melakukan kesiapsiagaan bencana. Pendidikan bencana harus menjadi bagian integral dari pendidikan formal mulai dari tingkat Sekolah Dasar (SD) hingga Perguruan Tinggi (PT). Artinya, seluruh masyarakat dilibatkan baik anak-anak, kaum muda, dan orang dewasa, bila generasi muda dan masyarakat sudah diberikan pendidikan mengenai bencana diupayakan dapat meningkatkan pengetahuan tentang bencana di kalangan masyarakat. Pengetahuan kesiapsiagaan bencana bisa menumbuhkan dorongan dan pengertian pada anak mengenai pentingnya kesiapsiagaan bencana. Hal ini dapat dilakukan mulai dari kerja pemerintah kota, Diknas dan Instansi terkait dalam hal ini terus meningkatkan pengetahuan masyarakat bahwa betapa pentingnya menjaga lingkungan sekitar. Upaya pencegahan dan penanggulangan bencana dapat dilakukan dengan cara mengantisipasinya, menanggulangnya, dan meminimalisirnya. Upaya yang bisa dilakukan masyarakat dengan menggelar berbagai diskusi, pelatihan, ataupun simulasi bagaimana kesiapsiagaan bencana itu harus dilakukan, sehingga masyarakat benar-benar tergambar pentingnya kesiapsiagaan menghadapi bencana.

## **METODE PENELITIAN**

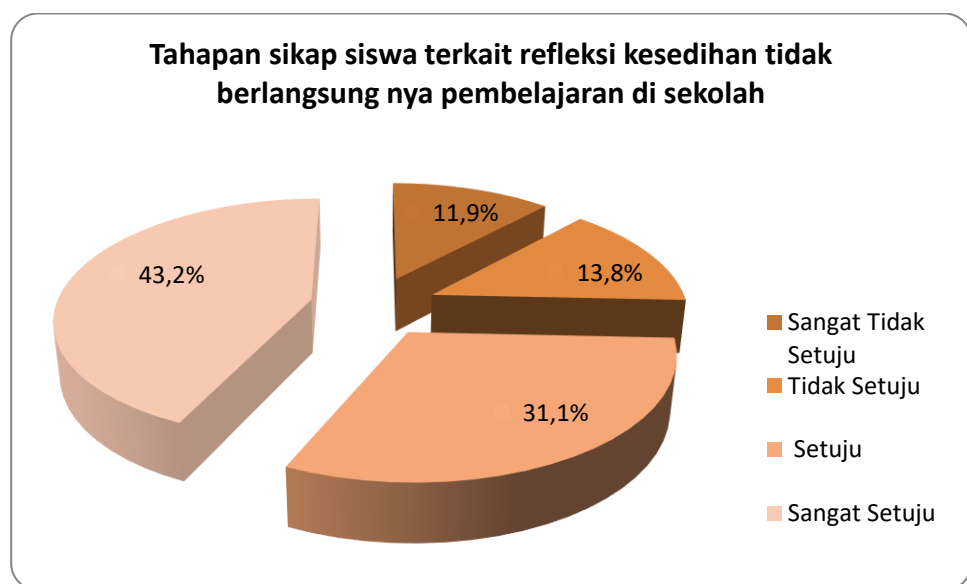
Rancangan dan metode penelitian ini akan dilakukan dengan pendekatan positivistik kuantitatif dan kualitatif secara longitudinal menggunakan model riset pengembangan (R&D) Borg & Gall (1983). Dikatakan longitudinal karena suatu penelitian sifatnya berkelanjutan untuk jangka waktu yang relatif panjang, mengikuti proses interaktif ragam variabel dalam hal ini dengan cara simulasi, dengan tujuan untuk menjelaskan dan memahami kejadian yang diobservasi pada rentang waktu tertentu. Pendekatan penelitian ini juga disebut *social survey design* yang dipandu dengan struktur pertanyaan/kuisisioner yang bersifat tertutup. Desain longitudinal ini dirancang untuk mengumpulkan data pada lebih dari satu kasus dan pada kurun waktu tertentu ketika data dikumpulkan secara kuantitatif dan kualitatif terhadap variabel yang kemudian diuji lewat pengembangan secara empirik di lapangan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

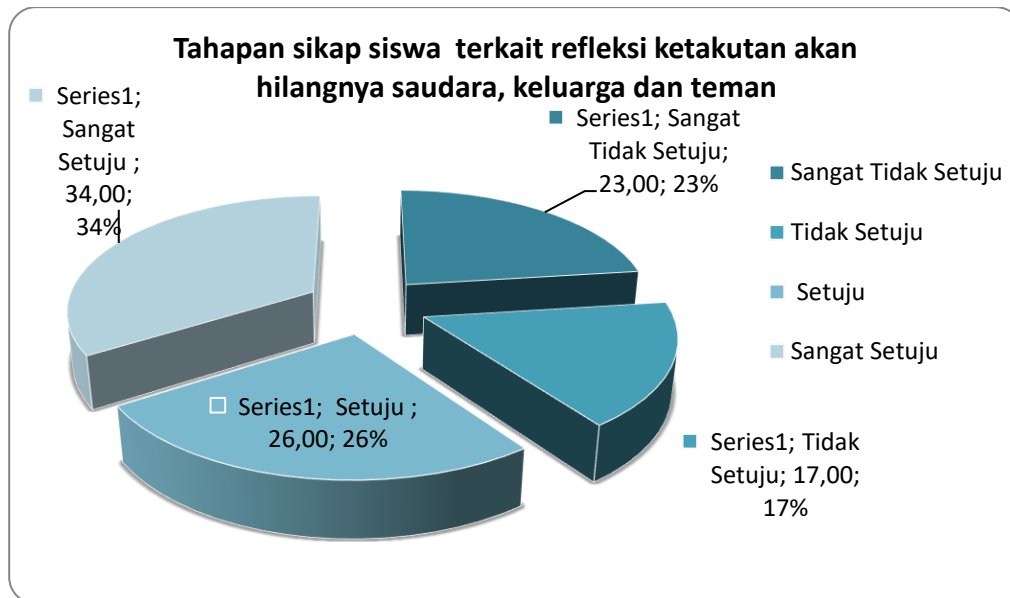
Berdasarkan hasil pelaksanaan pembelajaran sains terkait dengan pendidikan kebencanaan guna mengambil sikap sadar bencana dapat diperoleh informasi penting bagi siswa akan kebencanaan yang terjadi di daerahnya. Informasi-informasi tersebut dapat dilakukan dengan dalam bentuk sosialisasi dan pelatihan. Setelah sosialisasi ini dilakukan dengan tindak lanjut dalam bentuk pelatihan-pelatihan secara khusus mengenai sikap sadar siswa terhadap bencana, khususnya pada bencana meletusnya gunung berapi (Kelud) melalui presentasi, simulasi, diskusi dan tes pemahaman akan kebencanaan. Pelaksanaan ini dilakukan pada masyarakat sekolah dalam hal ini adalah 35 siswa kelas V SDN Satak 1 Kecamatan Puncu-Kabupaten Kediri yang sudah pernah mengalami kejadian bencana Gunung Kelud tahun 2014 yang lalu. Berdasarkan jawaban dari angket yang berhubungan dengan pembelajaran sains terhadap sikap sadar siswa saat terjadinya bencana gunung meletus (Kelud) serta refleksi siswa terhadap kebencanaan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 1-3 berikut ini :



Gambar 1. Persentase sikap siswa terkait refleksi kesedihan saat bencana Gunung Kelud terjadi



Gambar 2. Persentase sikap siswa terkait refleksi kesedihan akan tidak terlaksananya pembelajaran di sekolah saat bencana Gunung Kelud terjadi



Gambar 3. Persentase sikap siswa terkait refleksi ketakutan akan hilangnya anggota keluarga dan teman saat bencana Gunung Kelud terjadi

Berdasarkan data hasil pengamatan tahapan sikap sadar bencana dalam hal ini terkait kesadaran akan kebencanaan (refleksi diri siswa) terlihat pada Gambar 1-3, terkait hasil angket yang dibagikan. Sebanyak 85% siswa menyatakan sedih saat gunung meletus terjadi di daerahnya, hal ini disebabkan juga kurang sikap sadar bencana yang ada pada daerahnya dimana banyak masyarakat sekolah/siswa belum sadar untuk menjaga konservasi lingkungannya. Diharapkan dengan menjaga konservasi lingkungan akan mengurangi resiko dampak terjadinya bencana serta untuk menjaga lingkungan hidup didaerahnya menjadi lebih baik

Akibat bencana gunung meletus 26 atau 74,3% siswa menyatakan sedih karena kegiatan sekolah tidak dapat berlangsung dengan baik. Hal ini menjadikan banyak juga dari pernyataan siswa yang menyatakan sedih jika bencana gunung meletus yang terjadi di daerahnya dan siswa menyatakan akibat bencana itu juga meyebabkan banyak korban jiwa, harta benda dan hewan piaraan. Oleh sebab itu penting untuk meningkatkan pemahaman siswa SD tentang masalah kebencanaan dan sosialisasi kebencanaan bagi siswa terkait dengan potensi dan karakteristik bencana dan tindakan penyelamatan saat terjadi bencana. Demikian halnya lebih dari 25 siswa menyatakan ketakutan jika gunung meletus terjadi di wilayahnya dan yang ditempati serta hal ini akan membuat 60% siswa menyatakan ketakutan akan kehilangan anggota keluarga/teman akibat bencana tersebut. Hal ini sependapat dengan Herdwiwanti (2012) yang menyatakan akibat dari meletusnya Gunung Merapi di tahun 2010 menimbulkan korban jiwa, khususnya anak-anak. Sementara itu, jutaan anak-anak yang selamat dari bencana tersebut kehilangan rumah dan orang-orang yang dicintai. Hal tersebut menjadikan mereka juga trauma psikologis.

Berdasarkan data hasil penelitian tahapan sikap sadar bencana dalam hal ini terkait kesadaran akan kebencanaan (refleksi diri siswa) terlihat pada Gambar 1. Siswa (85%) menyatakan sedih saat gunung meletus terjadi di daerahnya, hal ini disebabkan juga kurang sikap sadar bencana yang ada pada daerahnya. Akibat bencana gunung meletus 74,3%

siswa menyatakan kegiatan sekolah tidak dapat berlangsung dengan baik. Hal ini menjadikan banyak siswa menyatakan akibat bencana itu juga menyebabkan banyak menelan korban jiwa, harta benda serta hewan piaraan, penting karenanya untuk meningkatkan pemahaman siswa SD tentang masalah kebencanaan dan sosialisasi kebencanaan bagi siswa terkait dengan potensi dan karakteristik bencana dan tindakan penyelamatan saat terjadi bencana.

## KESIMPULAN

Penerapan pembelajaran sains/IPA di Sekolah Dasar (SD) berbasis pendidikan kebencanaan juga memberikan banyak manfaat bagi siswa SD. Hal ini tampak sebagian besar siswa termotivasi untuk belajar materi kebencanaan, khususnya bencana gunung berapi. Bencana tersebut pernah dialami oleh siswa pada tahun 2014 pada saat Gunung Kelud meletus. Ilmu sains kebencanaan membuat siswa lebih memahami arti kebencanaan sebagai upaya meningkatkan sikap sadar bencana. Selain itu tingkat pengetahuan dan pemahaman siswa terkait sikap sadar bencana juga sudah lebih baik. Pada bencana gunung meletus (Kelud) sebagian besar siswa menyatakan sedih (85%) karena kegiatan sekolah tidak dapat berlangsung dengan baik (74,3%), juga menelan korban jiwa dan harta benda. Hal ini juga membuat siswa (60%) ketakutan akan kehilangan anggota keluarga/teman. Di samping itu, dengan pendidikan sains serta fenomena alam (peristiwa meletusnya Gunung Kelud) akan mengingatkan diri siswa akan Tuhan Yang Maha Esa dan mengingatkan kita semua untuk lebih mendekatkan diri kepada Tuhan. Mereka juga berpendapat, saat terjadi gunung meletus semua masyarakat sekolah dalam penyelamatan diri disarankan untuk mengikuti petunjuk yang berwenang dan perlu juga secepatnya mengevakuasi warga yang bermukim di lereng gunung meletus. Siswa menginginkan adanya simulasi tentang bencana alam, jenis-jenis bahaya dan cara tindakan penyelamatannya. Hal ini semua perlu dilakukan untuk kesiapsiagaan siswa dalam menghadapi bencana sehingga didapatkan nilai *self-efficacy* yaitu kemampuan diri untuk melakukan tindakan yang tinggi dengan *effect size* yang kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annan, K. (2007). *Guiding the United Nations*. New York: Infobase Publishing; Former UN Secretary General, April 2000.
- Borg, R., & Gall, M.D. (1989). *Educational Research*. New York & London: Longman.
- Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2005). *Gempa Bumi dan Tsunami*. Bandung: Alfa Beta.
- Herdwiyanti, F., & Sudaryono. (2012). Perbedaan Kesiapsiagaan Menghadapi Bencana Ditinjau Dari Tingkat Self-Efficacy Pada Anak Usia Sekolah Dasar Di Daerah Dampak Bencana Gunung Kelud. *Jurnal Kepribadian dan Sosial Universitas Airlangga*.
- Wikimapia. (2014). Sejarah Kota Kediri dan Potensi pariwisatanya. Diunggah pada hari Sabtu, 22 Pebruari 2014. Jam 23.15 di <http://wikimapia.org/3601854/id/Kota-Kediri>.
- Jackson, I., & Jacobs, J. (2008). Major flood hits county, damages many roads. The Brazil Times.

Oemarmadi, S. (2005). Pendidikan dan Mitigasi Bencana Alam; Pelajaran berharga dari Aceh. *Pendidikan Network*. (Online), (<http://re-searchengines.com/art05-90.html>, diakses Tanggal 22 September 2012).

UNICEF Indonesia. (2008). *Perlindungan Anak dalam Keadaan Darurat*. Jakarta: PT. Persada Utama Tirta Lestari.



UNIVERSITAS TERBUKA

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

Penerbit Universitas Terbuka  
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang,  
Tangerang Selatan - 15418, Banten - Indonesia  
Telp. 021-7490941, Faks. 021-7490147  
Website. [www.ut.ac.id](http://www.ut.ac.id)

SPONSOR :

