



LIMNOTEK
Perairan Darat Tropis di Indonesia
p-ISSN: 0854-8390 e-ISSN: 2549-8029
www.limnotek.or.id



Persepsi Kerentanan Bahaya Banjir dan Kekeringan Akibat Perubahan Iklim di DAS Batanghari

Unggul Handoko^{1,2}, Rizaldi Boer¹, Apip², Edvin Aldrian³, dan Bambang Dwi Dasanto¹

¹Program Studi Klimatologi Terapan, Departemen Geofisika dan Meteorologi, F-MIPA IPB

²Pusat Penelitian Limnologi LIPI

³Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Email penulis: unggul@limnologi.lipi.go.id

Diajukan 3 September 2018. Ditelaah 3 Desember 2018. Disetujui 20 Desember 2018.

Abstrak

Penelitian persepsi tingkat perubahan iklim dan tingkat kerentanan daerah terhadap bahaya banjir dan kekeringan telah dilakukan di DAS Batanghari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan iklim yang telah terjadi di DAS Batanghari, serta untuk mengetahui wilayah-wilayah yang rentan terhadap bahaya banjir dan kekeringan berdasarkan persepsi masyarakat. Persepsi tersebut kemudian dianalisis konsistensinya dengan kejadian sesungguhnya. Metode penelitian yang digunakan untuk analisis persepsi yaitu teknik wawancara *accidental sampling*, uji validitas, uji reliabilitas, penskoran, dan pengkelasan. Sebaliknya, untuk mengetahui konsistensi antara persepsi dengan kejadian sesungguhnya digunakan analisis kecenderungan anomali curah hujan dan suhu udara (untuk tingkat perubahan iklim) serta perbandingan dengan peta rawan banjir dan kekeringan (untuk kerentanan daerah terhadap bahaya banjir dan kekeringan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden (78%) menyatakan bahwa perubahan iklim telah terjadi. Hal ini konsisten dengan data iklim selama lebih dari 30 tahun, yaitu ada peningkatan kecenderungan nilai anomali suhu dan curah hujan dari tahun ke tahun. Wilayah yang paling rentan terhadap bahaya banjir dan kekeringan berdasarkan persepsi masyarakat adalah segmen hilir DAS Batanghari (Kota Jambi, Kabupaten Batanghari, Kabupaten Muara Jambi, Kabupaten Tanjung Jabung Timur). Hal ini sesuai dengan peta daerah rawan bencana banjir dan kekeringan.

Kata kunci: perubahan iklim, kerentanan, banjir, kekeringan, DAS Batanghari

Abstract

Research on perceptions of the levels of climate change and vulnerability of the region to the hazard of floods and droughts has been carried out in Batanghari watershed. The aim of this study was to determine the climate change that has occurred in the Batanghari watershed and to find out areas that are vulnerable to flood and drought hazards based on community perceptions. The perception was then analyzed for consistency with the actual event. The research methods utilized for perceptual analysis was accidental sampling interview technique, validity test, reliability test, scoring, and classification. Conversely, to find out the consistency between perceptions and actual events, an

analysis of trends in rainfall anomalies and air temperature (for the level of climate change), and a comparison between flood and drought-prone maps (for regional vulnerability to flood and drought hazards) were used. The results showed that most respondents (78%) stated that climate change had occurred. This is consistent with climate data for more than 30 years, which is an increase in the tendency of temperature and rainfall anomalies from year to year. The areas most vulnerable to flood and drought hazards according to community perceptions are the downstream segments of Batanghari watershed (Jambi City, Batanghari Regency, Muara Jambi Regency, Tanjung Jabung Timur Regency). This is in accordance with the map of areas prone to floods and droughts.

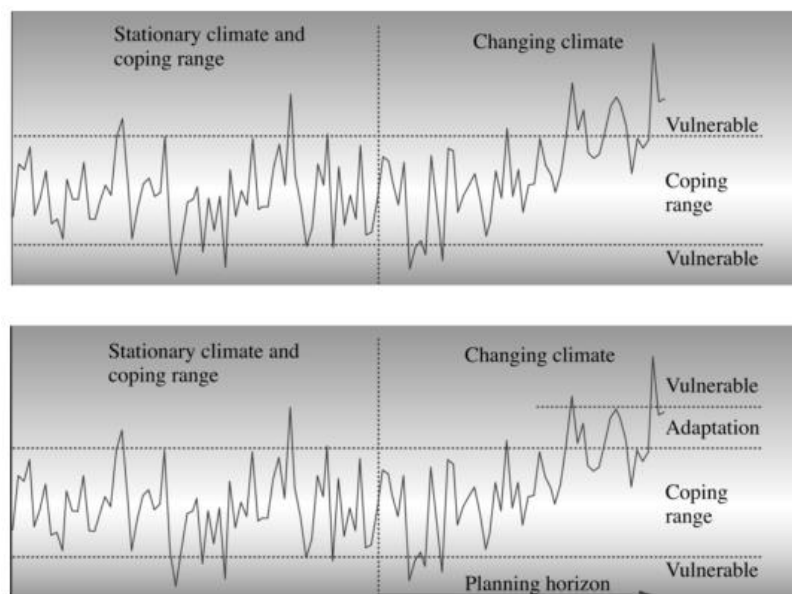
Keywords: climate change, vulnerability, flood, drought, Batanghari watershed

Pendahuluan

Perubahan iklim sudah menjadi topik penelitian hampir di semua bidang, tidak hanya dalam bidang iklim dan lingkungan tetapi juga dalam bidang kesehatan, sosial, dan kemasyarakatan. Hal ini dikarenakan pada abad ke-21, perubahan iklim dinyatakan sebagai salah satu ancaman lingkungan terbesar di dunia. Dampak perubahan iklim akan sulit dikelola apabila upaya kemampuan penurunan emisi tidak berhasil dilakukan dan kemampuan adaptasi tidak dibangun. Pengamatan iklim secara umum menunjukkan bahwa frekuensi dan intensitas kejadian ekstrem semakin meningkat, khususnya suhu dan curah hujan (Chowdhury *et al.*, 2016; IPCC, 2013). Apabila upaya masyarakat global dalam menekan emisi gas rumah kaca tidak berhasil dengan baik, diproyeksikan bahwa kecenderungan kejadian iklim ekstrem saat ini

akan terus meningkat pada beberapa dekade mendatang dengan frekuensi kejadian yang lebih sering, intensitas semakin tinggi, dan durasi yang lebih lama (IPCC, 2013).

Pengurangan risiko iklim saat ini dan yang akan datang dapat dilakukan dengan upaya adaptasi. Adaptasi perubahan iklim merupakan upaya atau kegiatan untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim dan atau mengambil manfaat dan peluang positifnya (McBean & Ajibade, 2009). Beradaptasi terhadap perubahan iklim adalah suatu kepastian. Kemampuan adaptasi (*adaptive capacity*) harus dibangun. Kemampuan untuk merancang dan melaksanakan strategi adaptasi perlu dibangun berdasarkan pengetahuan dan pengalaman saat ini (Jones & Boer, 2004). Dengan kemampuan adaptasi yang tinggi, selang toleransi terhadap perubahan iklim akan semakin lebar yang berarti tingkat kerentanan menurun (Gambar 1).



Gambar 1. Adaptasi akan memperlebar selang toleransi (*coping range*), sehingga ambang batas kerentanan meningkat dan risiko berkurang (Jones & Mearns, 2004)

Penyusunan strategi dan aksi adaptasi perubahan iklim memerlukan analisis risiko perubahan iklim. Salah satu kajian risiko perubahan iklim adalah analisis kerentanan yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana ketidakmampuan atau tingkat kemudahan sistem untuk terkena dampak buruk perubahan iklim. Analisis kerentanan mencakup upaya untuk mengidentifikasi wilayah yang mudah terkena dampak perubahan iklim, membangun pemahaman faktor yang menyebabkan suatu wilayah mudah atau berpotensi terkena dampak, menilai keefektifan langkah adaptasi yang telah dilakukan sebelumnya, dan mengidentifikasi faktor penyebab kerentanan terbesar, sehingga bisa digunakan untuk menentukan bentuk upaya dan target tindakan adaptasi yang tepat (Mercy Corps Indonesia, 2017; Gleeson *et al.*, 2011).

DAS Batanghari merupakan DAS terbesar di Pulau Sumatra yang terletak di Provinsi Jambi dan sebagian kecil Provinsi Sumatra Barat. Diproyeksikan pada masa yang akan datang, DAS Batanghari akan menghadapi peningkatan kejadian ekstrem basah dan ekstrem kering dibandingkan kondisi saat ini (Handoko & Apip, 2015). Selain permasalahan iklim, perubahan penggunaan lahan di DAS Batanghari juga sangat intensif, khususnya perubahan lahan hutan menjadi area perkebunan sawit dan karet. Diproyeksikan pada tahun 2040 penggunaan lahan di DAS Batanghari akan didominasi oleh area perkebunan, sedangkan luas hutan mengalami penurunan sampai setengah dari kondisi saat ini (Utami *et al.*, 2017). Perubahan ini akan menurunkan kemampuan tanah dalam menyimpan air hujan (Tarigan *et al.*, 2017). Selain itu, peningkatan jumlah penduduk juga akan mengganggu tempat-tempat penyimpanan air (Daruati & Apip, 2017). Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kondisi DAS Batanghari akan semakin mengkhawatirkan pada masa yang akan datang.

Kajian kerentanan untuk mempelajari sejauh mana tingkat kemudahan atau ketidakmampuan DAS Batanghari dalam menghadapi perubahan iklim perlu dilakukan. Salah satu pendekatan kajian kerentanan yang cepat ialah melalui pemahaman terhadap persepsi masyarakat tentang perubahan iklim dan dampak yang sudah dirasakan serta upaya

adaptasi yang dilakukan untuk mengurangi dampak tersebut. Persepsi masyarakat ini dapat menggambarkan secara umum perubahan kondisi hidrologis dan geomorfologis yang sudah terjadi di DAS Batanghari dan kaitannya dengan aktivitas manusia, besar dampak yang ditimbulkan dan respons atau upaya antisipatif yang dapat dilakukan. Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah persepsi masyarakat di DAS Batanghari mengenai tingkat perubahan iklim dan tingkat kerentanan DAS Batanghari berdasarkan pengalaman yang mereka rasakan, khususnya terhadap bencana banjir dan kekeringan. Pada tahap selanjutnya, persepsi masyarakat di DAS Batanghari akan dianalisis apakah konsisten dengan kondisi dan kejadian yang sebenarnya sudah terjadi atau tidak.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perubahan iklim dan kerentanan DAS Batanghari terhadap bencana banjir dan kekeringan berdasarkan persepsi dan konsistensi persepsi masyarakat dengan kondisi dan realitas sesungguhnya.

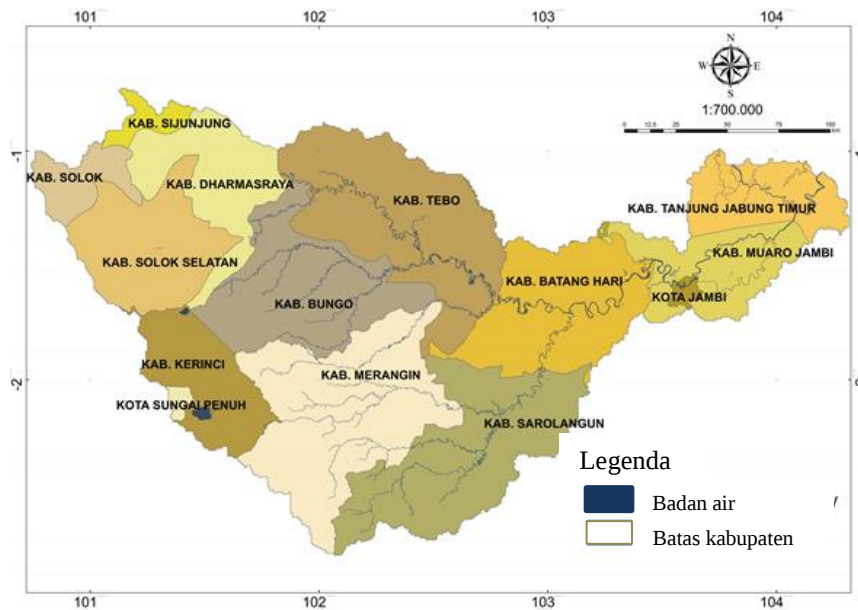
Bahan dan Metode

Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data hujan harian dari 39 pos hujan (2003–2016), data hujan CHIRPS (1981–2016) diunduh dari <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UCSB/.CHIRPS>, data suhu dari 11 pos pengukuran suhu (1981–2016), data suhu CRU dengan resolusi $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ yang diunduh dari <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UEA/.CRU> (1981–2010), data penggunaan lahan (1990, 1997, 2005, dan 2015), data primer berupa hasil kuesioner mengenai persepsi masyarakat terhadap perubahan iklim dan dampaknya pada kondisi kerentanan bahaya banjir serta kekeringan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di DAS Batanghari yang ditunjukkan oleh Gambar 2. DAS Batanghari terletak di Provinsi Jambi dan sebagian kecil Provinsi Sumatra Barat. Luas seluruh DAS Batanghari $47.479,54 \text{ km}^2$. Jumlah penduduk di DAS Batanghari sekitar 3.700.000 jiwa.



Gambar 2. Batas DAS Batanghari yang terletak di Provinsi Jambi dan Sumatra Barat serta semua wilayah administratif kabupaten/kota yang berada di dalam DAS

Analisis Persepsi Tingkat Perubahan Iklim dan Tingkat Kerentanan Daerah terhadap Bahaya Banjir dan Kekeringan

Analisis persepsi masyarakat terhadap perubahan iklim dan tingkat kerentanan DAS Batanghari dilakukan dari April sampai dengan Desember 2017. Pemilihan responden dilakukan dengan menggunakan teknik *Accidental Sampling*, yaitu teknik wawancara yang dilakukan dengan responden yang kebetulan ada atau berada di tempat sesuai dengan tujuan penelitian. Teknik sampling ini tepat digunakan untuk populasi yang sangat banyak, wilayah luas dan ada keterbatasan peneliti dalam hal biaya, waktu, dan tenaga lapangan (Etikan *et al.*, 2016).

Analisis persepsi terhadap perubahan iklim difokuskan pada aspek keterpaparan masyarakat terhadap banjir dan kekeringan di DAS Batanghari dengan menggunakan instrumen kuesioner. Untuk mengecek apakah data yang diperoleh dari responden sesuai dengan kenyataan, penelitian ini menggunakan uji Validitas dan uji Reliabilitas.

Uji validitas adalah pengujian untuk menunjukkan tingkat kesahihan suatu instrumen yang benar-benar dapat mengukur apa yang akan dicapai atau diukur (Garson, 2013; Arikunto, 1991). Uji validitas dilakukan dengan cara mengorelasikan skor total satu pertanyaan dari seluruh responden dengan skor total seluruh pertanyaan dari seluruh responden. Satu pertanyaan dikatakan

valid/sah apabila nilai statistik r hitung $> r$ tabel. Adapun rumus untuk menentukan nilai r hitung adalah sebagai berikut:

$$r_{x_i y_j} = \frac{n \sum x_i y_j - (\sum x_i)(\sum y_j)}{\sqrt{[n \sum (x_i)^2 - (\sum x_i)^2][n \sum (y_j)^2 - (\sum y_j)^2]}}$$

$r_{x_i y_j}$ = korelasi skor pertanyaan ke- i dengan total skor seluruh pertanyaan

x_i = skor pertanyaan ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, 14$)

y_j = total skor seluruh pertanyaan ($\sum_{j=1}^n x_{ij}$)

j = responden ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n = 100$)

Uji reliabilitas adalah pengujian untuk menentukan suatu data dapat menghasilkan hasil yang stabil, konsisten, dan dapat dipercaya, sehingga pada uji coba yang berulang akan menghasilkan hasil yang sama (Arikunto, 1991; Carmines & Zeller, 1979). Suatu instrumen dikatakan reliabel apabila nilai Alpha Cronbach $\geq 0,7$ (Parsian & Dunning, 2009). Rumus Alpha Cronbach adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{N \cdot c}{v + (N - 1) \cdot c}$$

N = jumlah pertanyaan valid

c = kovarian rata-rata di antara pertanyaan

v = varian rata-rata

Pertanyaan yang tidak memenuhi uji validitas dan uji reliabilitas tidak digunakan dalam analisis selanjutnya.

Analisis persepsi masyarakat dilakukan untuk dua aspek, yaitu persepsi mengenai perubahan iklim dan persepsi kerentanan DAS Batanghari terhadap banjir dan kekeringan. Penilaian terhadap persepsi dilakukan dengan cara menjumlahkan skor setiap jawaban terhadap pertanyaan yang sudah lolos uji validitas dan reliabilitas. Skor jawaban ya = 1 dan skor jawaban tidak = 2.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung skor persepsi perubahan iklim ($Skor_{IP}$) dan tingkat kerentanan ($Skor_{KR}$) DAS Batanghari sebagai berikut:

$$Skor_{IP} = \sum_{i=1} \sum_{k=1} x_{ik}$$

$$Skor_{KR} = \sum_{j=1} \sum_{k=1} x_{jk}$$

x_{ik} = skor jawaban terhadap pertanyaan persepsi perubahan iklim ke- i oleh responden ke- k

x_{jk} = skor jawaban terhadap pertanyaan persepsi kerentanan ke- j oleh responden ke- k

Persepsi masyarakat terhadap perubahan iklim dan tingkat kerentanan dikategorikan menjadi tiga tingkat, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Skor untuk masing-masing tingkat menggunakan aturan interval kelas dari rumus *Kriterium Sturges* (Dajan, 1975), yaitu:

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{skor terbesar} - \text{skor terkecil}}{\text{jumlah tingkat}}$$

Kategori tinggi menunjukkan bahwa secara umum persepsi masyarakat menyatakan perubahan iklim sudah sangat dirasakan dan DAS Batanghari sudah sangat rentan karena frekuensi dan intensitas bencana banjir dan kekeringan dirasakan semakin meningkat.

Analisis Konsistensi Persepsi Tingkat Perubahan Iklim dan Persepsi Kerentanan Daerah terhadap Bahaya Banjir dan Kekeringan dengan Realitas

Analisis konsistensi antara persepsi masyarakat dan kejadian yang sesungguhnya terjadi di DAS Batanghari dilakukan dengan

membandingkan hasil analisis persepsi dengan hasil analisis kecenderungan anomali curah hujan dan suhu (untuk tingkat perubahan iklim) ataupun membandingkan dengan data sekunder (untuk kerentanan daerah terhadap bahaya banjir dan kekeringan). Analisis kecenderungan anomali hujan dan suhu menggambarkan perubahan iklim yang sudah terjadi atau belum. Nilai masing-masing anomali diplot setiap tahun. Indikasi kejadian perubahan iklim ditandai dengan ada kecenderungan anomali, baik peningkatan maupun penurunan. Tingkat nyata atau tidak kecenderungan secara statistik dilakukan dengan uji Mann-Kendall (Asfaw *et al.*, 2018).

Rumus Anomali (Koudahe *et al.*, 2017) adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{(X_i - \bar{X}_i)}{s}$$

Z = anomali parameter iklim yang terstandardisasi

X_i = nilai parameter iklim tahun tertentu

$\bar{X}_i$ = parameter iklim rata-rata seluruh tahun pengamatan

s = standar deviasi parameter iklim seluruh tahun pengamatan

Penghitungan rumus Mann-Kendall melalui tahap-tahap berikut (Supari *et al.*, 2012):

1. Penentuan statistik S uji Mann-Kendall
Diberikan data runtut waktu $x_1, x_2, \dots, x_n$ dengan n banyak data. Misalkan x_i dan x_j adalah data pada waktu ke- i dan ke- j dengan $i < j$, maka statistik S uji Mann-Kendall adalah:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i)$$

$$\text{sign}(x_i - x_j) = \begin{cases} +1, & \text{jika } x_j - x_i > 0 \\ 0, & \text{jika } x_j - x_i = 0 \\ -1, & \text{jika } x_j - x_i < 0 \end{cases}$$

Jika nilai $S > 0$, maka terdapat kecenderungan naik

Jika nilai $S < 0$, maka terdapat kecenderungan turun

Jika nilai $S = 0$, maka tidak terdapat kecenderungan

2. Penentuan nilai ragam (variansi)

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{18} (n(n-1)(2n+5))$$

n= banyak data

3. Penentuan nilai Z_{hitung}

$$Z_{hitung} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma_s}, & \text{jika } S > 0 \\ 0, & \text{jika } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma_s}, & \text{jika } S < 0 \end{cases}$$

Kecenderungan anomali dinyatakan nyata secara statistik apabila $Z_{hitung} > Z_{tabel (1-\alpha/2)}$ (Salmi et al., 2002).

Hasil dan Pembahasan

Analisis Persepsi Tingkat Perubahan Iklim dan Tingkat Kerentanan Daerah terhadap Bahaya Banjir dan Kekeringan

Responden yang didapat dengan teknik *Accidental Sampling* berjumlah 100 orang. Teknik *Accidental Sampling* dilakukan terhadap responden yang kebetulan ada atau berada di tempat sesuai dengan tujuan penelitian, namun tetap memperhatikan lama tinggal mereka di lokasi penelitian. Hal ini dilakukan karena penggalian persepsi mengenai perubahan iklim membutuhkan responden yang sudah lama tinggal di lokasi (minimal 30 tahun). Adapun karakteristik responden ditampilkan dalam Tabel 1. Secara umum, mayoritas responden adalah laki-laki dengan usia antara 30 dan 39 tahun. Sektor usaha mayoritas responden adalah sektor

domestik, dengan tingkat pendidikan sarjana. Lokasi tinggal mayoritas responden berada di daerah hilir. Komposisi yang beragam tersebut dianggap tidak berpengaruh dalam hal penggalian informasi karena pertanyaan yang diberikan merupakan pengalaman yang mereka rasakan dan alami, jadi tidak memerlukan pengetahuan khusus untuk menjawabnya.

Hasil analisis uji validitas dan uji reliabilitas (Tabel 2) menunjukkan bahwa hanya ada satu pertanyaan yang tidak sah (valid), yaitu pertanyaan nomor 5.

Pertanyaan nomor 5 tersebut menanyakan kesiapan responden dalam menghadapi perubahan iklim. Pertanyaan tersebut tidak sah karena diduga ambigu atau membingungkan. Sebagian besar responden menjawab dengan jawaban 'ya' dengan alasan karena hal itu sudah takdir dan mau tidak mau harus siap. Jadi, jawaban pertanyaan tersebut memiliki variabilitas yang rendah. Variabilitas jawaban yang rendah dapat menjadikan suatu instrumen bermasalah. Oleh karena itu, pertanyaan nomor 5 dianggap tidak valid dan tidak diikuti lagi dalam pengujian reliabilitas dan analisis selanjutnya. Nilai hitung α Cronbach yang diperoleh adalah 0,841. Nilai ini lebih besar dari 0,7 (Tabel 2), sehingga instrumen dikatakan andal (*reliable*) untuk digunakan menganalisis persepsi masyarakat terhadap perubahan iklim dan tingkat kerentanan DAS Batanghari terhadap banjir dan kekeringan. Analisis persepsi ini dibagi menjadi dua, yaitu analisis persepsi mengenai perubahan iklim (pertanyaan nomor 1 sampai dengan 4), dan analisis persepsi kerentanan bahaya banjir dan kekeringan (pertanyaan nomor 6 sampai dengan 14).

Tabel 1. Karakteristik responden (n = 100)

Variabel	Persentase (%)
Jenis kelamin	Laki-laki (64%), Perempuan (36%)
Usia	<30 (3,09%), 30–39 (37,11%), 40–49 (31,96%), 50–59 (13,40%), 60–69 (10,31%), ≥70 (4,12%)
Sektor usaha	Domestik (73%), Pertanian (21%), Industri (6%)
Pendidikan	SD (13,27%), SMP (13,27%), SMA (30,1%), Sarjana (31,6%), Pascasarjana (11,22%)
Lokasi tinggal	Hulu (29%), Tengah (23%), Hilir (48%)

Tabel 2. Hasil uji validitas dan reliabilitas responden ($n = 100$, $\alpha = 5\%$, valid apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$)

No. pertanyaan	Uji validitas			Uji reliabilitas
	t hitung	t tabel	Keterangan	
1	0,7756	0,1966	Valid	α Cronbach = 0,841 α Cronbach $\geq 0,7$ sehingga instrument dikatakan reliabel
2	0,8517	0,1966	Valid	
3	0,8086	0,1966	Valid	
4	0,6300	0,1966	Valid	
5	0,0489	0,1966	Tidak valid	
6	0,7739	0,1966	Valid	
7	0,5505	0,1966	Valid	
8	0,6572	0,1966	Valid	
9	0,5354	0,1966	Valid	
10	0,6168	0,1966	Valid	
11	0,6390	0,1966	Valid	
12	0,6850	0,1966	Valid	
13	0,6517	0,1966	Valid	
14	0,5952	0,1966	Valid	

Rangkuman hasil analisis yang berkaitan dengan jawaban masyarakat mengenai perubahan iklim (pertanyaan nomor 1 sampai dengan 4) diperlihatkan dalam Tabel 3 yang menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat di DAS Batanghari menganggap bahwa perubahan iklim telah terjadi. Sayangnya, sebagian besar dari mereka tidak mengetahui langkah-langkah apa yang dapat digunakan untuk menghadapi perubahan iklim tersebut. Dari wawancara lebih mendalam, sebagian besar masyarakat lebih fokus pada langkah untuk menghadapi dampak perubahan iklim (adaptasi). Beberapa tindakan yang dilakukan masyarakat jika banjir datang ialah membuat dipan-dipan untuk mengamankan barang-barang berharga miliknya. Saat kekeringan melanda, masyarakat akan melakukan pemboran untuk memperdalam sumur atau dengan membeli air untuk memenuhi kebutuhan air. Sebaliknya, tindakan-tindakan untuk menurunkan laju perubahan iklim yang diakibatkan oleh peningkatan gas-gas rumah kaca yang semakin

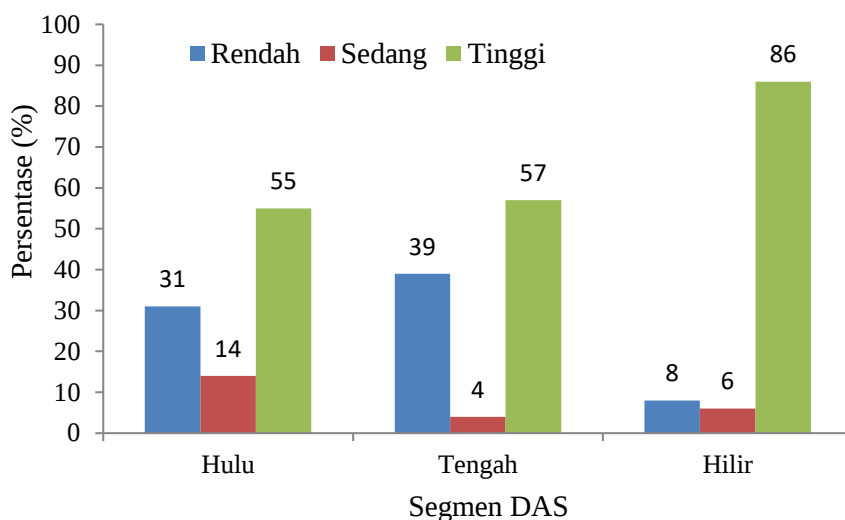
tinggi, hanya sebagian kecil masyarakat yang paham.

Hasil kategorisasi persepsi masyarakat terhadap perubahan iklim (sesuai dengan pertanyaan-pertanyaan dalam Tabel 3) diperlihatkan dalam Gambar 3 yang menunjukkan bahwa secara umum persepsi masyarakat terhadap perubahan iklim masuk kategori tinggi, terutama masyarakat di daerah hilir (86%), kemudian diikuti oleh daerah tengah (57%), dan hulu (55%). Temuan ini kemungkinan disebabkan daerah hilir merupakan daerah yang paling sering terkena dampak kejadian iklim ekstrem seperti peningkatan suhu, banjir, dan kekeringan.

Kategorisasi tingkat persepsi masyarakat yang tinggi terhadap perubahan iklim juga menggambarkan ada kesadaran yang cukup tinggi dan pengetahuan yang cukup baik dari masyarakat di DAS Batanghari terhadap perubahan iklim. Namun demikian, sebagian besar responden (68%) seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3, masih belum tahu cara menghadapi perubahan iklim.

Tabel. 3 Rangkuman jawaban masyarakat terkait perubahan iklim

Pertanyaan	Jawaban ya (%)	Jawaban tidak (%)
1. Pernah mendengar istilah perubahan iklim	77	23
2. Menganggap saat ini perubahan iklim telah terjadi	78	22
3. Mengetahui contoh bentuk perubahan iklim yang terjadi	81	19
4. Mengetahui contoh tindakan untuk menghadapi perubahan iklim	32	68



Gambar 3. Tingkat persepsi perubahan iklim

Rangkuman hasil analisis berkaitan dengan jawaban masyarakat mengenai tingkat kerentanan daerah terhadap bahaya banjir dan kekeringan (pertanyaan nomor 6 sampai dengan 14) diperlihatkan dalam Tabel 4.

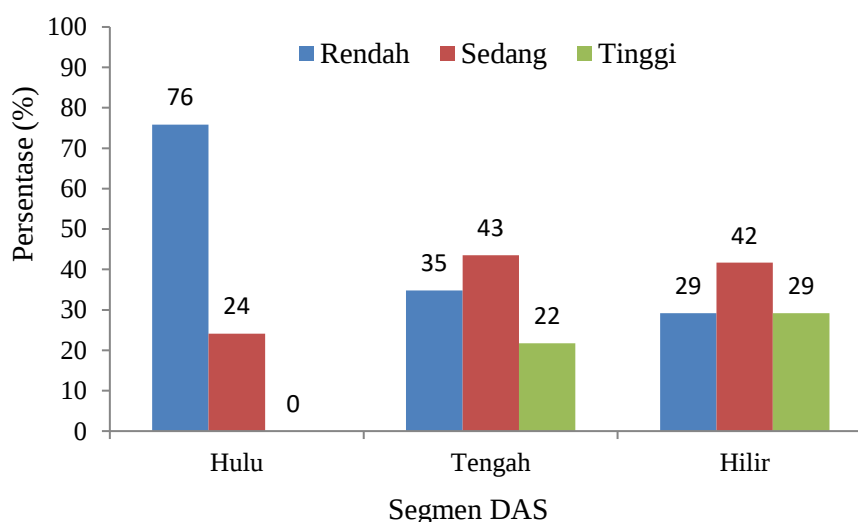
Tabel 4 menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat DAS Batanghari (62%) merasakan ada permasalahan sumber daya air yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Namun demikian, kedua permasalahan sumber daya air (banjir dan kekeringan) yang dihadapi oleh masyarakat tidak selalu dua-duanya dirasakan oleh masyarakat, misalnya sebagian masyarakat tidak pernah mengalami banjir, tapi hanya merasakan bencana kekeringan saja. Atau, ada sebagian masyarakat yang merasakan bencana banjir saja, tetapi tidak pernah mengalami bencana kekeringan. Fenomena ini dijumpai di daerah hulu. Ada beberapa wilayah yang susah mendapatkan air saat musim kemarau karena pemenuhan kebutuhan air mengandalkan mata air dan lokasi tempat tinggal di wilayah tersebut jauh dari sungai. Namun, saat musim penghujan wilayah itu aman dari banjir karena topografinya berada di pegunungan atau perbukitan. Sebaliknya, masyarakat yang tinggal di dekat aliran sungai akan mengalami banjir saat musim penghujan, namun saat musim kemarau mereka aman dari kekeringan. Hal inilah yang menyebabkan jawaban pertanyaan nomor 6 yang menyatakan bahwa sebagian besar masyarakat di DAS Batanghari yang merasakan permasalahan sumber daya air tidak konsisten dengan jawaban pernyataan nomor 7 sampai dengan 10. Pertanyaan-

pertanyaan tersebut menggambarkan bahwa masyarakat yang mengalami bencana banjir atau kekeringan lebih sedikit daripada yang tidak mengalami banjir dan kekeringan.

Akibat perubahan iklim berupa banjir dan kekeringan, sebagian kecil responden menyatakan bahwa kehidupan mereka menjadi lebih tidak baik serta lingkungan sekitarnya menjadi berubah. Misalnya di daerah hilir yang sering terkena banjir, maka pengusaha perkebunan sawit yang mempunyai modal besar membuat tanggul di area perkebunannya. Hal ini mengakibatkan lingkungan di luar perkebunan terkena imbasnya, yaitu banjir yang mereka alami semakin luas dan tinggi. Selain itu, berkaitan dengan banjir dan kekeringan, ada sebagian kecil (15%) responden yang mengubah mata pencahariannya. Misalnya, responden yang dahulu menjadi petani di sawah berubah menjadi buruh di perkebunan atau bekerja di bidang jasa. Mereka menganggap bahwa mata pencaharian yang baru lebih kecil risiko kerugiannya. Mereka yang mengganti mata pencaharian dari petani menjadi buruh atau bekerja di bidang jasa tersebut berasal dari petani tadah hujan, yang kelangsungan usaha pertaniannya sangat tergantung pada alam. Padahal, akibat perubahan iklim curah hujan menjadi sangat tidak menentu. Pada umumnya, usaha pertanian tadah hujan berada di dekat aliran sungai, sehingga apabila banjir tiba maka tak jarang tanaman padi yang hampir panen terendam banjir. Selain itu, pada usia tertentu tanaman padi tadah hujan harus mendapatkan air. Namun, karena hujan tidak

Tabel. 4. Rangkuman jawaban masyarakat terkait kerentanan bahaya banjir dan kekeringan akibat perubahan iklim

Pertanyaan	Jawaban ya (%)	Jawaban tidak (%)
6. Merasakan permasalahan sumber daya air karena perubahan iklim	62	38
7. Saat musim kemarau susah mendapatkan air	47	53
8. Jika dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, saat musim kemarau semakin susah mendapatkan air	28	72
9. Saat musim hujan terkena banjir	43	57
10. Jika dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, musim hujan banjir semakin sering dan meluas	22	78
11. Dampak perubahan iklim mengubah kehidupan	33	67
12. Dampak perubahan iklim menjadikan kehidupan lebih tidak baik	31	69
13. Dampak perubahan iklim mengubah keadaan lingkungan sekitar	31	69
14. Dampak perubahan iklim mengubah cara-cara mencari nafkah	15	85



Gambar 4. Tingkat persepsi kerentanan banjir dan kekeringan masyarakat di hulu, tengah, dan hilir DAS Batanghari

menentu, pada saat tanaman padi membutuhkan air ternyata hujan belum turun. Hal inilah yang menyebabkan petani di sawah tadah hujan sering mengalami puso, sehingga mereka beralih mata pencaharian.

Hasil kategorisasi persepsi tingkat kerentanan daerah terhadap bahaya banjir dan kekeringan di DAS Batanghari (sesuai dengan pertanyaan-pertanyaan dalam Tabel 4) menghasilkan tingkat kerentanan yang linier dengan segmen DAS (Gambar 4). Terlihat bahwa tingkat kerentanan memiliki kecenderungan mengikuti lokasi segmen DAS. Daerah hulu merupakan daerah yang paling

rendah tingkat kerentanannya, ditandai dengan sebanyak 76% responden yang menyatakan bahwa lokasi tempat tinggal mereka termasuk dalam tingkat kerentanan yang rendah, sisanya yaitu 24% menyatakan dalam tingkat kerentanan sedang. Di daerah hulu tidak ditemukan tingkat kerentanan tinggi, sehingga bisa dikatakan bahwa daerah hulu merupakan daerah yang lebih aman dari bahaya banjir dan kekeringan dibandingkan dengan daerah tengah dan hilir. Selanjutnya untuk segmen tengah, mayoritas responden menyatakan bahwa lokasi tempat tinggal mereka berada pada tingkat kerentanan sedang, yaitu

sebanyak 43%, sisanya tingkat kerentanan rendah (35%), dan tingkat kerentanan tinggi (22%). Di daerah hilir, meskipun mayoritas responden menyatakan lokasi tempat tinggal mereka berada pada tingkat kerentanan sedang, yaitu sebanyak 42% tetapi segmen hilir bisa dikatakan yang paling rentan. Karena tingkat kerentanan di segmen hilir ini paling banyak, yaitu 29%.

Bagian hilir menjadi daerah yang paling tinggi kerentanannya dibandingkan daerah tengah dan hulu disebabkan banyak faktor. Salah satunya karena aktivitas antropogenik di daerah hilir yang paling intensif dibandingkan daerah yang lain. Aktivitas antropogenik bisa mengubah sistem hidrologi yang ada di kawasan hilir DAS (Isik *et al.*, 2008). Ditinjau dari medan yang datar dan landai, aksesibilitas di wilayah hilir juga paling mudah, sehingga berbagai macam sektor perekonomian, jasa, pertanian, dan pemerintahan ada di daerah hilir. Hal inilah yang menjadikan wilayah hilir paling padat penduduknya. Dengan kepadatan penduduk yang tinggi, otomatis kebutuhan air akan meningkat dan akan menjadi masalah saat musim kemarau tiba, yaitu terjadi kelangkaan air atau kekeringan. Selanjutnya, saat musim penghujan bisa terjadi banjir karena permukaan tanah sudah kedap air dengan keberadaan bangunan yang banyak. Selain itu, wilayah hilir merupakan tempat pengendapan material di badan airnya (sungai, danau, saluran irigasi, selokan). Eksploitasi pertanian yang tidak terkontrol menyebabkan perubahan morfometri sungai baik bentuk ataupun elevasi dasar sungainya (Gholami *et al.*, 2017). Sektor pertanian memengaruhi kondisi hidrologi melalui proses erosi dan sedimentasi. Erosi yang terjadi di daerah hulu akan terdekomposisi di badan-badan air yang ada di daerah hilir. Hal inilah yang menjadikan alur sungai di daerah hilir mengalami perubahan morfometri. Perubahan morfometri sungai yang berlangsung secara kontinu merupakan salah satu faktor yang menyebabkan bencana banjir semakin mengancam.

Analisis Konsistensi Persepsi Tingkat Perubahan Iklim dan Persepsi Kerentanan Daerah terhadap Bahaya Banjir dan Kekeringan dengan Kejadian Sesungguhnya

Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar responden (78%) menyatakan perubahan iklim

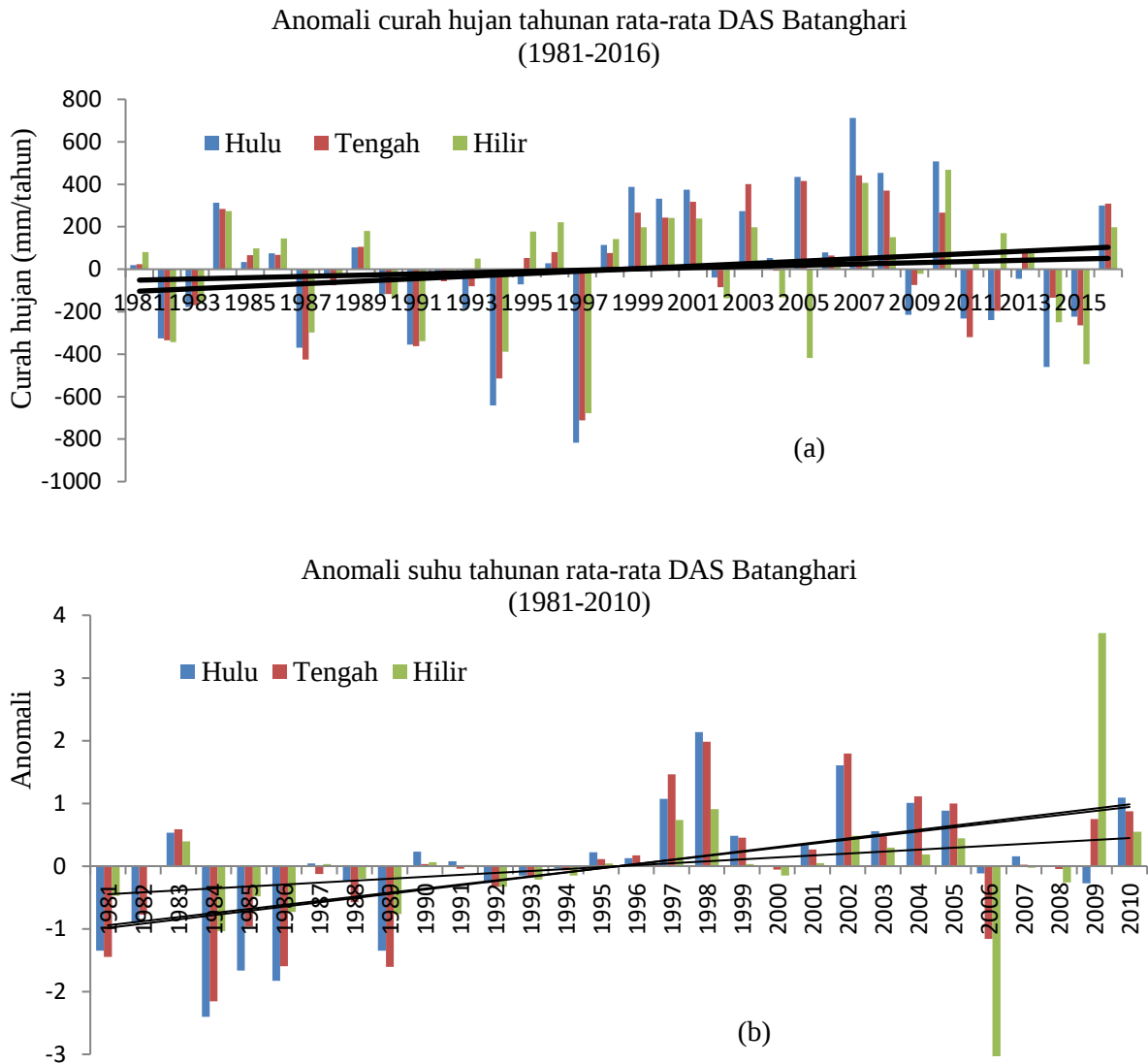
telah terjadi di DAS Batanghari. Untuk menguji apakah persepsi masyarakat tersebut sama dengan kondisi di lapangan, maka dilakukan uji kecenderungan anomali curah hujan dan suhu. Selanjutnya, untuk menguji apakah kecenderungan tersebut signifikan secara statistik dilakukan juga uji Mann-Kendall.

Pengertian perubahan iklim adalah perubahan pola dan intensitas unsur iklim pada periode waktu tertentu yang dapat dibandingkan, biasanya terhadap rata-rata 30 tahun (Aldrian *et al.*, 2011). Dalam studi perubahan iklim, pada umumnya digunakan anomali terstandarisasi dari unsur iklim terhadap rata-rata jangka panjangnya. Hasil plot dan kecenderungan anomali curah hujan dan suhu (Gambar 5) memperlihatkan bahwa berdasarkan analisis data iklim, secara umum di DAS Batanghari telah terjadi perubahan iklim, baik ditinjau dari parameter hujan maupun dari parameter suhu udara. Kedua parameter tersebut sama-sama menunjukkan kecenderungan yang meningkat yang menandakan ada perubahan iklim.

Tabel 5 menunjukkan hasil uji Mann-Kendall yang membuktikan bahwa kecenderungan peningkatan curah hujan dan suhu udara di daerah hulu, tengah, dan hilir DAS Batanghari adalah signifikan secara statistik.

Hal ini ditandai dengan nilai Z_{hitung} yang lebih besar daripada nilai Z_{tabel} , sehingga bisa dikatakan bahwa di DAS Batanghari, baik di daerah hulu, tengah, dan hilir telah terjadi perubahan iklim, khususnya terkait dengan parameter curah hujan dan suhu udara. Gambar 5 dan Tabel 5 juga memperlihatkan bahwa peningkatan parameter suhu udara lebih kentara dibandingkan dengan parameter curah hujan. Pada gambar tersebut kemiringan kecenderungan suhu udara lebih curam dibandingkan dengan kemiringan kecenderungan curah hujan. Tabel 5 memperlihatkan bahwa nilai Z_{hitung} suhu udara selalu lebih besar daripada nilai Z_{hitung} curah hujan. Hasil tersebut sesuai dengan yang dirasakan responden, bahwa yang paling dirasakan dari perubahan iklim adalah peningkatan suhu udara yang semakin panas.

Perubahan iklim diakibatkan oleh banyak faktor. Salah satu faktor tersebut adalah aktivitas deforestasi. Di negara-negara tropis termasuk Indonesia, pemanfaatan hutan untuk bahan bakar, produk kayu, serta untuk



Gambar 5. (a) Kecenderungan anomali curah hujan selama 35 tahun, (b) Kecenderungan anomali suhu udara selama 30 tahun.

Tabel 5. Hasil Uji Mann-Kendall. ($P < 0,05$)

Segmen DAS	Parameter iklim	Pengujian Mann-Kendall		Keterangan
		Z_{hitung}	$Z_{tabel (1-\alpha/2)}$	
Hulu	Curah hujan	0,780	0,33525	Signifikan
	Suhu	3,030	0,33525	Signifikan
Tengah	Curah hujan	1,290	0,33525	Signifikan
	Suhu	3,500	0,33525	Signifikan
Hilir	Curah hujan	0,970	0,33525	Signifikan
	Suhu	2,570	0,33525	Signifikan

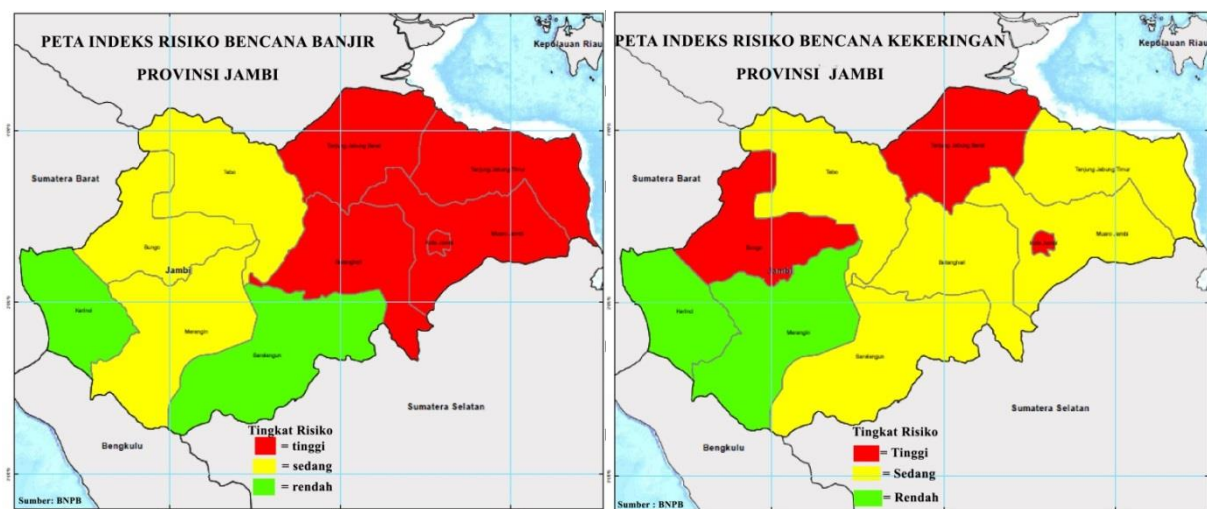
pembukaan lahan pertanian sangat masif. Hal ini dikarenakan permintaan produk kayu oleh negara maju sangat tinggi dan kebutuhan

minyak sawit semakin meningkat. Apabila luas hutan berkurang, maka kemampuan hutan untuk menyimpan karbon dioksida dan

sekaligus sebagai penangkap karbon dioksida yang ada di atmosfer semakin berkurang. Konsekuensinya yaitu suhu udara semakin meningkat, sehingga konveksi pembentukan awan yang menyebabkan hujan semakin tinggi. Hal inilah yang menyebabkan perubahan iklim di DAS Batanghari, selain sektor transportasi dan domestik yang lain. (Lingkungan Hidup, 2016)

Ditinjau dari segmen DAS (hulu, tengah, hilir) dan seri tahunnya pada Gambar 5, curah hujan antara daerah hulu, tengah, dan hilir pada kurun waktu 1981 sampai dengan 1993 tidak begitu besar variasi anomalnya atau bisa dikatakan hampir sama. Namun, mulai tahun 1994 sampai saat ini, variasi curah hujan antara hulu, tengah, dan hilir mulai kentara. Hal ini dimungkinkan karena pengaruh perubahan penggunaan lahan di masing-masing segmen DAS. Tutupan hutan yang semakin berkurang, kebakaran hutan, dan pengeringan lahan gambut di Indonesia menyumbang gas rumah kaca dalam jumlah besar ke atmosfer (World Bank, 2016). Lebih lanjut Adnan *et al.* (2008) menyatakan bahwa di Provinsi Jambi pada awal tahun 1990-an perkebunan kelapa sawit mulai menjamur dan menjadi primadona masyarakat. Maka, apabila dikaitkan dengan perbedaan variasi curah hujan di daerah hulu, tengah, dan hilir DAS Batanghari yang dimulai pada awal tahun 1990-an seperti pada Gambar 5, sangat dimungkinkan variasi curah hujan antara daerah hulu, tengah, dan hilir tersebut dikarenakan faktor perubahan lahan.

Pengujian konsistensi hasil penelitian mengenai persepsi kerentanan banjir dan kekeringan dilakukan dengan membandingkan pola kerentanan dalam segmen DAS antara persepsi masyarakat dan data sekunder dari peta risiko bencana banjir dan kekeringan yang berasal dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Hasil pengujian tersebut diperlihatkan dalam Gambar 6 yang menunjukkan peta risiko banjir dan peta risiko kekeringan yang ada di sebagian besar wilayah DAS Batanghari, Provinsi Jambi. Pola kerentanan banjir dan kekeringan berdasarkan persepsi responden sangat mirip dengan peta risiko bencana banjir dan kekeringan dari BNPB, yaitu daerah hulu merupakan wilayah yang tidak rentan dari bencana banjir dan kekeringan, sedangkan daerah hilir sebaliknya. Gambar 6 kiri memperlihatkan dengan jelas bahwa daerah hilir merupakan daerah dengan risiko banjir yang tinggi (warna merah), sedangkan daerah hulu paling rendah tingkat risiko banjirnya (warna hijau). Gambar 6 kanan menunjukkan bahwa daerah hulu tepatnya di Kabupaten Merangin dan Kerinci merupakan wilayah dengan tingkat risiko kekeringan rendah (berwarna hijau). Namun demikian, sebagian besar kabupaten yang berada di DAS Batanghari memiliki tingkat risiko kekeringan sedang (warna kuning). Kabupaten atau kota yang memiliki tingkat risiko kekeringan tinggi di DAS Batanghari adalah Kota Jambi (mewakili daerah hilir) dan Kabupaten Bungo (mewakili daerah tengah).



Gambar 6. Peta risiko banjir dan kekeringan di Provinsi Jambi (<http://geospasial.bnpb.go.id>)

Tabel 6. Luas penggunaan lahan hutan (%) di DAS Batanghari

Segmen DAS	1990	1997	2005	2015
Hulu	66,25%	61,60%	57,51%	48,89%
Tengah	55,20%	50,76%	33,56%	10,16%
Hilir	53,90%	40,00%	17,65%	7,50%

Hasil analisis perubahan penggunaan lahan dari beberapa tahun yang ada menunjukkan bahwa daerah hilir merupakan daerah yang paling intensif mengalami perubahan lahan dari hutan menjadi wilayah non hutan. Tabel 6 menunjukkan perubahan luas hutan dari tahun 1990 sampai dengan 2015 di DAS Batanghari.

Berdasarkan Tabel 6, perubahan lahan memegang peranan penting dalam menghasilkan tingkat kerentanan, selain faktor iklim. Noble (2014) menyatakan bahwa langkah yang dapat dilakukan untuk menciptakan wilayah yang tahan terhadap dampak negatif perubahan iklim adalah dengan memodifikasi aktivitas saat ini. sehingga sistem akan lebih tahan terhadap risiko perubahan iklim. Dari pernyataan Noble tersebut, untuk wilayah tengah dan hilir perlu ada adaptasi dengan memodifikasi aktivitas yang ada. Untuk beberapa responden yang diwawancarai, cara adaptasi mereka baru sebatas individu atau kelompok. Misalnya adaptasi terhadap kekeringan dilakukan dengan membuat sumur-sumur bor atau membeli air, sedangkan pada saat banjir mereka membuat dipan untuk menyimpan barang-barang berharga.

Edukasi mengenai perubahan iklim dan kaitannya dengan tujuan pembangunan berkelanjutan sangat diperlukan karena sebagian besar masyarakat baru mengetahui langkah-langkah adaptasi terhadap dampak perubahan iklim. Sebaliknya, pemahaman masyarakat tentang upaya untuk memperlambat kejadian perubahan iklim masih kurang. Menurut survei *Mapping Climate Education in Indonesia Opportunities for Development* tahun 2009, pendidikan perubahan iklim di Indonesia masih sangat memprihatinkan (WWF, 2010). Dalam kaitan ini, pemerintah melalui Kementerian Pendidikan Nasional bekerja sama dengan *British Council Indonesia* telah meluncurkan materi ajar *Climate4Classrooms* yang menekankan kesadaran perubahan iklim bagi

siswa mulai dari sekolah dasar sampai menengah atas. Sayangnya, materi tersebut dikondisikan sebagai materi ajar pelengkap, sehingga penyampainnya sesuai sudut pandang masing-masing mata pelajaran dan kurang fokus dalam membahas mengenai perubahan iklim dan langkah untuk menghadapinya, baik mitigasi maupun adaptasi. Target edukasi perubahan iklim pun sebaiknya tidak hanya ditujukan untuk anak-anak sekolah, tetapi juga untuk masyarakat luas seperti mahasiswa, pegawai negeri sipil, pegawai swasta hingga berbagai komunitas yang ada di dalam masyarakat.

Selain dengan edukasi mengenai perubahan iklim kepada masyarakat, diperlukan peraturan atau kebijakan dari pemerintah untuk melakukan upaya mitigasi dan adaptasi, sehingga bisa memiliki kekuatan hukum, misalnya dengan menentukan wilayah prioritas mitigasi dan adaptasi dengan penilaian *hot spot*. Penilaian *hot spot* merupakan instrumen yang tepat untuk mitigasi dan adaptasi dengan biaya rendah. Informasi iklim yang andal dan didukung dengan metodologi penilaian kerentanan yang akurat diperlukan untuk menentukan titik panas di wilayah kajian. Selanjutnya, setelah diketahui wilayah yang ada titik panasnya dan dinilai tingkat kerentanannya, maka rencana adaptasi di wilayah tersebut dapat dirumuskan.

Berdasarkan uraian di atas, penilaian kerentanan diperlukan dalam penentuan dampak perubahan iklim yang multisektoral dan sebagai langkah awal yang penting dalam suatu perencanaan adaptasi terhadap perubahan iklim. Dengan penilaian kerentanan, kita bisa mengetahui kondisi saat ini dari suatu sistem yang sudah rentan terhadap variabilitas iklim dan perubahan lahan. Hal ini akan menjadi dasar untuk menentukan perencanaan adaptasi perubahan iklim pada masa depan dengan permasalahan yang lebih kompleks. Dengan modifikasi lingkungan atau adaptasi yang tepat diharapkan batas selang toleransi dalam suatu sistem akan meningkat.

Kesimpulan

Perubahan iklim yang terjadi di DAS Batanghari sesuai dengan persepsi sebagian besar masyarakat dan didukung dengan peningkatan nilai anomali suhu dan curah hujan. Salah satu faktor penyebabnya adalah perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi non hutan. Wilayah yang paling rentan terhadap kejadian banjir dan kekeringan adalah segmen hilir DAS Batanghari karena paling intensif perubahan penggunaan lahannya, sehingga memicu perubahan iklim yang pada gilirannya akan semakin memperparah kejadian banjir dan kekeringan. Penilaian kerentanan dengan melibatkan persepsi masyarakat penting dilakukan pada tahap perencanaan untuk adaptasi perubahan iklim, sehingga bisa didapatkan langkah yang tepat dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari Program Unggulan LIPI 2015–2017 untuk Sub-Program 4 mengenai Mitigasi Kebencanaan dan Perubahan Iklim dengan judul “Evaluasi dan Proyeksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Risiko Banjir dengan Presisi Tinggi untuk Penyusunan Konsep Mitigasi Bencana Banjir”. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh warga di DAS Batanghari yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk mengisi kuesioner penelitian ini.

Referensi

- Adnan H, Tadjudin D, Yuliani EL, Komarudin H, Lopulalan D, Siagian YL, Munggoro D.W (eds). 2008. *Belajar dari Bungo Mengelola Sumber Daya Alam di Era Desentralisasi*. CIFOR. Bogor
- Aldrian E, Karmini M, Budiman. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. BMKG. Jakarta
- Arikunto S. 1991. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta
- Asfaw A, Simane B, Hassen A, Bantider A. 2018. Variability and time series trend analysis of rainfall and temperature in northcentral Ethiopia: A case study in Woleka sub-basin. *Weather and Climate Extremes* 19: 29–41
- Carmines EG, Zeller RA. 1979. *Reliability and Validity Assesment*. Sage Publications. USA
- Chowdhury R, Muhamed MMA, Murad A. 2016. Variability of Extreme Hydro-Climate Parameters in North-Eastern Region of United Arab Emirates. *Procedia Engineering* 154: 639–644
- Dajan A. 1975. *Pengantar Metode Statistik*. LP3ES. Jakarta
- Daruati D, Apip. 2017. Integrasi Spasial Daya Serap Tanah dan Lahan Kritis untuk Penentuan Lokasi Prioritas Perbaikan DAS. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia* 24(1): 1–14
- Etikan I, Musa SA, Alkassim RS. 2016. Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics* 5(1): 1–4
- Garson GD. 2013. *Validity and Reliability*. School of Public and International Affairs North Carolina State University
- Gholami V, Khalegi MR, Zabardast RHA. 2017. Hydrological Impacts of Chashm Dam on the Downstream of Talar River Watershed, Iran. *Acta Scientific Agriculture* 1(4): 9–20
- Gleeson J, Gray P, Douglas A, Lemieux CJ, Nielsen G. 2011. *A Practitioner's Guide to Climate Change Adaptation in Ontario's Ecosystems*. Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources. Sudbury. Ontario
- Handoko U, Apip. 2016. Analisis Ekstrim Basah Di DAS Batanghari Menggunakan Indikator Meteorologis SPI Dan Skenario Perubahan Iklim. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia*, 2015 Cibinong
- IPCC. 2013. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge United Kingdom and New York USA
- Isik S, Dogan E, Kalin L, Sasal M, Agiralioglu N. 2008. Effects of anthropogenic activities

- on the Lower Sakarya River. *Catena* 75: 172–181
- Jones R, Boer R. 2004. Assesing Current Climate Risks. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Bo Lim and Erika Spanger-Siegfried (Ed). Cambridge University Press. Madrid. Spain
- Koudahe K, Kayode AJ, Samson AO, Adebola AA, Djaman K. 2017. Trend Analysis in Standardized Precipitation Index and Standardized Anomaly Index in the Context of Climate Change in Southern Togo. *Atmospheric and Climate Sciences* 7: 401–423
- Lingkungan Hidup. 2016. Penyebab Perubahan Iklim dan Pemanasan Global, <https://lingkunganhidup.co/penyebab-perubahan-iklim-pemanasan-global/> diakses tanggal 20 Desember 2017
- McBean G, Ajibade I. 2009. Climate Change, Related Hazard and Human Settlements. *Current Opinion in Enviromental Sustainability* 1: 179–186
- Mercy Corps Indonesia. 2017. *Panduan Penyusunan Kajian Risiko Iklim*. Mercy Corps Indonesia. Jakarta
- Noble I. 2014. *What is a Climate proofing Approach? (And how is it changing)*. LEG Regional Training Workshop on NAPs & NAP GSP for the LDCs. Vanuatu
- Parsian N, Dunning T. 2009. Developing and Validating a Questionnaire to Measure Spirituality: A Psychometric Process. *Global Journal of Health Sceince* 1(1): 2–11
- Salmi T, Maatta A, Anttila P, Airola TR, Amnell T. 2002. *Detecting Trends Of Annual Values Of Atmospheric Pollutants By The Mann-Kendall Test And Sen's Slope Estimates-The Excel Template Application Makesens*. Finnish Meteorological Institute. Helsinki
- Supari, Sudibyakto, Ettema J, Aldrian E. 2012. Spatiotemporal Characteristic of Extreme Raifall Events Over Java Island, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography* 44(1): 62–86
- Tarigan S, Wiegand K, Sunarti. 2017. Minimum Forest Cover for Sustainable Water Flow Regulation in a Watershed Under Rapid Expansion of Oil Palm and Rubber Plantations. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* doi:10.5194/hess-2017-116 : 1– 19
- Utami N, Sapei A, Apip. 2017. Land Use Change Assessment and Its Demand Projection In Batanghari River Basin, Sumatera, Indonesia. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia* 24(2): 52–60
- World Bank. 2016. Peruntukan Lahan dan Perubahan Iklim. *Policy Brief*. <http://siteresources.worldbank.org/INTINDONESIA/Resources/Publication/280016-1235115695188/5847179-1258084722370/Peruntukan.lahan.dan.Perubahan.Iklim.pdf> diakses tanggal 10 Januari 2018
- WWF. 2010. Ajarkan Sensitivitas Perubahan Iklim <https://www.wwf.or.id/?16400/ajarkan-sensitivitas-perubahan-iklim>.diakses tanggal 25 Mei 2018