

INTERAKSI VARIABILITAS IKLIM DENGAN EKOSISTEM TERUMBU KARANG DAN SUMBER DAYA IKAN KARANG

CLIMATE VARIABILITY INTERACTION WITH CORAL REEF ECOSYSTEM AND REEF FISH RESOURCES

Reny Puspasari, Puji Rahmadi, Puput Fitri Rahmawati dan Andreas S. Samu-Samu

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 01 Oktober 2015; Diterima setelah perbaikan tanggal: 04 Desember 2015;

Disetujui terbit tanggal: 10 Desember 2015

ABSTRAK

Keberadaan ikan karang di perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: kondisi ekosistem terumbu karang, lingkungan perairan di sekitarnya dan perubahan iklim. Variabilitas iklim ditandai oleh besar kecilnya nilai dari Southern Oscillation Index (SOI), Dipole Mode Index (DMI) dan curah hujan. Hubungan antara variabilitas iklim dengan ekosistem terumbu karang dan sumber daya ikan karang di wilayah perairan Sumatera Barat dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif terhadap data temporal, analisis komponen utama dan uji-t pada nilai CPUE (*catch per unit effort*) ikan karang dari tahun-tahun terjadinya La Nina dan El Nino. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SOI mempengaruhi kondisi ekosistem terumbu karang dan nilai CPUE ikan karang. Pemutihan karang di perairan Sumatera Barat pada 1997 terjadi ketika peristiwa El Nino Ekstrim negatif yang berasosiasi dengan IODM (*Indian Ocean Dipole Mode*) positif kuat. Nilai CPUE ikan karang lebih tinggi pada saat terjadi La Nina bila dibandingkan dengan nilai saat peristiwa El Nino. Rata-rata CPUE ikan karang pada saat terjadi peristiwa La Nina adalah 67 kg/trip, sementara pada saat terjadi peristiwa El Nino rata-rata nilai CPUE ikan karang adalah 32 kg/trip. Faktor DMI mempengaruhi peningkatan konsentrasi klorofil-a perairan sebagai tanda terjadi peningkatan kesuburan perairan.

KATA KUNCI: Terumbu karang, ikan karang, CPUE, klorofil-a, SOI, DMI

ABSTRACT

Status of reef fishes are highly influenced by several factors, such as: coral reef condition, adjacent waters condition and climate change. Climate variability is indicated by the values of Southern Oscillation Index (SOI), Dipole Mode Index (DMI) and rain fall. Interaction between climate variability and coral reef ecosystem and reef fish condition were analyzed by using a descriptive analysis to the temporal data, principal component analysis and t-test for CPUE of reef fishes in a certain years when La Nina and El Nino occurred. The results show that SOI influenced the coral reef ecosystem and reef fishes CPUE. Coral bleaching occurred when extreme negative SOI paralleled with high positive IODM happened. CPUE of reef fishes in La Nina period recorded 67 kg/trip that was higher than El Nino period recorded 32 kg/trip. DMI factor influenced the increasing of chlorophyll-a concentration, as indicator of the high water fertility.

KEYWORDS: Coral reef, reef fishes, CPUE, chlorophyll-a, SOI, DMI

PENDAHULUAN

Kelompok ikan karang mempunyai ketergantungan yang sangat kuat terhadap ekosistem terumbu karang. Kondisi ekosistem karang banyak dipengaruhi oleh fenomena perubahan iklim, yang ditandai dengan kenaikan suhu perairan. Peristiwa pemutihan karang terjadi bersamaan dengan saat terjadinya El Nino pada akhir 1997 di perairan Sumatera Barat (Johan & Quinn, 2014). Fenomena ini menunjukkan adanya interaksi kondisi iklim dengan terumbu karang.

Variabilitas iklim global yang terjadi biasanya ditandai dengan perubahan suhu permukaan laut. Pemanasan air laut menyebabkan perubahan pada pola angin, pergeseran waktu anomali El Nino, perubahan stratifikasi musim, komposisi kimia dan perubahan pola arus di dalam lautan, sehingga mempengaruhi dinamika populasi ikan baik ikan karang maupun jenis ikan pelagis (Wijopriyono *et al.*, 2011). Indikator variabilitas iklim yang biasa digunakan adalah besaran nilai *Southern Oscillation Index* (SOI) dan nilai *Dipole Mode Index* (DMI). *Dipole mode index* merupakan gradien anomali suhu permukaan laut antara daerah ekuator Samudera Hindia bagian barat

Korespondensi penulis:

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan; e-mail: renypus@yahoo.com
Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur-Jakarta Utara, 14430

dan bagian timur yang menunjukkan terjadinya peristiwa *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM) (Saji *et al.*, 1999). *Southern Oscillation Index* (SOI) merupakan indeks terstandarisasi dari perbedaan tekanan permukaan laut antara Darwin dan Tahiti yang menunjukkan terjadinya *El Nino Sothern Oscillation* (ENSO).

Kajian mengenai pengaruh variabilitas iklim terhadap keberadaan jenis-jenis ikan pelagis telah dilakukan, seperti ikan tuna (Amri *et al.*, 2012a; Kunarso, 2014) dan lemuru (Prasetyo & Natsir, 2010). Namun, belum banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui interaksi variabilitas iklim terhadap ekosistem terumbu karang dan sumber daya ikan karang, khususnya di perairan Sumatera Barat. Tulisan ini menguraikan hasil-hasil penelitian terkait dengan perubahan iklim, khususnya menganalisis interaksi antara variabilitas iklim dengan kondisi terumbu karang dan sumber daya ikan karang di perairan Sumatera Barat. Informasi dasar ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar kebijakan terkait dengan dampak perubahan iklim global terhadap kondisi perikanan ikan karang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama periode 2014 dengan melakukan pengumpulan data dan informasi di wilayah perairan Sumatera Barat (di sekitar perairan Padang dan Kepulauan Mentawai). Jenis data yang dikumpulkan di Sumatera Barat meliputi data produksi ikan karang dan upaya penangkapannya, data habitat berupa tutupan terumbu karang di beberapa lokasi (Pulau Pieh, Pulau Sironjong, Pulau Toran dan Kepulauan Mentawai) dan data iklim berupa variasi nilai suhu permukaan laut (SPL), anomali SPL, SOI, DMI dan curah hujan, serta data konsentrasi klorofil-a.

Data produksi ikan karang selama periode 1996 - 2011 dan upaya penangkapannya diperoleh dari data statistik perikanan kemudian divalidasi menggunakan data hasil enumerasi dan data produksi tangkahan/pengumpul. Data produksi dan upaya penangkapan digunakan untuk menghitung besarnya nilai CPUE (*catch per unit effort*) yang diasumsikan dapat menggambarkan indeks kelimpahan ikan karang di perairan tersebut. Nilai CPUE dihitung dengan menggunakan rumus Gulland (1983), sebagai berikut:

$$CPUE = \frac{Catch}{Effort} \dots\dots\dots(1)$$

dimana,

CPUE = hasil tangkapan per upaya tangkap (kg/trip)

Catch = total hasil tangkapan (kg)

Effort = total upaya penangkapan (trip)

Data tutupan terumbu karang dikumpulkan melalui penelusuran hasil penelitian dari berbagai publikasi (Yusapri *et al.*, 2009; Anonim, 2010; Anonim, 2011; Ridno *et al.*, 2014; Johan & Norman, 2014; Cappenberg, 2010; Cappenberg *et al.*, 2011).

Data suhu permukaan laut (SPL), anomali SPL, SOI dan DMI dianalisis untuk menjelaskan kondisi suhu perairan selama selang waktu 18 tahun (1994 – 2011). Nilai SOI dan DMI diambil dari pengamatan citra satelit melalui pemantauan SPL. Nilai SPL dan SOI yang digunakan diambil dari <http://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap>. (diunduh 20 Maret 2014), sementara nilai DMI yang digunakan diambil dari <http://www.jamstec.go.jp>. (diunduh 20 Maret 2014). Kriteria kekuatan SOI dan DMI mengacu pada BMKG (2014). Kriteria besaran intensitas El Nino: kuat adalah pada skala > 2, sedang pada skala 1 – 2 dan lemah pada skala 0,5 – 1. Kriteria La Nina kuat sedang dan lemah pada skala -1 sampai masing-masing skala < -2; -2 sampai -1, dan -1 sampai -0,5.

Data curah hujan diperoleh dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika stasiun Teluk Bayur selama periode 1984 – 2013. Konsentrasi klorofil-a diperoleh dari hasil pengukuran sensor satelit Aqua Modis, yang diunduh dari <http://coastwatch.pfeg.noaa.gov>. (diunduh 26 Maret 2014).

Semua data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan sebaran temporal, uji-t dan analisis komponen utama. Uji-t digunakan untuk menilai besarnya perbedaan nilai CPUE pada tahun-tahun terjadinya El Nino dan La Nina. Analisis komponen utama digunakan untuk menentukan variabel yang mempunyai keterkaitan terdekat dengan nilai CPUE ikan karang. Hubungan antara dua variabel ditentukan dengan pendekatan matrik korelasi yang dihitung dengan nilai indeks sintetik (kombinasi linear dari variabel-variabel awal yang telah dinormalisasi).

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Kondisi Variabilitas Iklim Perairan Barat Sumatera

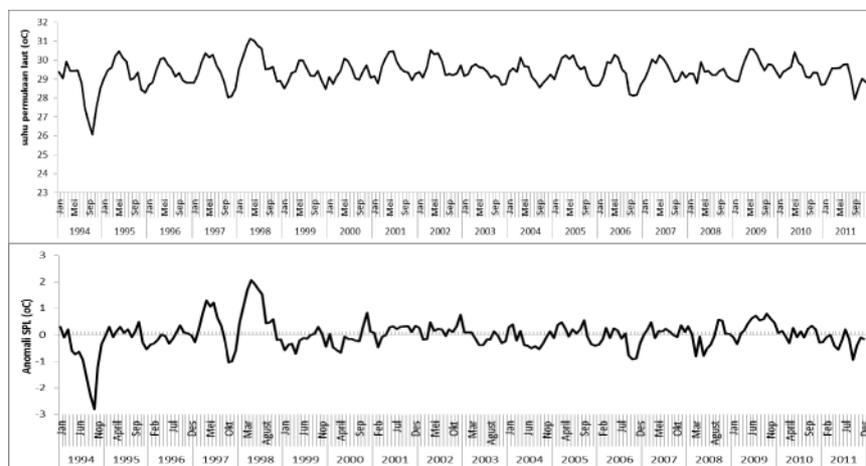
Rata-rata suhu permukaan laut (SPL) wilayah barat Sumatera pada periode 1994 – 2011 adalah 29,4 ± 0,05°C. Variabilitas temporal SPL mendapatkan pengaruh dari IODM dan ENSO. *Indian Ocean Dipole Mode* merupakan fenomena yang berdiri sendiri dan tidak terkait dengan ENSO, namun demikian di perairan barat Sumatera kedua fenomena ini bisa memberikan pengaruh terhadap suhu permukaan laut yang ditandai dengan nilai DMI negatif, sedangkan

SOI menunjukkan nilai positif. Nilai SPL, anomali SPL, SOI dan DMI selama kurun waktu 18 tahun (periode 1994 – 2011) disajikan pada Gambar 1 dan 2.

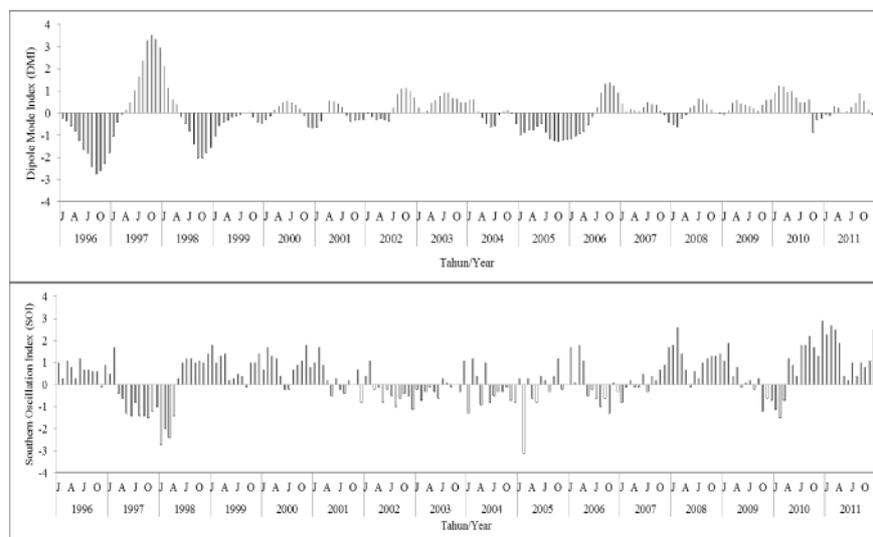
Fluktuasi anomali SPL menunjukkan adanya nilai-nilai anomali SPL yang ekstrim. Pada periode 1994 – 2011, anomali SPL negatif terjadi pada 1994, 1996, akhir tahun 1997, 1999, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010 dan 2011, dengan nilai anomali tertinggi terjadi pada 1994. Anomali SPL positif terjadi pada awal 1997, 1998, 2002 dan 2009. Nilai SPL merupakan interaksi antara IODM dan ENSO. Dari Gambar 2 terlihat bahwa pada 1997 nilai DMI adalah positif kuat dan SOI negatif kuat. Pada 1997 terjadi fenomena saling menguatkan antara IODM dan ENSO yang menyebabkan turunnya suhu permukaan laut sebesar 0,8°C dari rata-rata suhu normal. Pada 1996, 1998 dan 2005, terjadi periode IODM negatif. Pada 1996

IODM negatif berasosiasi dengan ENSO normal, pada saat ini nilai anomali suhu yang terjadi tidak terlalu ekstrim, berkisar antara -0,37 – 0,37°C. Pada 1998 IODM negatif sedang berasosiasi dengan La Nina sedang yang menyebabkan suhu permukaan laut menjadi hangat dengan sebaran nilai anomali antara 0,07 – 1,09°C. Pada 2005 IODM negatif sedang berasosiasi dengan ENSO normal yang mengakibatkan anomali suhu antara -0,4 – 0,6°C.

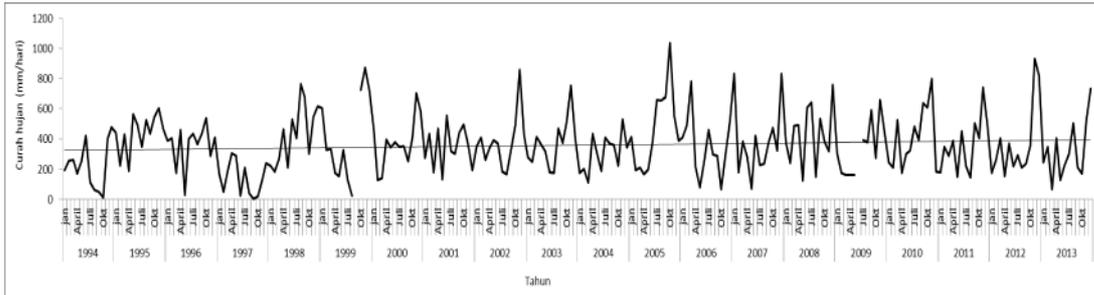
Pengamatan terhadap intensitas curah hujan di sekitar perairan Teluk Bayur menunjukkan nilai fluktuatif selama periode waktu 20 tahun dengan kecenderungan mengalami peningkatan. Rata-rata hujan tahunan selama 20 tahun adalah 359,6 mm/hari. Curah hujan terendah terjadi pada 1997 ketika terjadi kombinasi periode IODM positif kuat dan El Nino kuat, sementara curah hujan tertinggi terjadi pada 2005 ketika terjadi La Nina kuat (Gambar 3).



Gambar 1. Sebaran bulanan suhu permukaan laut (atas) dan anomali suhu permukaan laut (bawah).
 Figure 1. Monthly distribution of sea surface temperature (above) and anomaly of sea surface temperature (low).



Gambar 2. Sebaran temporal nilai indeks DMI (atas) dan SOI (bawah).
 Figure 2. Temporally distribution of DMI index (above) and SOI index (low).



Gambar 3. Fluktuasi rata-rata curah hujan bulanan di sekitar perairan Teluk Bayur Sumatera Barat.
 Figure 3. Fluctuation of monthly rainfall at around of Teluk Bayur waters West Sumatera.

Konsentrasi Klorofil-a

Pada 1997 terjadi fenomena IODM positif kuat berasosiasi dengan El Nino kuat yang menyebabkan terjadinya *upwelling* kuat. Massa air *upwelling* merupakan massa air bersuhu rendah dan kaya akan nutrisi karena merupakan penarikan massa lapisan bawah ke permukaan. Tingginya nutrisi dari massa air *upwelling* ini mendukung pertumbuhan biomassa klorofil yang tinggi, sehingga pada tahun 1997 konsentrasi klorofil-a meningkat dengan tajam mencapai 6,3 mg/m³ (Gambar 4). Pada 2006 terjadi fenomena IODM positif kuat berasosiasi dengan El Nino lemah, sehingga nilai sebaran klorofil meningkat tetapi tidak setajam pada 1997 (Gambar 4).

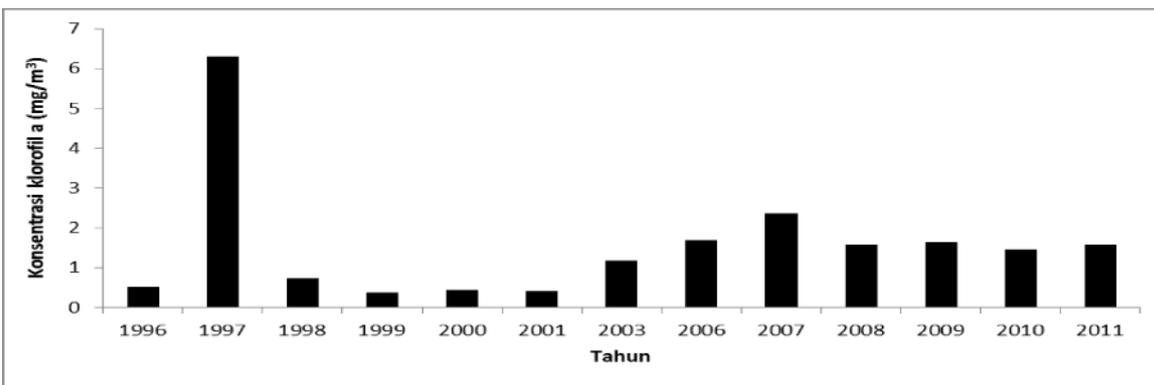
Kondisi Tutupan Terumbu Karang di Perairan Barat Sumatera

Pengamatan terhadap kondisi tutupan terumbu karang tidak pernah dilakukan secara rutin untuk satu lokasi tertentu, pada selang waktu yang lama. Biasanya pengamatan terhadap kondisi tutupan

terumbu karang hanya dilakukan sekali atau beberapa kali saja, sehingga sulit untuk mengamati fenomena dampak pengaruh perubahan iklim terhadap terumbu karang, apabila hanya dilihat dari tutupannya saja. Hasil ringkasan dari kajian pustaka yang dilakukan dari berbagai sumber diperoleh kondisi tutupan terumbu karang di perairan Sumatera Barat disajikan dalam Tabel 1.

Kelimpahan Sumberdaya Ikan Karang

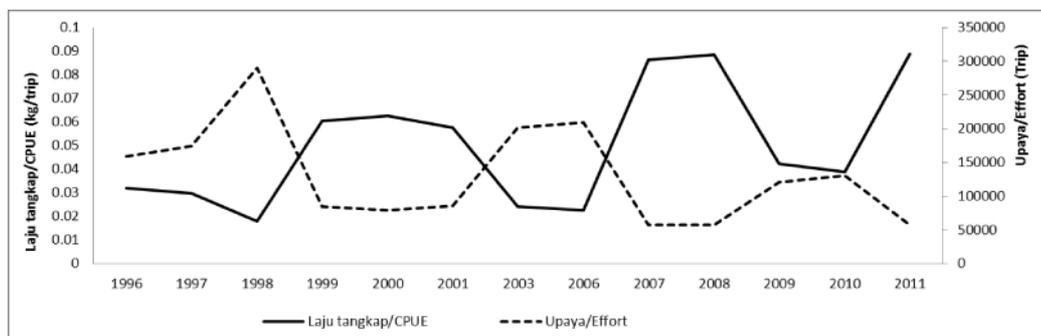
Perhitungan terhadap nilai CPUE menunjukkan terjadinya fluktuasi nilai CPUE sepanjang periode 1996 – 2011, dengan kecenderungan mengalami peningkatan. Pada Gambar 5 terlihat ada 3 periode peningkatan nilai CPUE yaitu pada 1998 – 1999, 2006 - 2008, dan periode 2010 – 2011. Sementara pada periode 1996 – 1998, 1999 – 2006 dan 2008 - 2010, nilai CPUE mengalami kecenderungan menurun. Nilai upaya penangkapan yang ditunjukkan oleh banyaknya jumlah trip, mengalami fluktuasi yang berbanding terbalik dengan CPUE dengan kecenderungan menurun sejak 1996–2011 (Gambar 5).



Gambar 4. Sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan pantai Sumatera Barat.
 Figure 4. Distribution of chlorophyll-a concentration in West Sumatera waters.

Tabel 1. Kondisi tutupan terumbu karang di perairan Sumatera Barat
 Table 1. Percentage of coral coverage in West Sumatera waters

Lokasi/Location	Tahun /Year	Persentase tutupan terumbu karang (%) /Percentage of coral coverage (%)	Sumber/Sources
P. Pieh	1997	0,00	Johan & Quinn (2014)
	2010	22,48	Anonim (2010)
	2011	32,20	Anonim (2011)
	2013	47,80	Ridno <i>et al.</i> (2014)
P. Sironjong	1993	7,49	Sukarno, 1993 <i>dalam</i> Yusapri <i>et al.</i> (2009)
	2009	15,00	Yusapri <i>et al.</i> (2009)
P. Toran	2010	18,59	Anonim (2010)
	2011	28,00	Anonim (2011)
P. Sipora	2004	32,60	Cappenberg <i>et al.</i> (2011)
	2007	24,28	Cappenberg <i>et al.</i> (2011)
	2008	14,71	Cappenberg <i>et al.</i> (2011)
	2009	17,55	Cappenberg <i>et al.</i> (2011)
	2010	28,09	Cappenberg (2010)
	2011	28,10	Cappenberg <i>et al.</i> (2011)



Gambar 5. Sebaran nilai CPUE dan upaya penangkapan (trip) ikan karang.
 Figure 5. Distribution of reef fishes CPUE and effort (trip).

Interaksi Variabilitas Iklim Dengan Kelimpahan Ikan Karang

Nilai CPUE sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai upaya yang dilakukan, namun kondisi lingkungan perairan juga akan memberikan pengaruh terhadap nilai CPUE. Interaksi antara variabilitas iklim dan nilai kelimpahan ikan karang diperoleh dengan mencari hubungan keterkaitan antara nilai CPUE ikan dan kondisi variabilitas iklim pada tahun tertentu (Tabel 2).

Table 2 memperlihatkan nilai CPUE tertinggi terjadi pada 2011 (88,93 kg/trip) dan 2008 (88,51 kg/trip). Pada 2011 perairan barat Sumatera sedang mengalami fase IODM normal berasosiasi dengan La Nina lemah, sedangkan pada 2008 mengalami fase IODM positif lemah yang berasosiasi dengan La Nina sedang, kedua kondisi ini menunjukkan suhu perairan yang cenderung lebih hangat dari kondisi normal. Nilai CPUE terendah terjadi pada 2004 yaitu saat terjadi fase IODM normal berasosiasi dengan El Nino lemah. Asosiasi IODM dan El Nino pada 2004 ini

menyebabkan suhu perairan yang cenderung lebih dingin dari kondisi normal.

Untuk mengetahui adanya perbedaan nilai CPUE pada tahun-tahun terjadinya La Nina atau El Nino, maka dilakukan uji beda rata-rata dengan uji t. Hasil analisis uji t menunjukkan bahwa rata-rata nilai CPUE pada tahun-tahun terjadinya La Nina adalah 67 kg/trip dengan varians 0,423, sedangkan rata-rata nilai CPUE pada tahun-tahun terjadinya El Nino adalah 32 kg/trip dengan varians 0,368. Hasil penghitungan t hitung adalah 2,81 sementara nilai t table uji dua sisi adalah 1,86. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai CPUE pada tahun-tahun terjadinya La Nina dan El Nino, pada taraf nyata 95%.

Selain faktor variabilitas iklim yang ditunjukkan oleh nilai DMI dan SOI, beberapa faktor lingkungan lain yang diduga dapat mempengaruhi besarnya nilai CPUE adalah curah hujan dan konsentrasi klorofil-a yang dapat menggambarkan produksi primer perairan. Untuk mengetahui sejauh mana faktor-faktor

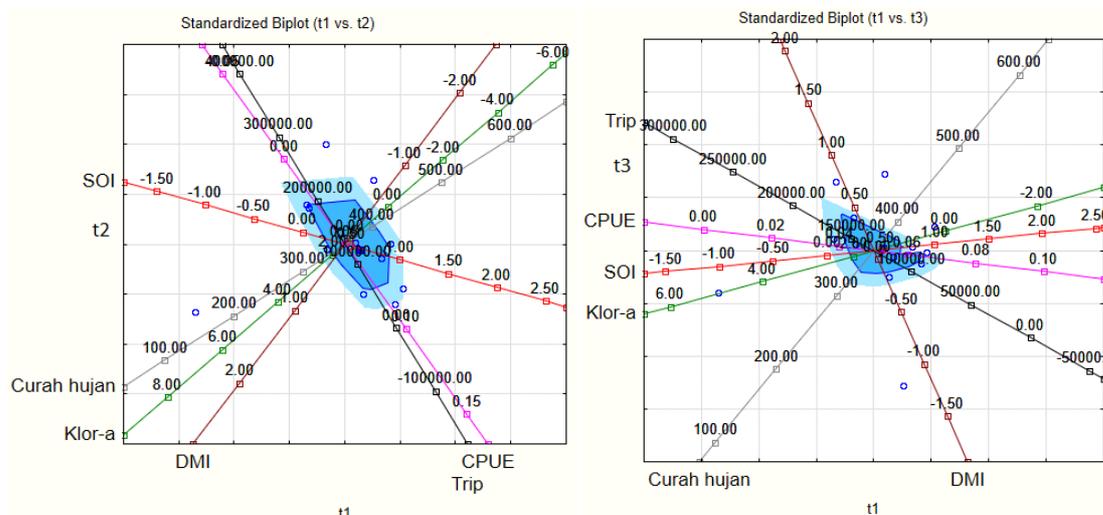
lingkungan perairan mempengaruhi besarnya nilai CPUE, dilakukan analisis komponen utama.

Hasil analisis komponen utama terhadap nilai CPUE, SOI, DMI, curah hujan dan klorofil-a menunjukkan penggunaan tiga faktor utama dapat menjelaskan 90,89 % dari seluruh variabel yang dianalisis. Faktor pertama merepresentasikan 50,50

% dicirikan oleh variabel SOI, curah hujan dan klorofil-a, faktor kedua merepresentasikan 32,64 % dicirikan oleh CPUE dan trip, dan faktor ketiga merepresentasikan 7,75 % dicirikan oleh DMI. Faktor penciri dari masing-masing sumbu ditentukan dari matrik korelasi antar variabel dan sumbu utama (Gambar 6). Korelasi antar variabel dilihat dari matrik korelasi yang ditampilkan dalam Table 3.

Tabel 2. Interaksi variabilitas iklim dengan CPUE ikan karang pada periode 1996 – 2011
 Table 2. Interaction between climate variability and CPUE of reef fish in 1996 – 2011

IODM		Asosiasi ENSO	Tahun	CPUE (kg/trip)
fase	intensitas			
Negatif	Kuat	Normal	1996	35
	Sedang	La Nina sedang	1998	20
Normal		La nina sedang	2000	75
		La Nina sedang	1999	60
		Normal	2001	65
		El Nino lemah	2004	40
		El Nino sedang	2009	45
		la Nina sedang	2011	80
Positif	Lemah	Normal	2003	30
		La Nina lemah	2007	85
		La Nina sedang	2008	90
		El Nino lemah	2006	25
	kuat	La nina kuat	2010	40
		El Nino kuat	1997	30



Gambar 6. Plot diagram hasil analisis komponen utama.
 Figure 6. Diagram plot of principal component analysis.

Tabel 3. Matrik korelasi antar variabel
 Table 3. Corellation matric among variable

	CPUE	Trip	Curah hujan	SOI	DMI	klorofil-
CPUE	1,000000					
Trip	-0,905902	1,000000				
Curah hujan	0,256452	-0,108023	1,000000			
SOI	0,666246	-0,637562	0,611580	1,000000		
DMI	0,022096	-0,070157	-0,563807	-0,384207	1,000000	
klorofil-a	-0,099696	0,097272	-0,839877	-0,561051	0,722208	1,000000

Dari Table 3 terlihat bahwa variabel yang mempunyai nilai korelasi tertinggi dengan CPUE adalah trip dan SOI, sementara klorofil-a mempunyai korelasi tinggi dengan curah hujan dan DMI. Dari hasil analisis ini terlihat bahwa faktor utama yang menentukan besarnya nilai CPUE ikan karang adalah banyaknya jumlah trip penangkapan yang dilakukan, keduanya mempunyai keterkaitan yang erat ditandai dengan nilai korelasi yang tinggi dan sama-sama sebagai penciri sumbu 2. Faktor variabilitas iklim yang mempunyai keterkaitan terdekat dengan CPUE ikan karang adalah SOI. Sementara DMI dan curah hujan ternyata lebih mempunyai keterkaitan dengan klorofil-a. Klorofil-a mempunyai keterkaitan yang sangat rendah dengan CPUE, ditandai dengan nilai korelasi yang sangat rendah yaitu -0,099.

Bahasan

Di perairan barat Sumatera, dampak terjadinya variabilitas iklim terhadap ekosistem terumbu karang tidak dapat dilihat secara signifikan kecuali pada 1997, dimana terjadi pemutihan karang secara massal di sekitar perairan Pulau Pieh (Johan & Quinn, 2014). Pada periode 1997 – 1998 terjadi pemutihan karang secara massal di wilayah perairan Samudera Hindia, Asia Tenggara, Karibia dan sebagian wilayah Timur dan Barat Samudera Pasifik, yang merupakan peristiwa pemutihan karang terbesar yang pernah tercatat dalam sejarah (Hsieh et al., 2000). Peristiwa pemutihan karang massal ini terjadi bersamaan dengan kejadian variabilitas iklim global, yaitu peristiwa El Nino kuat pada akhir 1997 yang secara tiba-tiba berubah menjadi La Nina kuat pada awal 1998. Di beberapa wilayah peristiwa El Nino kuat pada akhir 1997 menyebabkan kenaikan suhu permukaan laut, namun di wilayah perairan barat Sumatera peristiwa El Nino 1997 terjadi bersamaan dengan fase IODM positif kuat. Pada fase IODM positif kuat terjadi anomali tiupan angin muson tenggara dengan intensitas yang tinggi, yang memicu terjadinya *upwelling* di perairan Selatan Jawa. Apabila intensitas sangat tinggi dan terjadi untuk waktu yang lama, maka

lokasi *upwelling* bisa bergeser lebih jauh ke arah barat hingga mencapai perairan barat Sumatera (Amri, 2012).

Pada 1997, puncak IODM positif terjadi pada November, dengan nilai indeks (DMI) mencapai 3,5 (Gambar 2) dan terjadi bersamaan dengan El Nino kuat, sehingga peristiwa *upwelling* terus terjadi sampai Desember. Peristiwa *upwelling* ini menyebabkan penurunan suhu permukaan laut hingga mencapai rata-rata 28,6°C, sementara suhu rata-rata perairan barat Sumatera selama 1994 – 2011 adalah 29,4°C. Besaran anomali suhu permukaan laut selama Oktober sampai November adalah 0,84° C.

Pada Desember 1997, di sekitar Pulau Pieh, suhu perairan di kedalaman 10 meter menunjukkan nilai yang sangat rendah. Praseno et al. (1999) melaporkan perairan di sekitar Pulau Pieh Sumatera Barat turun hingga 10°C, dari suhu rata-rata normal 29 – 30°C. Penurunan suhu yang drastis hingga mencapai 10°C menyebabkan stress bagi ekosistem terumbu karang dan menjadi pemicu terjadinya pemutihan karang. Terumbu karang merupakan organisme yang sangat sensitif dan mempunyai kisaran toleransi suhu yang sempit. Suhu optimum untuk kehidupan karang adalah 26 – 27°C (Achtuv & Dubinsky, 1990). Pertumbuhan abnormal terumbu karang dapat disebabkan oleh suhu rendah dan suhu tinggi yang melampaui batas toleransinya. Kejadian ini diakibatkan oleh rendahnya suhu perairan sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan populasi zooxanthellae dalam organisme karang (Gates et al., 1992).

Kondisi ekosistem terumbu karang menentukan keberadaan ikan karang yang memanfaatkan terumbu karang sebagai habitat hidupnya. Namun ikan karang juga dipengaruhi secara langsung oleh kondisi lingkungan perairan sekitarnya. Hasil analisis komponen utama menunjukkan bahwa nilai CPUE ikan karang selain dipengaruhi oleh besarnya nilai upaya, juga mendapatkan pengaruh dari nilai SOI, yang

menunjukkan terjadinya fenomena ENSO. Pada tahun-tahun terjadinya La Nina nilai CPUE ikan karang cenderung lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai CPUE pada tahun-tahun terjadinya El Nino. Hal ini berbeda dengan ikan pelagis, dimana ikan pelagis menunjukkan kondisi sebaliknya, dimana CPUE meningkat pada saat terjadinya El Nino (Amri *et al.*, 2012).

Pada tahun-tahun terjadinya La Nina, suhu permukaan laut di perairan barat Sumatera mengalami peningkatan yang diyakini dapat mempengaruhi karakter *life history* pada ikan-ikan karang. Pada beberapa jenis ikan karang tropis, kenaikan suhu permukaan laut menyebabkan ikan tersebut lebih cepat untuk mencapai ukuran maksimum terkecilnya (Munday *et al.*, 2008). Fase juvenil ikan karang juga akan lebih cepat mencapai ukuran asimptotiknya pada suhu yang lebih tinggi. Meekan *et al.* (data tidak dipublikasi) dalam Munday *et al.* (2009), menemukan bahwa jenis ikan *Stegates obreptus* di perairan Kepulauan Abrolhos, mengalami pertumbuhan awal yang lebih cepat pada kenaikan suhu permukaan laut sebesar 1,6°C dari rata-rata suhu normalnya. Kenaikan suhu permukaan laut juga diduga meningkatkan kelangsungan hidup fase larva dari beberapa jenis ikan karang dengan berkurangnya waktu pada fase pelagik (O'Connor *et al.*, 2007). Hal lain yang menunjukkan bahwa peningkatan suhu permukaan laut dapat meningkatkan populasi ikan karang juga ditemukan oleh Cheal *et al.* (2007) yang menemukan terjadinya peningkatan populasi ikan *damselfishes* di ekosistem *Great Barrier reef*, seiring dengan terjadinya peningkatan suhu permukaan laut.

Besaran nilai CPUE berkorelasi rendah dengan curah hujan, namun berkorelasi lebih tinggi dengan SOI. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan tidak terkait langsung dengan nilai CPUE ikan karang, akan tetapi lebih berhubungan dengan SOI. Pada saat terjadi peristiwa La Nina, suhu permukaan laut meningkat sehingga meningkatkan presipitasi air laut yang menyebabkan terjadinya peningkatan curah hujan di daratan. Sebaliknya pada peristiwa El Nino, suhu permukaan laut rendah yang berakibat rendahnya presipitasi, sehingga curah hujan rendah, yang berakibat pada terjadinya kekeringan di daratan (Amri *et al.*, 2013).

Variabel DMI yang menunjukkan terjadinya IODM di perairan barat Sumatera ternyata tidak mempunyai interaksi yang kuat dengan CPUE ikan karang, namun variabel DMI mempunyai korelasi yang tinggi dengan konsentrasi klorofil-a. Pada penelitian yang dilakukan oleh Amri *et al.* (2012) juga terlihat bahwa DMI terkait

erat dengan konsentrasi klorofil-a. IODM sangat terkait dengan peristiwa *upwelling* di perairan Barat Sumatera, ketika terjadi penurunan suhu permukaan laut pada peristiwa DMI negatif, pada saat tersebut terjadi proses *upwelling* yang membawa massa air lapisan dalam bersuhu rendah dan kaya nutrisi naik ke permukaan. Massa air kaya nutrisi yang naik ke permukaan dan terkena cahaya matahari memicu pertumbuhan fitoplankton sehingga meningkatkan konsentrasi klorofil-a di permukaan laut. Peningkatan konsentrasi klorofil-a sebagai tanda terjadi peningkatan kesuburan perairan.

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa variabel iklim yang mempengaruhi nilai CPUE ikan karang adalah SOI, sementara nilai DMI lebih berhubungan dengan konsentrasi klorofil-a. Dalam penelitian ini juga terungkap adanya interaksi yang terjadi antara variabilitas iklim dengan ekosistem terumbu karang dan sumber daya ikan karang di perairan barat Sumatera. Namun untuk melihat pengaruh variabilitas iklim terhadap aktivitas perikanan secara lebih mendalam, maka diperlukan kajian di beberapa lokasi yang berbeda yang nantinya dapat digunakan sebagai pembanding. Dari hasil yang diperoleh secara keseluruhan diharapkan dapat dirumuskan upaya-upaya mitigasi perubahan iklim yang tepat bagi sub sektor perikanan sehingga nelayan dapat mengantisipasinya.

KESIMPULAN

Variabilitas iklim memberikan dampak terhadap kondisi perikanan karang dan ekosistem terumbu karang. Fenomena IODM yang berasosiasi dengan El Nino kuat menyebabkan penurunan suhu perairan dan kematian terumbu karang. La Nina menyebabkan peningkatan suhu perairan dan peningkatan CPUE ikan karang. *Indian Ocean Dipole Mode* tidak langsung mempengaruhi kondisi perikanan karang, namun mempengaruhi konsentrasi klorofil-a yang menentukan kesuburan perairan.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian di Pusat Penelitian dan Pengelolaan Perikanan Sumberdaya Ikan T.A. 2014, dengan judul "*Kajian Kebijakan Pengelolaan Ikan Karang dan Habitatnya di WPP 572 dan 573*".

DAFTAR PUSTAKA

Achituv, Y. & Z. Dubinsky. 1990. *Evolution and Zoogeography of Coral Reefs Ecosystems of the World*. Vol. 25:1-8

- Amri, K., A. Suman, H. E. Irianto & Wudianto. 2012. Impact of dipole mode and El-nino events on catches of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern indian ocean off West Java. *IOTC Working Paper*. Disampaikan pada Working Party on Tropical Tunas. Indian Ocean Tuna Commission. 23 – 28 Oktober. Spain. 21pp.
- Amri, K. 2012. Kajian kesuburan perairan pada tiga kondisi moda dwi kutub samudera hindia hubungannya dengan hasil tangkapan ikan pelagis di perairan Barat Sumatera. Disertasi (tidak diterbitkan). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 260 hal.
- Amri, K., D. Manurung, J. L. Gaol & M. S. Baskoro. 2013. Karakteristik suhu permukaan laut dan kejadian *upwelling* fase *indian ocean dipole mode* positif di barat sumatera dan selatan jawa barat. *Jurnal Segara*. 9(1): 23-35
- Anonim. 2010. Monitoring Kawasan Konservasi Perairan Nasional Taman Wisata Perairan Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya Tahun 2010. *Laporan*. Loka Kawasan Konservasi Perairan Nasional. 109 hal.
- Anonim. 2011. Monitoring Kawasan Konservasi Perairan Nasional Taman Wisata Perairan Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya Tahun 2011. *Laporan*. Loka Kawasan Konservasi Perairan Nasional. 21hal.
- Cappenberg, H.A.W. 2010. Monitoring terumbu karang Mentawai (Pulau Sipora dan Pulau Siberut) Tahun 2010. *Laporan*. Coral Reef Management Program. LIPI. 48 hal.
- Cappenberg, H.A.W., Y. I. Ulumudin & J. Picasouw. 2011. Monitoring terumbu karang Kecamatan Sipora, Siberut Kabupaten Mentawai. *Laporan*. Coral Reef Management Program. 54 hal.
- Cheal, A.J., S. Delean, H. Sweatman & A. A. Thompson. 2007. Spatial synchrony in coral reef fish populations and the influence of climate. *Ecol*. 88: 158-169.
- Gates, R.D., G. Baghdasarian, & L. Muscatine. 1992. Temperature stress causes host cell detachment in symbiotic cnidarians: implications for coral bleaching. *Bio. Bull*. 182: 324-332.
- Gulland, J.A. 1983. *Fish Stock Assessment A Manual of Basic Methods*. FAO/Wiley Ser. on Food and Agriculture, Vol. 1. 233pp.
- Hsieh, C.I., R. Ormond & D. Obura. 2000. Coral Bleaching in The Indian Ocean and The El Nino Southern Oscillation in Coral reef of the Indian Ocean. *Their Ecology and Conservation*. Edited by McClanahan T.R., Sheppard C.R.C. and Obura D.O. Oxford University Press. 511pp.
- <http://las.pfeg.noaa.gov/thredds/catalog/noi/catalog.html>. Dataset: Oscillation Indices (NOI, SOI*, SOI)/monthly. Tanggal akses 20 Maret 2014.
- <http://www.jamstec.go.jp>. Dipole Mode Index. Tanggal akses 20 Maret 2014.
- Johan, O & N. Quinn. 2014. Analysis of the resilience of West Sumatra Coral reefs after the 1997 massive coral die off. *Paper presented in Third Asia Pacific Symposium*. 25 June 2014, Taiwan. 26 pp.
- Kunarso. 2014. Pengaruh monsoon, El-Nino Southern Oscillation dan Indian Ocean Dipole terhadap waktu dan daerah penangkapan ikan tuna di Samudera India Bagian timur. Disertasi (tidak dipublikasikan). Pasca Sarjana ITB. Bandung. 161 hal.
- Munday, P.L., A. J. Cheal, N.A.J. Graham, M. Meekan, M. S. Pratchett, M. Sheaves, H. Sweatman & S. K. Wilson. 2009. Marine Climate Change in Australia. *Impact and Adaptation Responses 2009 Report Card*. Tropical Coastal Fish. <http://www.oceanclimatechange.org.au>. Tanggal akses 10 Oktober 2014.
- Munday, P.L., G. P. Jones, M.S. Pratchett & A. J. Williams. 2008. Climate change and the future for coral reef fishes. *Fish and Fisheries*, 9: 261-285.
- O'Connor, M.I., J. F. Bruno, S. D. Gaines, B. S. Halpern, S. E. Lester, B. P. Kinlan & J. M. Weiss. 2007. Temperature control of larval dispersal and the implications for marine ecology, evolution, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104: 1266-1271.
- Praseno, D. P., Y. Fukuyo, R. Widiarti & Sugestiningih. 2003. Red tides occurrences in Indonesia waters and the need to establish a monitoring system. *Proceeding of Workshop on red Tide Monitoring in Asian Coastal Waters*, University of Tokyo: 87 – 90.
- Prasetyo, A.P & M. Natsir. 2010. Pengaruh variabilitas iklim terhadap perikanan lemuru di Selat Bali.

Prosiding Hasil Penelitian Terbaik Tahun 2010. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Hal. 21 – 38.

- Ridno, R.H., Suparno & Y. Efendi. 2014. Studi tentang kondisi tutupan karang hidup di perairan Pulau Pieh Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat. *www.ejurnal.bunghatta.ac.id*. Volume 4 No. 2. 12 hal. Tanggal akses 28 Oktober 2014.
- Saji, N., H. B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran & T. Yamagata. 1999. Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean. *Nature*, 401: 360 -363.
- Wijopriono, Purwanto, Wudianto, A. P. Widodo., Suwarso, H. H. Latief, S. Triharyuni, A. P. Prasetyo, A. A. Utama, I. T. Hargiyatno., R. F. Anggawangsa., P. F. Rahmawati P.F.&T. Wahyu. 2011. Pengaruh perubahan iklim terhadap perikanan dan sumberdaya ikan pelagis (cumicumi). *Laporan Akhir*. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Jakarta. 64 hal.
- Yusapri, A., Thamrin & A. Mulyadi. 2009. Kondisi terumbu karang di Pesisir Kelurahan Sungai Pisang Sumatera Barat. *J. Ilmu Ling.* 2(3): 125 – 136.