



Kondisi Terumbu Karang di Perairan Sisi Timur Pulau Tikus, Bengkulu

Condition of Coral Reefs in the Waters of the East Side of Tikus Island, Bengkulu

Giyanto

Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

Email: giyanto@yahoo.com

Submitted 13 September 2016. Reviewed 17 May 2017. Accepted 9 June 2017.

Abstrak

Pulau Tikus yang berada di Provinsi Bengkulu merupakan pulau kecil yang berjarak sekitar 10 km dari Kota Bengkulu. Luas daratannya hanya sekitar 19.800 m². Sisi sebelah timur Pulau Tikus sering dijadikan lokasi bongkar muat batu bara dari kapal-kapal kecil ke kapal besar (*transshipment*) untuk selanjutnya dibawa ke tempat lain. Hal ini terjadi karena kondisi pelabuhan Baai Bengkulu belum memungkinkan untuk kapal besar masuk ke area pelabuhan. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kondisi terumbu karang di sisi timur Pulau Tikus telah dilakukan pada bulan November 2012. Pengambilan data terumbu karang dilakukan di tiga stasiun dengan menggunakan *Line Intercept Transect* (LIT). Selain itu, juga dilakukan pengukuran kejernihan perairan dengan menggunakan *Secchi disk*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejernihan di perairan sisi timur Pulau Tikus masih baik untuk pertumbuhan karang, dengan nilai kejernihan yang berkisar 9–10 m. Persentase tutupan karang hidup adalah sebesar $38,89 \pm 5,02\%$ yang dikategorikan sebagai "sedang". Kondisi ini relatif lebih baik dibandingkan dengan beberapa lokasi lain yang juga berada di Samudra Hindia. Data pendukung seperti keanekaragaman dan kepadatan ikan indikator Chaetodontidae yang tinggi, serta nilai konsentrasi logam berat di kolom air yang masih berada di bawah nilai ambang batas untuk kehidupan biota laut memperkuat hasil yang diperoleh. Meskipun demikian, belum dapat disimpulkan bahwa tidak ada dampak negatif dari kegiatan bongkar muat tersebut karena belum ada data pembanding yang diambil sebelum kegiatan bongkar muat itu terjadi. Terlepas dari ada tidaknya dampak negatif kegiatan bongkar muat, dapat disimpulkan bahwa terumbu karang di perairan sisi timur Pulau Tikus masih dalam kondisi normal.

Kata kunci: Pulau Tikus, Bengkulu, tutupan karang, kejernihan, batu bara, Samudra Hindia.

Abstract

Tikus Island is located in the Province of Bengkulu. This small island is about 10 km from the City of Bengkulu. The area is only about 19,800 m². The waters in the east side of the island was often used as location for the unloading and loading of coal from small ships into large ship (coal *transshipment*), to be taken to other places. This is because the condition of the port of Baai in Bengkulu is not yet possible for large ships to enter the harbour area. The study to determine the condition of coral reefs in the waters of the east side of Tikus Island was conducted in November 2012. Coral reef data collection was conducted at three stations using *Line Intercept Transect* (LIT). In addition, the water clarity was also measured using a *Secchi*

disk. The results showed that the water clarity on the east side of Tikus Island was still good for coral growth, with values ranging from 9 to 10 m. The percentage of live coral cover was $38.89 \pm 5.02\%$, which was categorized as "fair". This condition was relatively better compared to several other locations that were also located in the Indian Ocean. Supporting data such as the high diversity and density of indicator fish Chaetodontidae as well as the values of heavy metal concentrations in the water columns that are still below the threshold values for marine lives, strengthen the results obtained. Regardless of the presence or absence of negative impacts of coal transshipment occurring in the waters of the east side of Tikus Island, the coral reefs were still in a normal condition.

Keywords: Tikus Island, Bengkulu, coral cover, water clarity, coal, Indian Ocean.

Pendahuluan

Pulau Tikus yang berada di Provinsi Bengkulu merupakan pulau kecil dengan rata-rata terumbu yang luas. Lokasinya yang berjarak sekitar 10 km dari Kota Bengkulu dapat ditempuh sekitar setengah jam dengan perjalanan laut menggunakan perahu motor. Pantai yang memiliki perairan jernih, hamparan pasir putih, serta terumbu karang yang hidup di dasar perairan menjadikan Pulau Tikus sebagai salah satu tujuan wisata bagi masyarakat Bengkulu, terutama pada hari-hari libur. Posisi Pulau Tikus yang berada langsung di lautan terbuka Samudra Hindia, menjadikan terumbu karang di sekitar Pulau Tikus berguna sebagai pelindung pantai dari arus dan gelombang. Salah satu fungsi terumbu karang adalah sebagai benteng alami yang melindungi pantai dari hempasan ombak dan gelombang (Hoegh-Guldberg 2011).

Luas daratan Pulau Tikus hanya sekitar 19.800 m². Perairan di bagian timur Pulau Tikus, sepanjang sisi selatan hingga utaranya relatif lebih terlindung dibandingkan bagian baratnya. Bagian barat Pulau Tikus merupakan perairan yang terbuka karena langsung berhadapan dengan Samudra Hindia. Saat pengamatan dilakukan, ombak di sisi barat pulau sangat besar, sedangkan di sisi timur relatif lebih tenang. Pulau Tikus hanya dihuni oleh beberapa orang saja yang menjaga mercusuar di pulau tersebut.

Bengkulu merupakan salah satu daerah penghasil batu bara di Indonesia. Batu bara digunakan untuk menghasilkan sekitar 41% dari persediaan listrik dunia, dan di Indonesia sendiri

listrik yang dihasilkan dari batu bara mencapai sekitar 14% (Fiyanto et al. 2010). Permintaan batu bara yang terus meningkat di pasar internasional menjadikan kegiatan pengapalan batu bara di Bengkulu meningkat. Perairan Pelabuhan Baai, Bengkulu, yang dangkal menyulitkan kapal-kapal besar untuk masuk ke dalam area pelabuhan. Pulau Tikus, terutama di sisi timur yang posisinya membelakangi Samudra Hindia memiliki perairan yang lebih terlindung dibandingkan dengan sisi baratnya. Hal itu yang menjadikan alasan bagi kapal-kapal besar melakukan proses bongkar muat pemindahan batu bara dari kapal-kapal kecil ke kapal besar (Gambar 1). Saat proses bongkar muat itu berlangsung, dikhawatirkan terdapat tumpahan batu bara yang jatuh ke perairan, sehingga menyebabkan kekeruhan dan meningkatkan sedimentasi. Selain itu, yang juga dikhawatirkan adalah logam berat yang dalam kondisi terlarut masuk ke dalam kolom air atau terendapkan di dalam sedimen dasar yang akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup karang dan biota laut. Darmono (1995) menyebutkan bahwa batu bara mengandung logam berat seperti kadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg). Meskipun beberapa jenis logam dibutuhkan oleh makhluk hidup, tetapi dalam kadar yang tinggi dapat menjadi bahan beracun bagi tubuh makhluk hidup (Palar 2008).

Tujuan studi ini difokuskan untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi terumbu karang di perairan sisi timur Pulau Tikus, yang sering dijadikan sebagai tempat bongkar muat batu bara.



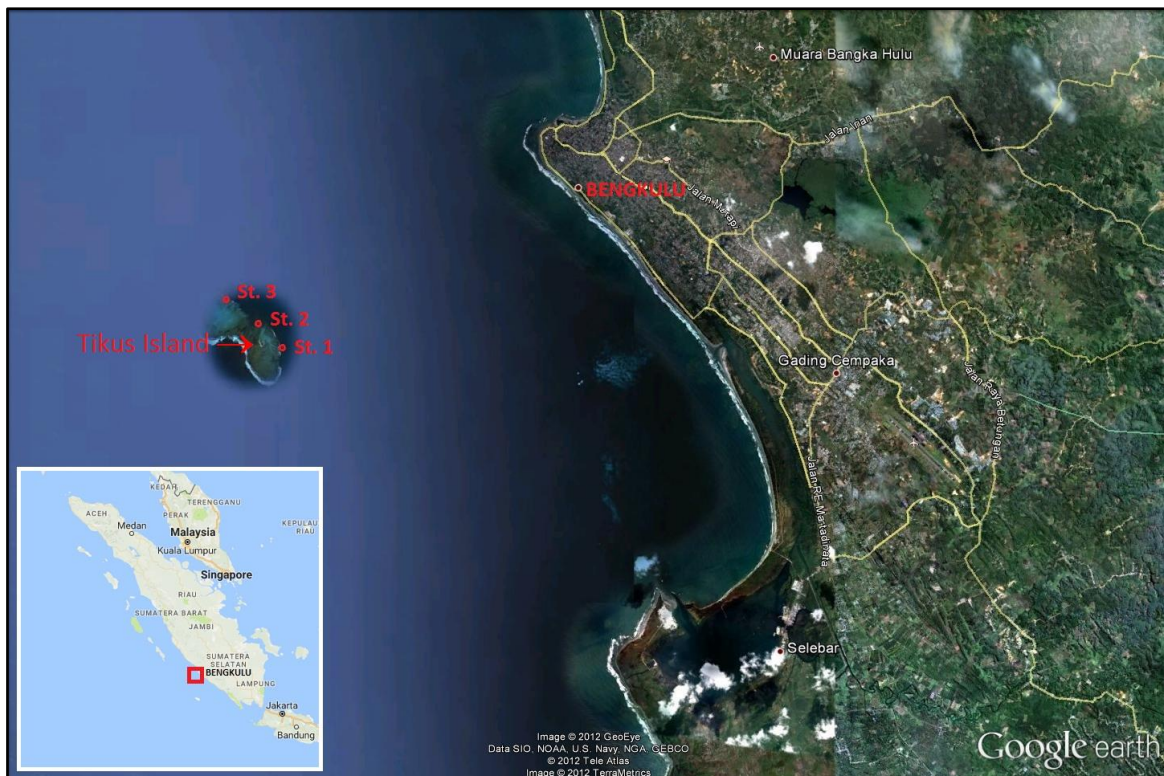
Gambar 1. Aktivitas bongkar muat batu bara yang terjadi di perairan sekitar Pulau Tikus.
Figure 1. Activity of coal transshipment in Tikus Island waters.

Metodologi

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian di perairan Pulau Tikus, Bengkulu, dilaksanakan pada bulan November 2012. Pengamatan dilakukan di tiga stasiun yang berada di sisi timur pulau, mulai dari sisi selatan hingga ke utara, yaitu St.1, St.2, dan St.3 (Tabel

1, Gambar 2). Perairan di ketiga stasiun tersebut, terutama di St.1 dan St.2 sering dijadikan sebagai tempat bongkar muat batu bara. Pengambilan data di sisi bagian barat pulau Tikus tidak dilakukan karena pertimbangan keselamatan (ombak besar), lagipula fokus penelitian ini adalah terumbu karang yang berada di sisi timur Pulau Tikus, tempat yang sering digunakan untuk proses bongkar muat batu bara.



Gambar 2. Stasiun penelitian di Pulau Tikus (Sumber: Google earth).
Figure 2. Research stations in Tikus Island (Source: Google earth).

Tabel 1. Koordinat stasiun penelitian.
Table 1. Coordinat of research stations.

Station	Coordinat
St. 1	-3.83921, 102.18475
St. 2	-3.83297, 102.17909
St. 3	-3.82707, 102.17098

Kejernihan perairan

Pengukuran kejernihan perairan dilakukan di masing-masing stasiun penelitian. Kejernihan perairan mengacu pada seberapa dalam cahaya matahari mampu menembus kolom air (penetrasi cahaya). Kejernihan perairan diukur secara langsung menggunakan *Secchi disk* (Green et al. 1996), dan dinyatakan dalam satuan meter. Semakin tinggi nilai kejernihan maka akan semakin jernih perairannya.

Terumbu karang

Pengambilan data terumbu karang untuk mengetahui persentase tutupan biota dan substrat dasar perairan dilakukan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) (English et al. 1997). Biota dan substrat dikelompokkan berdasarkan bentuk pertumbuhan seperti yang ditampilkan dalam Tabel 2. Pengambilan data dilakukan di masing-masing stasiun pengamatan pada kedalaman karang yang masih umum dijumpai, yaitu 3–5 m. Untuk setiap stasiun penelitian, digunakan garis transek sepanjang 10 m sebanyak 3 kali. Jarak antara satu transek dengan transek berikutnya adalah 20 m. Meskipun dalam setiap stasiun terdapat tiga transek dengan

panjang 10 m, namun untuk keperluan analisis data, tiga transek tersebut dianggap sebagai satu kesatuan transek (satu transek dengan panjang 30 m) agar tidak dianggap sebagai replikasi semu (Hurlbert 1984; Schank dan Koehnle 2009).

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan dengan penyelaman menggunakan peralatan selam SCUBA (*Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*), yaitu penyelam meletakkan pita ukur sepanjang 70 m sejajar garis pantai dengan posisi pantai ada di sebelah kiri penyelam. Kemudian, pencatatan data terumbu karang dengan metode LIT dilakukan pada garis 0–10 m, 30–40 m, dan 60–70 m. Semua biota dan substrat yang berada tepat di garis tersebut dicatat dengan ketelitian hingga cm sesuai dengan kodenya (Tabel 2). Gambaran umum tentang stasiun pengamatan seperti profil dasar perairan didapatkan dengan pengamatan visual di sekitar lokasi.

Hasil

Kejernihan perairan

Hasil pengukuran kejernihan perairan di St 1, St 2, dan St 3 berturut-turut adalah 9 m, 9 m, dan 10 m. Nilai kejernihan tersebut masih lebih tinggi daripada nilai baku mutu kejernihan untuk karang, yaitu lebih besar dari 5 m, seperti yang ditetapkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004).

Tabel 2. Kode bentuk pertumbuhan organisme bentik dan substrat.
Table 2. Code of benthic organism lifeform and its substrate.

Code	Remark
LC	Live Coral = AC+NA
- AC	<i>Acropora</i> = hard coral from genus <i>Acropora</i>
- NA	Non <i>Acropora</i> = all hard coral genera except genus <i>Acropora</i>
DC	Dead Coral
DCA	Dead Coral with Algae
SC	Soft Coral
SP	Sponge
FS	Fleshy Seaweed
OT	Other Fauna
R	Rubble
S	Sand
SI	Silt
RK	Rock

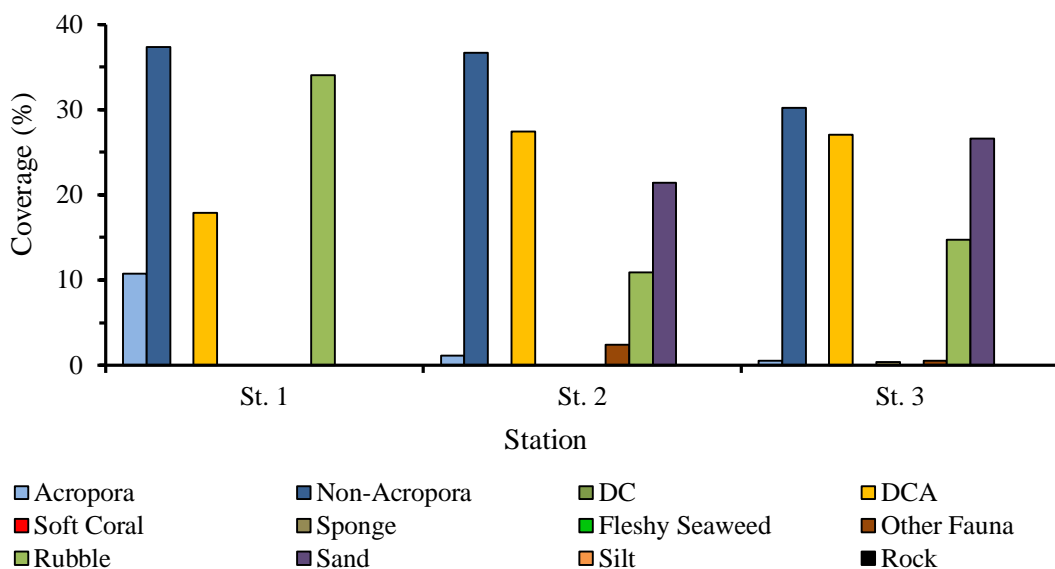
Terumbu Karang

Pulau Tikus merupakan pulau kecil, tetapi memiliki rataan terumbu yang luas. perairannya relatif jernih dengan dasar perairan berupa pasir (S), pecahan karang mati (R), dan karang mati yang telah ditumbuhi oleh alga (DCA). Meskipun ketiga stasiun pengamatan sering dijadikan tempat bongkar muat batu bara, namun secara kasat mata tidak tampak ceceran batu bara di dasar perairan. Pecahan karang mati yang berasal dari karang bercabang umum dijumpai di semua stasiun pengamatan. Pecahan karang bercabang di St.1 lebih banyak dibandingkan dengan di dua stasiun pengamatan yang lain. Pecahan karang yang banyak, diduga disebabkan oleh hempasan gelombang yang kuat, yang umum terjadi di perairan yang langsung terbuka dengan lautan lepas Samudra Hindia. Di St. 1 ini, karang keras dari genus *Acropora* dijumpai dengan tutupan yang cukup tinggi (11%) disertai dengan tutupan pecahan karang yang juga cukup tinggi (34%) (Gambar 3). Posisi St.1 berdekatan dengan hempasan ombak yang datang dari arah laut terbuka (Samudra Hindia), sehingga pengaruh hempasan ombak relatif lebih besar dibandingkan dengan St.2 dan St.3. Karang dari genus *Acropora* umum dijumpai di perairan yang berombak. Arus dan ombak yang kuat memungkinkan bagi karang *Acropora*, yang memiliki polip yang relatif kecil, untuk membersihkan dirinya sendiri dari sedimen (Sukarno 1977).

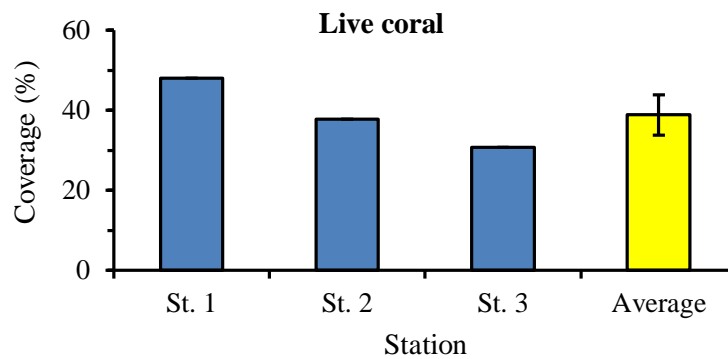
Karang keras dari genus *Acropora* merupakan karang keras yang memiliki bentuk pertumbuhan bercabang. Bentuk hidup

percabangan *Acropora* yang dijumpai di St.1 umumnya adalah percabangan yang menyerupai ranting pohon (ACB = *Branching Acropora*) dan percabangan yang tumbuh mendatar menyerupai meja (ACT = *Tabulate Acropora*). Karang keras, terutama karang bercabang dari famili Acroporidae, memiliki peranan yang penting dalam menjaga keseimbangan habitat, yaitu sebagai tempat berlindung bagi ikan-ikan karang berukuran kecil (Graham et al. 2006; Wilson 2008). Selain itu, di St. 1 juga banyak dijumpai karang bercabang Non *Acropora* seperti dari spesies *Montipora digitata* dan *Porites cylindrica*. Dibandingkan dengan karang berbentuk masif, karang dengan bentuk pertumbuhan bercabang lebih mudah patah dan menjadi pecahan karang bila terkena badai, hempasan ombak, atau arus yang kuat (Krishnan et al. 2012).

Berbeda dari St. 1 yang lebih didominasi oleh karang bercabang, di St. 2 dan St. 3 karang keras dari genus *Porites* yang memiliki bentuk pertumbuhan masif terlihat lebih dominan. Karang masif relatif lebih tahan terhadap badai atau hempasan ombak dibandingkan dengan karang bercabang (Krishnan et al. 2012), namun kecepatan tumbuh karang masif relatif lebih lambat dibandingkan dengan karang bercabang (Connell 1973; Hughes 1987). Secara umum, tutupan karang hidup berdasarkan pengamatan di tiga stasiun di Pulau Tikus adalah sebesar $38,89 \pm 5,02\%$. Tutupan karang hidup di St. 1 relatif lebih baik dibandingkan dengan di dua stasiun yang lain (Gambar 4).



Gambar 3. Tutupan biota dan substrat di masing-masing stasiun.
 Figure 3. The coverage of benthic and substrate at each station.



Gambar 4. Tutupan karang hidup di masing-masing stasiun beserta nilai rata-rata dan kesalahan bakunya.
Figure 4. Live coral cover at each station with their average and standard error.

Pembahasan

Karang keras sebagai penyusun utama terumbu karang merupakan hewan dasar perairan yang hidup bersimbiosis mutualisme dengan alga yang disebut zooxanthella. Zooxanthella hidup di dalam jaringan karang. Karang mendapatkan pasokan makanan untuk tumbuh dari zooxanthella, sedangkan zooxanthella sendiri untuk proses fotosintesisnya membutuhkan sinar matahari. Fachrurrozie et al. (2012) berdasarkan pengamatannya pada karang bercabang memperoleh korelasi yang positif antara kelimpahan zooxanthella dengan kenaikan intensitas cahaya. Thamrin et al. (2004) menyatakan bahwa densitas zooxanthella menurun secara signifikan dengan peningkatan kekeruhan perairan, yang diperkirakan merupakan pengaruh kebutuhan mikroalga akan cahaya dalam aktivitas fotosintesis.

Peran cahaya matahari sangat penting bagi pertumbuhan karang. Di perairan yang keruh, karang tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Misalnya, perairan Teluk Jakarta yang berada di bagian selatan Kepulauan Seribu memiliki kejernihan perairan yang rendah. Di lokasi tersebut karang tidak dapat berkembang dengan baik yang ditandai dengan tutupan karang hidup yang rendah. Bahkan, perairan di sekitar Pulau Onrust dan Pulau Bidadari (Teluk Jakarta) hanya memiliki tutupan karang hidup yang kurang dari 5% (Giyanto et al. 2006; Cleary et al. 2008; Hermanlimianto 2010). Hal ini sangat berbeda dari tutupan karang yang berada di bagian utara Kepulauan Seribu yang memiliki tutupan karang yang lebih baik (Giyanto et al. 2006; Cleary et al. 2008) dan perairan yang juga lebih jernih, dengan kejernihan yang berkisar 3,88–9,42 m dan rata-rata 6,33 m (Santoso 2011).

Nilai kejernihan perairan di tiga stasiun di Pulau Tikus (≥ 9 m) melebihi nilai baku mutu kejernihan untuk coral yang ditetapkan Kementerian Negara Lingkungan Hidup, yakni > 5 m. Nilai yang diperoleh di Pulau Tikus ini juga masih lebih tinggi daripada hasil pengukuran yang diperoleh Santoso (2011) di beberapa perairan di Kepulauan Seribu, Jakarta. Hal ini menunjukkan bahwa perairan di sekitar stasiun penelitian masih dalam kondisi baik untuk pertumbuhan karang.

Berdasarkan kriteria Gomez dan Yap (1988) (Tabel 3), dengan tutupan karang hidup sebesar $38,89 \pm 5,02\%$, kondisi terumbu karang di Pulau Tikus dapat dikategorikan dalam kondisi "sedang". Tutupan karang hidup di Pulau Tikus ini masih lebih baik dibandingkan dengan di beberapa lokasi pengamatan di bagian barat Pulau Sumatra (Samudra Hindia) (Tabel 4). Meskipun banyak dijumpai pecahan karang di tiga stasiun di Pulau Tikus, terutama di St. 1, hal ini kemungkinan besar lebih disebabkan oleh faktor alam, yaitu hempasan gelombang yang kuat dari Samudra Hindia. Gelombang yang kuat dapat menghancurkan karang, terutama karang yang memiliki bentuk pertumbuhan bercabang seperti *Acropora*.

Kondisi perairan di Pulau Tikus yang masih baik ini juga didukung oleh keberadaan ikan-ikan indikator kesehatan karang, yaitu ikan karang dari famili Chaetodontidae di semua stasiun pengamatan. Jumlah ikan Chaetodontidae yang ditemukan di ketiga stasiun di Pulau Tikus adalah sebanyak 15 spesies dengan kepadatan total 164 individu per 4.500 m^2 atau 364 individu per hektare (Giyanto et al. 2012). Kepadatan ikan indikator dari famili Chaetodontidae yang dijumpai di perairan Pulau Tikus ini tidak terlalu berbeda dari lokasi lain yang juga berada di Samudra Hindia (Tabel 4).

Ikan karang dari famili Chaetodontidae merupakan ikan yang digunakan sebagai indikator kondisi terumbu karang (Reese 1981; Hourigan et al. 1988). Umumnya, Chaetodontidae sangat tergantung pada karang keras (Scleractinia) untuk mendapatkan makanannya (Reese 1981; Tricas 1989). Dari 78 spesies Chaetodontidae, 61 spesies memakan jaringan hidup dari karang keras (Cole et al. 2008). Pratchett et al. (2006) menyatakan bahwa kematian karang yang parah menyebabkan penurunan kelimpahan yang signifikan pada beberapa spesies ikan Chaetodontidae yang sangat tergantung pada karang keras seperti pada *Chaetodon baronessa*, *C. lunulatus*, *C. trifascialis*, *C. plebeius*, dan *C. rainfordi*. Keeratan hubungan antara ikan Chaetodontidae dan kondisi terumbu karang juga pernah diteliti oleh Adrim et al. (1991) dan Lorwens (2011), yang menjumpai keberadaan dan kelimpahan ikan Chaetodontidae bergantung pada kondisi ekosistem terumbu karang setempat.

Hasil analisis logam berat yang dilakukan oleh Tim Oseanografi Kimia Pusat Penelitian Oseanografi di tiga stasiun pengamatan di Pulau Tikus pada saat yang bersamaan dengan

pengamatan kondisi terumbu karang menunjukkan bahwa kandungan logam berat dalam air laut (Giyanto et al. 2012) masih di bawah nilai ambang baku yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut (Tabel 5).

Secara umum dapat dikatakan bahwa perairan di sisi timur Pulau Tikus masih dalam kondisi baik. Hal ini didukung oleh hasil-hasil sebagai berikut: (i) tingkat kejernihan perairan yang baik, yaitu sekitar 9 m, (ii) tutupan karang sebesar $38,89 \pm 5,02\%$ yang dikategorikan “sedang”, (iii) keanekaragaman (15 spesies) dan kepadatan (364 ind./ha) ikan indikator Chaetodontidae yang tidak berbeda dari lokasi lain di Samudra Hindia, dan (iv) konsentrasi logam berat di kolom air yang masih berada di bawah nilai ambang batas untuk kehidupan biota laut. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh belum dapat menyimpulkan bahwa tidak ada dampak negatif dari kegiatan bongkar muat batu bara. Hal ini disebabkan karena belum ada data pembandingan yang diambil sebelum kegiatan bongkar muat terjadi di sisi timur Pulau Tikus.

Tabel 3. Kriteria kondisi terumbu karang berdasarkan persentase tutupan karang hidup.

Table 3. Criteria of coral reef's condition based on live coral cover.

Live coral cover (%)	Criteria
75 – 100	Excellent
50 – 74,9	Good
25 – 49,9	Fair
0 – 24,9	Poor

Sumber : Gomez dan Yap (1988).

Tabel 4. Tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan Chaetodontidae di beberapa lokasi di Samudra Hindia.

Table 4. Live coral cover and abundance of Chaetodontidae fish at some locations in Indian Ocean.

No.	Location	Number of stations	Live coral cover (%)	Abundance of Chaetodontidae (individuals/ha) ^{*)}	Source
1.	Central Tapanuli (Sitardas, Poncan Island & Mansalar Island)	13	41.00	358	Cappenberg and Ulumudin (2010)
2.	Nias (Lahewa, Tuhemberua)	6	32.04	510	Cappenberg (2010a)
3.	South of Nias (Teluk Dalam & Pulau-pulau Batu)	9	12.77	337	Makatipu and Suyarso (2010)
4.	Mentawai (Sipora, Siberut)	9	28.09	489	Cappenberg (2010b)
5.	Tikus Island, Bengkulu	3	38.89	364	This study

Remark: ^{*)} Recalculated by conversion to individuals/ha.

Tabel 5. Konsentrasi cadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) terlarut di masing-masing stasiun pengamatan dan nilai baku mutu masing-masing logam.

Table 5. The concentration of cadmium (Cd), copper (Cu), lead (Pb), and mercury (Hg) dissolved in the observation stations and the quality standard values for each metal.

Station	Heavy metal concentration (mg/l) ^{a)}			
	Cd	Cu	Pb	Hg
St.1	0.0001	0.0004	0.0021	<0.0001
St.2	0.0001	<0.0001	0.0021	<0.0001
St.3	0.0002	0.0011	0.0015	0.0001
Reference ^{b)}	0.0010	0.0080	0.0080	0.0010

Remarks: ^{a)} Source: Giyanto et al. (2012)

^{b)} Minister of the Environment Decree No. 51 Year 2004 on Sea Water Quality Standard for Marine Life.

Kesimpulan

Terlepas dari ada tidaknya dampak negatif kegiatan bongkar muat yang terjadi di perairan sisi timur Pulau Tikus, kondisi perairan di sini masih dikategorikan baik untuk pertumbuhan karang. Tutupan karang sebesar $38,89 \pm 5,02\%$ dikategorikan sebagai kondisi “sedang”. Meskipun demikian, perlu dicarikan alternatif lokasi untuk proses bongkar muat batu bara, sehingga tidak lagi dilakukan di perairan sekitar Pulau Tikus yang kini berkembang sebagai salah satu lokasi tujuan wisata masyarakat Bengkulu.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh Pemerintah Daerah Provinsi Bengkulu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Daerah Provinsi Bengkulu atas kepercayaannya untuk melakukan kegiatan penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI dan Pemerintah Daerah Bengkulu atas kerja samanya, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

Adrim, M., M. Hutomo, dan S. R. Suharti. 1991. Chaetodontid fish community structure and its relation to reef degradation at Seribu Islands reef in Indonesia. Proceeding of the regional symposium on living resources in coastal areas, Manila: 163–174.

- Cappenberg, H. A. W. 2010a. Monitoring Terumbu Karang Nias (Lahewa, Sawo). COREMAP II-LIPI, Jakarta.
- Cappenberg, H. A. W. 2010b. Monitoring Terumbu Karang Mentawai (Sipora, Siberut). COREMAP II-LIPI, Jakarta.
- Cappenberg, H. A. W., dan Y. I. Ulumudin. 2010. Monitoring Terumbu Karang Tapanuli Tengah (Sitardas, Pulau Poncan dan Pulau Mansalar). COREMAP II-LIPI, Jakarta.
- Cleary, D. F. R., L. de Vantier, Giyanto, L. Vail, P. Manto, N. J. de Voogd, P. G. R. Dolmen, Y. Tuti, A. Budiyanto, J. Wolstenholme, B. W. Hoeksema, dan Suharsono. 2008. Relating variation in species composition to environmental variables: a multi-taxon study in an Indonesian coral reef complex. *Aquat. Sci.* 70: 419-431. DOI 10.1007/s00027-008-8077-2
- Cole, A. J., M. S. Pratchett, dan G. P. Jones. 2008. Diversity and functional importance of coral-feeding fishes on tropical coral reefs. *Fish and Fisheries* 9:1–22.
- Connell, J. H. 1973. Population ecology of reef budding corals. Pages 205–245 *dalam* Jones, O. A., R. Endean. (eds.) *Biology and geology of coral reefs*, Vol. 2. Academic Press, New York.
- Darmono. 1995. Logam dalam sistem biologi makhluk hidup. Jakarta. UI Press.
- English, S., C. Wilkinson, dan V. Baker. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. 2nd ed. AIMS, Townsville.
- Fachrurrozie, A., M. P. Patria, dan R. Widiarti. 2012. Pengaruh perbedaan intensitas cahaya terhadap kelimpahan zooxanthella pada karang bercabang (Marga: Acropora) di perairan

- Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Akuatika* 3(2):115–124.
- Fiyanto, A, H. Mulaika, N. Hidayati, N. Shahab, dan L. Guerrero. 2010. Batubara mematikan. Bagaimana rakyat Indonesia membayar mahal untuk bahan bakar terkotor di Indonesia. Greenpeace Asia Tenggara, Jakarta.
- Giyanto, Y. Tuti, dan A. Budiyo. 2006. Analisa pendahuluan kondisi terumbu karang di Kepulauan Seribu Jakarta pada tahun 2005. Hlm. 9–18 *dalam* Y. Tuti, dan S. Soemodihardjo, editors. *Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Seribu Monitoring dan Evaluasi Tiga Dasawarsa*. LIPI Press, Jakarta.
- Giyanto, M. Adrim, M. F. A. Ismail, Lestari, F. Budiyo, A. Rozak, D. Irianto, dan A. Budiyo. 2012. Laporan Kajian Kerusakan Lingkungan Terumbu Karang dan Perairan di Sekitar Pulau Tikus Bengkulu. Badan Penelitian, Pengembangan dan Statistik Daerah Provinsi Bengkulu dan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jakarta.
- Gomez, E. D., dan H. T. Yap. 1988. Monitoring Reef Condition. Pages 171–178 *dalam* R. A. Kenchington, dan B. E. T. Hudson, editors. *Coral Reef Management Handbook*. Unesco Publisher, Jakarta.
- Graham, N. A. J, S. K. Wilson, S. Jennings, N. V. C. Polunin, J. P. Bijoux, dan J. Robinson. 2006. Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103:8425–8429.
- Green, L., K. Addy, dan N. Sanbe. 1996. Measuring Water Clarity. *Natural Resources Facts, Fact Sheet No. 96-1*. Cooperative Extension, University of Rhode Island.
- Hermanlimianto, M. I. Y. T. 2010. Kondisi terumbu karang di Kepulauan Seribu Bagian Selatan (Teluk Jakarta) Periode 1985-2009. Hlm. 110–120 *In*: R. Muchsin, M. Muchtar, Pramudji, Sulistijo, T. Susana, dan Fahmi, editors. *Dinamika Ekosistem Perairan Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta*. LIPI Press, Jakarta.
- Hoegh-Guldberg, O. 2011. Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change. *Reg. Environ. Change* 11 (Suppl 1):S215–S227. DOI 10.1007/s10113-010-0189-2.
- Hourigan, T. F., T. C. Tricas, dan E. S. Reese. 1988. Chapter 6. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. Hlm. 107–135 *dalam* D. F. Soule, dan G. S. Kleppel, editors. *Marine Organisms as Indicators*. Springer-Verlag New York Inc, New York.
- Hughes, T. P. 1987. Skeletal density and growth form of corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 35:259–266.
- Hurlbert, S. H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* (51):187–211.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Krishnan P., Grinson-George, N. Vikas, Titus-Immanuel, M. P. Goutham-Bharathi, A. Anand, K. V. Kumar, dan S. S. Kumar. 2012. Tropical storm off Myanmar coast sweeps reefs in Ritchie’s Archipelago, Andaman. *Environ. Monit. Assess.* DOI 10.1007/s10661-012-2948-7.
- Lorwens, J. 2011. Hubungan Antara Ikan Indikator (Chaetodontidae) dan Kondisi Karang di Pesisir Pulau Biak dan Kepulauan Padaido. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 17(2):147–156.
- Makatipu, P., dan Suyarso. 2010. Monitoring Terumbu Karang Nias Selatan (Teluk Dalam dan Pulau-pulau Batu). COREMAP II-LIPI, Jakarta.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta.
- Pratchett, M. S., S. K. Wilson, dan A. H. Baird. 2006. Declines in the abundance of Chaetodon butterfly fishes following extensive coral depletion. *Journal of Fish Biology* 69:1269–1280.
- Reese, E. S. 1981. Predation on corals by fishes of the family Chaetodontidae: implications for conservation and management of coral reef ecosystems. *Bull. Mar. Sci.* 31:594–604.
- Santoso, B. 2011. Kualitas Perairan Kepulauan Seribu. Hlm. 13-17 *dalam* E. Setyawan, S. Yusri, dan S. Timotius, editors. *Terumbu Karang Jakarta, Pengamatan Jangka Panjang Terumbu Karang Kepulauan Seribu (2005–2009)*. Yayasan Terangi, Jakarta.
- Schank, J. C., dan T. J. Koehnle. 2009. Pseudoreplication is a Pseudoproblem. *Journal of Comparative Psychology* 123(4):421–433. DOI: 10.1037/a0013579.
- Sukarno. 1977. Fauna karang batu di terumbu karang Pulau Air dengan catatan tentang ekologi. Hlm. 293–309 *dalam* Hutomo, M., K. Romimohtarto, Burhanuddin (eds.) *Teluk Jakarta: sumberdaya, sifat-sifat oseanologis serta permasalahannya*. Proyek Penelitian Poptensi Sumberdaya Ekonomi. Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI, Jakarta.

- Thamrin, M. Hafiz, dan A. Mulyadi. 2004. Pengaruh Kekeruhan Terhadap Densitas Zooxanthellae pada Karang Scleractinia *Acropora aspera* di Perairan Pulau Mursala dan Pulau Poncan Sibolga, Sumatera Utara. *Ilmu Kelautan* 9(2):82–85.
- Tricas, T. C. 1989. Prey selection by coral-feeding butterfly fishes: strategies to maximise the profit. *Environ. Biol. Fish.* 25:175–185.
- Wilson, S. K., R. Fisher, M. S. Pratchett, N. A. J. Graham, N. K. Dulvy, R. A. Turner, A. Cakacaka, N. V. C. Polunin, dan S. P. Rushton. 2008. Exploitation and habitat degradation as agents of change within coral reef fish communities. *Global Change Biology* 14:2796–2809.