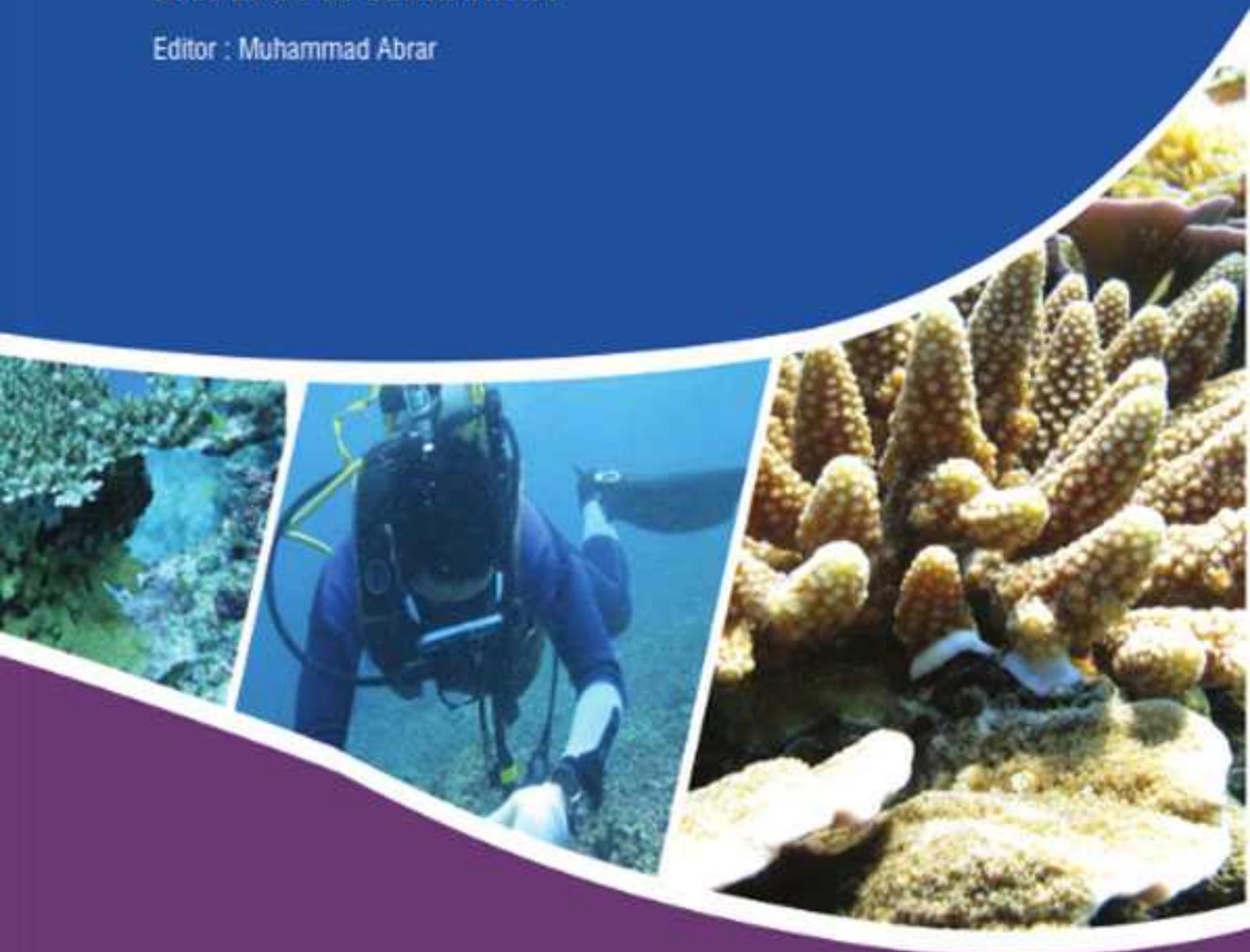


BASELINE SURVEI KESEHATAN TERUMBU KARANG & EKOSISTEM TERKAIT

DI TAMAN WISATA PERAIRAN (TWP) PULAU PIEH
DAN LAUT DI SEKITARNYA

Editor : Muhammad Abrar



COREMAP - CTI
Pusat Penelitian Oseanografi
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

BASELINE SURVEI

KESEHATAN TERUMBU KARANG & EKOSISTEM TERKAIT

DI TAMAN WISATA PERAIRAN (TWP) PULAU PIEH

DAN LAUT DI SEKITARNYA

Disusun oleh:

Muhammad Abrar,
Giyanto,
Rikoh M Siringoringo
Isa Nagib Edrus,
Ucu Yanu Arbi
Hendra F Sihaloho
Abdullah Salatalohi
Sutiadi



Pusat Penelitian Oseanografi
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

**BASELINE SURVEI KESEHATAN TERUMBU KARANG & EKOSISTEM TERKAIT
DI TAMAN WISATA PERAIRAN (TWP) PULAU PIEH DAN LAUT DI SEKITARNYA**
© 2014 CRITC COREMAP - CTI LIPI

Penulis : Muhammad Abrar, Giyanto,
Rikoh M Siringoringo, Isa Nagib Edrus
Ucu Yanu Arbi, Hendra F Sihaloho
Abdullah Salatalohi, Sutiadi

Desain Sampul & Isi : Dewirina Zulfanita

**Coral Reef Rehabilitation and Management Program
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia**

CRITC COREMAP CTI LIPI
Gedung LIPI
Jl. Raden Saleh No. 43
Jakarta 10330
Telp. 021-3143080
Fax. 021-3143082
Url. <http://www.coremap.or.id>

Monitoring Kesehatan Terumbu Karang Dan Kesehatan Ekosistem Terkait Di
Kabupaten NIAS UTARA --Jakarta : COREMAP CTI LIPI 2014

xii+ 40 hlm.; 21 x 29.7 cm

ISBN

1. Terumbu karang

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kemudahan sehingga laporan teknis dengan judul ' Monitoring Kesehatan Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat, dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan monitoring ini memberikan informasi hasil kegiatan lapangan penilaian kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya, sekaligus sebagai bentuk pertanggungjawaban atas penggunaan sumberdaya selama monitoring dilakukan.

Laporan monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya Tahun 2014 merupakan Baseline Studi untuk menyediakan data awal (T0) sebagai pembandingan melihat perubahan indikator keberhasilan saat awal dan di akhir periode pengelolaan. Ketersediaan data dan informasi dalam laporan ini juga memberikan gambaran terkini potensi dan kondisi sumberdaya hayati, sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi dan acuan pengukuran efektifitas pengelolaan kawasan yang selama ini belum dijadikan kriteria dalam penilaian tersebut.

Pada kesempatan ini pula kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, terutama staf lapangan UPT KKPN Pekanbaru dan Yayasan Minang Bahari serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, sehingga akhirnya laporan monitoring kesehatan karang dan ekosistem terkait lainnya dapat diselesaikan. Kami juga mengharapkan masukan dan saran untuk kesempurnaan laporan ini, semoga bermanfaat.

Jakarta, Desember 2014
PIU CRITC COREMAP-CTI, P2O LIPI

Drs. Susetiono, M.Sc

ABSTRAK

Inisiasi pencadangan dan penetapan kawasan konservasi perairan didasarkan pada adanya indikasi ancaman terhadap sumberdaya keanekaragaman hayati, penurunan fungsi ekologis ekosistem dan kerusakan habitat. Sejumlah indikator keberhasilan ditetapkan untuk mengukur efektifitas pengelolaan kawasan konservasi dalam keterwakilan ruang (*spasial*) dan waktu (*temporal*) terhadap resiliensi dan pemulihan ancaman tersebut. Penyediaan data dan informasi terhadap sejumlah indikator keberhasilan tersebut dilakukan dengan monitoring. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya telah dilakukan di kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat pada Bulan Juli 2014, di 10 stasiun monitoring yang dibedakan atas zona inti dan zona pemanfaatan. Tujuan monitoring adalah menyediakan data awal (*baseline*) sebagai nilai awal (T0) pengukuran perubahan indikator kesehatan karang dan ekosistem terkait lainnya, menurut ruang dan waktu. Metode yang digunakan dalam penilaian kesehatan terumbu karang adalah *Underwater Photo Transect* (UPT) dalam luasan area potret 2552 cm² sebanyak 50 frame foto dengan 30 titik acak/frame. Penilaian kelimpahan dan biomassa ikan adalah kombinasi metode *Underwater Visual Census* (UVC) dan pendugaan panjang ikan (Metode Stick) dalam luasan area 350 m² meliputi 6 famili kelompok ikan target dan 1 famili ikan indikator. Kelimpahan megabenthos diukur dengan menggunakan metode Reef Check Benthos (RCB) belt transect dalam luasan area 140 m² terhadap tujuh biota benthos asosiasi terumbu yang sudah ditetapkan. Luasan tutupan dan kerapatan vegetasi lamun diukur dengan menggunakan metode transek kuadrat yang ditarik tegak lurus garis pantai. Penilaian kerapatan dan tutupan vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan metode garis transek dan *Hemispherical Photography*. Kegiatan monitoring juga dilengkapi dengan pendugaan sebaran habitat laut dangkal dengan menggunakan metode penginderaan jauh menggunakan Citra Landsat-8 Path/Row, 127 / 061 dan verifikasi data lapangan (*ground truth*). Sebaran habitat laut dangkal umumnya adalah area terumbu karang dengan tutupan padang lamun dan mangrove tidak ada, didominasi oleh substrat terbuka berupa dasar berpasir dan karang mati. Hasil monitoring menunjukan bahwa secara keseluruhan kondisi kesehatan karang berada dalam kondisi **CUKUP BAIK**, namun tidak terlihat perbedaan tutupan karang hidup antara zona inti dan zona pemanfaatan yaitu berada dalam kondisi **CUKUP BAIK**. Potensi ekonomis ikan target mencapai 0,12 kg/m², namun berada dalam kondisi rentan untuk penangkapan berlebih (*over fishing*). Kehadiran ikan indikator dengan jumlah jenis yang cukup tinggi memberikan indikasi terumbu karang berada dalam kondisi sehat. Kelimpahan megabenthos di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya cukup tinggi dan beragam, sebaliknya biota pemangsa polip karang ditemukan dalam jumlah yang cukup besar sehingga patut diwaspadai. Tidak ditemukan adanya sebaran vegetasi lamun dan mangrove dalam kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut Sekitarnya. Masih terlihat kehadiran biota langka dan dilindungi, penyu, kima (*Tridacna*), susur bundar/lola (Trochus), ikan hiu kecuai kehadiran ikan napoleon. Terumbu karang TPW Pulau Pieh berada dalam kondisi **KURANG BAIK** sampai **SANGAT BAIK** dengan tutupan rata-rata 41,88% atau dalam kondisi **CUKUP BAIK**, selanjutnya menjadi data awal (T0) untuk dibanding dengan monitoring berikutnya.

ABSTRACT

Initiation and establishment of marine reserves is based on resources threatened indication, included biodiversity and ecosystem decline and habitat degradation. A number of indicators of success set out to measure the effectiveness of Marine Conservation Area (MCA) in the representation of space (spatial) and time (temporal). Provision of data and information on a number of indicators of success is carried out by means of monitoring. Reef health monitoring and associated ecosystems has been done in the area TWP PIEH Island and Surrounding Sea, Padang Pariaman District, West Sumatera in July 2014, at 10 stations were divided into core zone and utilization zone. The purpose of monitoring is to provide initial data (baseline as the initial value of the measurement of changes in reef health indicators and associated ecosystems, according to space and time. Methods of assessment of coral reef cover is Underwater Photo Transect (UPT) in the area of 2552 cm² area, used photo frame as much as 50 with 30 random points / frames. Fish abundance and biomass assessment is a combination of methods Underwater Visual Cencus (UVC) and estimation of fish length (stick method) in an area of 350 m² includes 6 families of target fish group and 1 familiy of indicator fish group. Megabenthos abundance was measured by using the method of Reef Check Benthos (RCB) in an area of 140 m² to the reef benthos biota associations that have been defined. Extent of seagrass cover and vegetation density measured using transect method squares drawn perpendicular coastline. Assessment of mangrove vegetation cover density and performed using the line transect method and hemispherical photography. Monitoring activities were also equipped with estimating the distribution of shallow marine habitats using remote sensing methods using Landsat - 8 Path / Row, 127 / 061 and verification of field data (ground truth). Distribution of shallow marine habitats are generally reef areas without seagrass and mangrove cover there and dominated by mixture subsrat included sand and coral rubble. Addressing the monitoring results that overall reef health conditions are in **MODERATE CONDITION**, but no visible difference between the core zone and utilization zone which is in the same condition that **MODERATE CONDITION**. Economic potential of target fish group reached 0,12 kg/m², but in a state vulnerable to overfishing. The presence of indicator fish group with fairly high number of species gives an indication of the coral reefs are in a healthy condition. Megabenthos abundance in waters TWP PIEH Island and Surrounding Sea is quite high and diverse, otherwise biota predator coral polyps are found in large enough quantities to warrant concern. There were no distribution of seagrass and mangrove vegetation in the area TWP PIEH Island and Surrounding Sea. Still visible presence of rare and endangered biota, turtles, giant clams, trochus, sharks excepted napoleon fish presence. TPW Pieh Island and Surrounding Sea in a state **LOW to GOOD** of coral health condition with an average of 41.88 %, which it the condition was **MODERATE**, and then became the baseline (T0) for compared with subsequent monitoring.

RINGKASAN EKSEKUTIF

PENDAHULUAN

Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP) adalah program nasional untuk upaya rehabilitasi, konservasi dan pengelolaan ekosistem terumbu karang dan ekosistem terkait secara berkelanjutan. Program COREMAP tersebut dirancang dalam tiga (3) fase seri waktu terdiri dari COREMAP Fase I Inisiasi 1998-2004, COREMAP Fase II Akselerasi 2005-2011 dan COREMAP Fase III Institutional 2014-2018. Dalam perkembangannya, COREMAP Fase III disejajarkan dan diselaraskan dengan program nasional dan regional pengelolaan dan konservasi terumbu karang di wilayah segitiga terumbu karang dunia yang dikenal dengan **Coral Triangle Initiative (CTI)**, sehingga COREMAP Fase III selanjutnya disebut dengan COREMAP-CTI.

Tujuan Program COREMAP-CTI adalah mendorong penguatan kelembagaan yang terdesentralisasi dan terintegrasi untuk pengelolaan sumberdaya terumbu karang, ekosistem terkait dan biodiversitas secara berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat pesisir. Sejumlah indikator dimunculkan untuk mengukur keberhasilan Program COREMAP-CTI, salah satunya adalah terpelihara dan meningkatnya tutupan karang hidup dan biomassa ikan karang serta dukungan ekologis kesehatan ekosistem terkait lainnya di lokasi COREMAP-CTI yaitu kawasan konservasi perairan, baik nasional (KKPN) maupun daerah (KKPD). Pengukuran juga dilakukan pada daerah yang tidak diintervensi oleh program COREMAP-CTI atau dikenal juga dengan lokasi kontrol sebagai pembanding. Untuk mendapatkan data dan informasi yang terukur, akurat dan valid perlu dilakukan penilaian/pengukuran terhadap indikator keberhasilan program dalam seri waktu dan rentang spasial yang terwakili melalui kegiatan monitoring.

Taman Wisata Perairan (TWP) Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya adalah salah satu KKPN, berada di pesisir barat Provinsi Sumatera Barat. Pembentukan awal didasarkan pada Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 070/Kpts-II/2000, Tanggal 18 Maret 2000 yaitu sebagai Taman Wisata Alam Laut (TWAL) Pulau Pieh yaitu tingginya keanekaragaman biota dan lingkungan perairan yang memiliki potensi wisata bahari. Dalam perkembangannya peneglolaan TWAL Pulau Pieh diserahkan kepada Kementerian Kelautan Perikanan sesuai Keputusan Menteri Perikanan Kelautan Nomor Kep. 70/Men/2009 menjadi Taman Wisata Perairan (TWP) Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Saat ini TWP Pulau Pieh dikelola oleh UPT KKPN Pekanbaru dengan satuan kerja pelaksana teknis lapangan yang ditempatkan di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

Kawasan TWP Pieh dan Laut di Sekitarnya memiliki luas 39.900 hektar, terdiri dari 5 pulau kecil tidak berpenghuni, perairan terbuka (pelagis) serta rangkaian gosong karang karang tersebar memanjang utara-selatan, sejajar garis pantai pesisir Sumatera Barat. Wilayah perairan tersebut merupakan lokasi tangkap

perikanan (*fishing ground*) nelayan lokal dibuktikan dengan banyaknya titik rumpun dalam zona pemanfaatan berkelanjutan dan zona lainnya. Hampir semua pulau menjadi titik penyelaman wisata dengan perairan jernih, pantai berpasir putih dan keindahan terumbu karang menjadi daya tariknya. Konservasi diarahkan terhadap upaya perlindungan keanekaragaman biota laut terutama biota langka dan dilindungi seperti semua jenis penyu, kima (*Tridacna*), susur bundar (*Trochus*), beberapa mamalia laut seperti lumba-lumba dan paus, serta jenis ikan antara lain ikan hiu dan napoleon.

Pengukuran efektifitas dan keberhasilan pengelolaan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya terlihat dari terjaga atau meningkatnya indikator keberhasilan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu telah dilakukan monitoring awal (*baseline*) pada Bulan Juli 2014 di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Tujuan monitoring (*baseline*) dalam adalah menyediakan data awal (T0) pengukuran kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya sebagai salah satu indikator keberhasilan pengelolaan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya yang dapat dibandingkan baik secara temporal dan spasial dengan monitoring berikutnya (T1, T2, T3,.... Tn).

METODOLOGI

Pemetaan Habitat Laut Dangkal

Pemetaan dilakukan melalui data citra satelit Landsat 8 dan di uji/cek Pemetaan dilakukan melalui data Citra Satelit Landsat 8 dan diuji kebenarannya berdasarkan pengamatan dilapangan (*ground truth*). Pemetaan habitat laut dangkal dilakukan melalui proses penajaman citra dan klasifikasi multispektral untuk mengurangi pengaruh gangguan kolom air, sehingga objek dasar perairan dangkal dapat terlihat lebih jelas. Teknik penajaman yang digunakan adalah transformasi citra dengan menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Lyzenga (1981). Klasifikasi multispektral dilakukan untuk mengelompokkan piksel citra yang memiliki karakteristik yang hampir sama menjadi beberapa kelompok berdasarkan objek yang di amati, dalam hal ini adalah objek dasar laut dangkal. Teknik klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi multispektral terbimbing dengan algoritma *maximum likelihood*.

Terumbu Karang

Pengukuran tutupan karang hidup dan kategori bentik terumbu lainnya dengan menggunakan metode *Underwater Photo Transect* (UPT) dalam area potret 2552 cm² sebanyak 50 frame foto dengan 30 titik acak/frame. Pengambilan foto dilakukan secara acak tersistematik disepanjang kiri dan kanan transek permanen secara bergantian sebanyak frame 50 foto. Perhitungan didasarkan pada jumlah setiap kategori bentik yang tersebar pada 30 titik acak pada setiap frame foto, pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Coral Point Count for excel* (CPCe). Kekayaan jenis biota karang dilakukan dengan inventarisasi langsung dengan penyelaman SCUBA, eksplorasi dilakukan sepanjang transek permanen dan sampai kedalaman masih ditemukan karang hidup. Untuk kebutuhan identifikasi dilakukan pemotretan langsung setiap jenis karang yang ditemukan dan dikoleksi untuk kebutuhan identifikasi lebih lanjut menggunakan buku referensi Veron (2000) "Coral of the World Volume 1-3", Suharsono (2010) "Jenis Jenis Karang di Indonesia" dan referensi online www.marinespecies.org

Ikan Karang

Metode yang digunakan dalam melakukan pemantauan ikan karang adalah *Underwater Visual Census* (UVC) yang sudah dimodifikasi (Manuputty *et al*, 2006) dan kombinasi pendugaan panjang ikan (*metode stick*). Pemantauan dilakukan pada transek permanen yang sama dengan kegiatan penelitian karang, agar sekaligus mendapatkan data bentik yang menggambarkan habitatnya. Pengamatan dilakukan disepanjang garis transek dimana ikan-ikan yang ada pada jarak 2,5 m di sebelah kiri dan kanan garis transek sepanjang 70 m dicatat jenisnya beserta jumlah individu dan ukuran untuk 6 famili kelompok ikan target dan satu famili ikan indikator. Identifikasi ikan karang mengacu pada banyak buku panduan ikan karang (Allen & Swainston, 1993; Allen & Steene, 1996; Allen, 1999; Allen *et al.*, 2003; Kuitert & Debelius, 1994).

Megabenthos

Pengamatan megabenthos dilakukan menggunakan metode Reef Check Benthos (RCB). Semua biota benthos target yang berasosiasi dengan terumbu dicatat nama jenis dan jumlah individunya dalam luasan 1 meter di sebelah kiri dan kanan transek permanen sepanjang 70 meter, sehingga luas bidang yang teramati adalah 140 m².

Mangrove

Untuk mengetahui struktur dan komposisi vegetasi mangrove di kawasan lokasi monitoring akan dilakukan pencuplikan data dengan menggunakan transek. Penarikan garis transek dilakukan dengan cara membuat garis tegak lurus pantai ke arah darat dengan membuat petakan (Cox, 1969). Sebelum melakukan pencuplikan data dilakukan pengamatan lapangan yang meliputi seluruh kawasan hutan yang bertujuan untuk melihat secara umum keadaan fisiognomi dan komposisi tegakan hutan serta keadaan pasang surutnya. Data vegetasi dari setiap transek dicuplik dengan menggunakan metode kuadrat (Qosting, 1956). Pada setiap petak tersebut semua tegakan diidentifikasi jenisnya, diukur diameternya dan tingginya serta dihitung jumlah individu masing-masing jenis. Pengukuran tutupan vegetasi mangrove dilakukan dengan metode hemispherical photography.

Padang Lamun

Pengamatan lamun dilakukan dengan metode transek kuadrat. Transek permanen sepanjang 50 m diletakkan pada padang lamun dengan persentase penutupan yang relatif homogen. Tiga titik permanen dipasang masing-masing di setiap transek. Selanjutnya, dua belas bingkai kuadrat berukuran 0,25 m² ditempatkan secara acak di sepanjang transek mengarah ke sisi pantai. Parameter yang diukur adalah komposisi jenis, persentase penutupan lamun (total dan perjenis), serta kehadiran biota lainnya seperti algae, moluska, dan biota lainnya, faktor abiotik yang diamati adalah karakteristik substrat.

HASIL

Secara umum, terumbu karang di kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya termasuk tipe terumbu tepi (*fringing reef*), dan gosong karang (*patch reef*). Sebaran pulau-pulau kecil dan rangkaian gosong karang tersebut membentuk formasi dengan pola memanjang arah utara-selatan sejajar garis pantai utama (pantai barat Sumatera) dengan jarak 25-30 km dari garis pantai

terdekat. Formasi tersebut memberikan indikasi keteraturan pola pembentukan geomorfologi pulau-pulau kecil dan terumbu dalam kawasan yang dapat dikaitkan dengan dengan pergerakan lempeng aktif pesisir barat Sumatera dalam rentang umur geologis yang panjang. Pulau-pulau kecil dalam kawasan termasuk kategori pulau-pulau sangat kecil dengan luas berkisar antara 5 – 28 ha, merupakan pulau yang tidak berpenghuni dengan pantai berpasir putih ditutupi vegetasi utama kelapa dan vegetasi khas daerah pesisir dan pulau kecil seperti Ketapang. Lingkungan perairan sangat terbuka dengan gelombang dan arus cukup kuat, terutama pada sisi barat daya pulau.

Berdasarkan peta sebaran habitat laut dangkal yang dihasilkan bahwa perairan laut dangkal TPW Pulau Pieh dan laut di Sekitarnya terdiri dari terumbu karang dan substrat campuran. Daerah terumbu yang ditutupi makroalgae dan padang lamun tidak terlihat, sedangkan daerah pesisir dengan hutan mangrove juga tidak ditemukan. Habitat terumbu karang terdiri dari bagian rata-rata terumbu (*fringing reef*) dan gosong karang (*patch reef*) dengan total luasan mencapai 521 ha, terdiri rata-rata terumbu tanpa ditutupi makroalgae dan padang lamun, komunitas karang hidup pada bagian tubir (*reef edge*) dan puncak terumbu (*reef crest*), bagian lain adalah substrat terbuka terdiri dari daratan pulau, substrat dasar perairan seperti pasir dan karang mati.

Tutupan bentik terumbu karang terdiri dari kelompok karang hidup (*live coral*) ditetapkan sebagai variabel pengukuran kesehatan terumbu dan menjadi indikator keberhasilan intervensi Program COREMAP-CTI. Hasil pengukuran persentase tutupan karang hidup terdiri dari karang Acropora (AC) dan Non Acropora (NA) berkisar antara 13,00 % – 74,20 % dengan rata-rata 41,88 %, sehingga secara umum berada pada kondisi **CUKUP BAIK**. Tutupan rata-rata karang hidup pada zona Inti yaitu 41 % tidak terlalu jauh berbeda dibanding zona pemanfaatan berkelanjutan yaitu 42 %, sehingga kondisi kesehatan terumbu pada kedua zona tersebut berada dalam kondisi **CUKUP BAIK**. Jumlah spesies karang yang ditemukan mencapai 105 spesies, dimana jenis-jenis karang *Pocilloporiid* dan *Acroporiid* sangat umum. Koleksi sampel jaringan karang untuk analisa genetik difokuskan pada spesies *Pocillopora damicornis* sebagai spesies yang paling umum ditemukan dengan total 166 sampel yang dikoleksi dari Stasiun PIEL01, PIEL02, PIEL05, PIEL07, PIEL11, PIEL12, PIEL17 dan PIEL20

Penilaian ikan karang untuk kesehatan terumbu karang COREMAP-CTI dihubungkan dengan perubahan populasi kelompok ikan target dan ikan indikator. Perubahan populasi tersebut dengan menghitung kepadatan dan biomassa kelompok ikan target yang sudah ditetapkan yaitu ikan kakatua (SCARIDAE), ikan kerapu (SERRANIDAE), ikan kakap (LUTJANIDAE), ikan baronang (SIGANIDAE), ikan bibir tebal (HAEMULIDAE) dan ikan lencam (LETHRINIDAE), sedangkan ikan indikator dari kelompok ikan kepe-kepe (CHAETODONTIDAE). Hasil pengamatan ditemukan antara 11 hingga 29 spesies ikan terget dari 11 famili. Kepadatan populasi kelompok ikan target setara dengan 0,07 kg/m² hingga 2,1 kg/m² dengan rata-rata 0,12 kg/m², tergolong rendah dan rentan terhadap intensitas eksploitasi tinggi. Ikan indikator dari Famili Chaetodontidae tercatat sebanyak 21 spesies, dimana jumlah jenis kelompok ikan indikator masih relatif rendah pada setiap stasiun pengamatan

Megabenthos merupakan kelompok biota benthos penghuni habitat terumbu sejati yang diidentifikasi memberikan fungsi ekologis penting dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Total individu megabenthos target yang ditemukan adalah 148 individu, dimana kelompok bulu babi (*Diadema* spp) yaitu 73 individu

(50%) dan siput pemakan polip karang *Drupella* spp yaitu 41 individu (28,082%) mendominasi dibanding lainnya. Mega benthos dalam jumlah sedang terdiri dari bintang mahkota duri *Acanthaster planci* 10 individu (6,84%), teripang dan kima masing-masing sama yaitu 9 individu (6,164%), sedangkan jumlah paling sedikit adalah *Trochus* spp yaitu 4 individu (2,74%). Bulu babi memberikan indikasi kerusakan karang dan dominasi filamantous algae (*turf algae*) sebagai sumber makanannya, sedangkan *Drupella* diidentifikasi sebagai gastropoda pemakan polip karang.

Sebaran ekosistem terkait lainnya mangrove dan padang lamun tidak ditemukan disepanjang pesisir dan perairan dangkal TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Ekosistem mangrove berkembang baik pada daerah pesisir yang terlindung, teluk dan muara sungai dengan substrat dasar perairan lumpur atau berpasir halus, sedangkan ekosistem padang lamun tumbuh dan berkembang di daerah perairan dangkal dengan substrat pasir atau patahan karang mati. Perairan yang sangat terbuka dan dengan substrat dasar perairan keras dan berpasir menjadi faktor pembatas kedua ekosistem tersebut untuk berkembang.

Frekuensi kemunculan spesies yang dilindungi sangat jarang dan bahkan beberapa jenis tidak terlihat di stasiun pengamatan. Kehadiran ikan hiu ujung sirip punggung hitam (*black tip*) terlihat pada stasiun PIEL-16 Pulau Pandan dan PIEL-07 Pulau Bando, sedangkan rombongan mamalia laut dari kelompok lumba-lumba muncul di perairan sekitar Pulau Bando. Penyu laut tidak ditemukan pada setiap stasiun, kemunculan mereka terlihat di Pulau Bando, Pandan dan Toran, informasi dari pengelola kawasan bahwa setiap pulau dalam kawasan adalah lokasi pendaratan penyu untuk bertelur. Spesies yang dilindungi Ikan Napoleon tidak terlihat kehadirannya, dimana sebelumnya spesies ini selalu terlihat di Perairan Pulau Pieh.

KESIMPULAN

Sebaran habitat laut dangkal didominasi oleh habitat terumbu karang dan substrat campuran, sedangkan tutupan makroalgae, padang lamun dan mangrove tidak ditemukan. Kondisi kesehatan terumbu karang Terumbu karang di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya berada pada kondisi **CUKUP BAIK** dengan rerata 41,88%. Tutupan karang hidup yang berada di zona inti relatif tidak berbeda dengan tutupan karang hidup yang berada di zona pemanfaatan dengan persentase tutupan berkisar antara 41-42%. Kehadiran 70 spesies ikan target dan 20 spesies ikan indikator menunjukkan kondisi terumbu karang cukup sehat. Dominasi kehadiran ikan target dari kelompok ikan butana, kakatua dan beronang memberikan indikasi jaminan reliansi kondisi terumbu karang. Potensi ekonomis ikan target menunjukan ketersediaan yang cukup, namun tergolong rentan terhadap tangkap berlebihan (*over fishing*). Kehadiran ikan indikator Chaetodontidae mencapai separuh dari jumlah spesies yang ada, sehingga memberikan indikasi terumbu karang yang sehat. Megabenthos di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya dalam kondisi cukup beragam, sebaliknya biota pemangsa polip karang ditemukan dalam jumlah yang cukup besar sehingga patut diwaspadai. Beberapa biota ekonomis penting masih dapat ditemukan walau dalam jumlah tidak terlalu banyak. Masih terlihat kehadiran biota langka dan dilindungi, penyu, kima, lola, ikan hiu kecuali kehadiran ikan napoleon. Sebaran vegetasi padang lamun dan mangrove tidak ditemukan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
RINGKASAN EKSEKUTIF	iii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	2
Rumusan permasalahan	2
Tujuan dan Sasaran Monitoring	3
BAB II. METODOLOGI	
Pelaksanaan dan Lokasi Penelitian	5
Waktu Penelitian	5
Teknik Pengambilan Dan Analisa Data	5
Terumbu Karang	5
Ikan Karang	6
Mega benthos	7
Mangrove	8
Lamun (Seagrass)	8
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	
Sebaran Habitat Laut Dangkal	10
Kondisi Terumbu Karang	11
Deskripsi dan Kondisi Terumbu Karang Stasiun Monitoring	13
Kondisi Terumbu Karang (Secara Temporal)	19
Kondisi Terumbu Karang (Secara Spasial)	19
Kecenderungan Perubahan Kondisi Terumbu Karang	19
Kekayaan Jenis Karang Batu	20
Kondisi Populasi Ikan Karang	20
Keragaman dan Komposisi Jenis Ikan Target	20
Sediaan dan Kepadatan Ikan Target	20
Keragaman Ikan Indikator	21
Mega Benthos	26
Komposisi jenis dan kepadatan megabenthos	27
Kondisi Ekosistem Terkait Lainnya	30
Kehadiran Biota Langka dan dilindungi	30
BAB III. KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	33
Saran.	33
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta lokasi dan stasiun monitoring (baseline) TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	4
Gambar 2.	Peta sebaran habitat laut dangkal TPW Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	10
Gambar 3.	Peta sebaran tutupan karang hidup pada setiap stasiun monitoring di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	11
Gambar 4.	Persentase tutupan biota dan substrat di masing-masing stasiun pengamatan	12
Gambar 5.	Tutupan karang hidup berdasarkan zona konservasi.	12
Gambar 6.	Stasiun PIEL-01 pada sisi timur Pulau Air, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	13
Gambar 7.	Stasiun PIEL-02, sisi selatan Pulau Air, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	14
Gambar 8.	Stasiun PIEL-05, sisi selatan Pulau Bando, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	14
Gambar 9.	Stasiun PIEL-07, sisi timur Pulau Bando, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	15
Gambar 10.	Stasiun PIEL-11, sisi timur Pulau Pieh, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	16
Gambar 11.	Stasiun PIEL-12, sisi selatan Pulau Pieh, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	16
Gambar 12.	Stasiun PIEL-14, Pulau Pandan, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	17
Gambar 13.	Stasiun PIEL-16, Pulau Pandan, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	17
Gambar 14.	Stasiun PIEL-17, sisi utara Pulau Toran, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	18
Gambar 15.	Stasiun PIEL-20, sisi timur Pulau Toran, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	19
Gambar 16.	Komposisi 10 besar ikan karang target menurut suku dan intensitas penemuannya	21
Gambar 17.	Diagram perbandingan jumlah individu dari masing-masing spesies megabenthos target di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	28
Gambar 18.	Diagram prosentase kehadiran masing-masing spesies megabenthos padamasing-masing stasiun di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kode masing-masing biota dan substrat.	5
Tabel 2.	Pengelompokkan kondisi terumbu karang berdasarkan nilai persentase tutupan karang hidup.	5
Tabel 3.	Megabenthos target yang menjadi objek monitoring	8
Tabel 4.	Tipe dan luasan habitat perairan dangkal TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	11
Tabel 5.	Komposisi jenis ikan karang kelompok target dari 7 suku menurut urutan dominasinya yang ditemukan pada lokasi penelitian	21
Tabel 6.	Variasi jumlah jenis ikan target dan dominasinya menurut suku dan letak stasiun	22
Tabel 7.	Jenis-jenis ikan target yang potensial menurut urutan biomasnya	23
Tabel 8.	Sediaan dan potensi ikan target menurut lokasi transek dan suku	26
Tabel 9.	Pola kehadiran spesies megabentos pada setiap stasiun di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya	27

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Posisi koordinat masing-masing stasiun penelitian.
- Lampiran 2.** Daftar spesies karang pembentuk terumbu di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Provinsi Sumatera Barat
- Lampiran 3.** Jumlah dan Kemunculan Ikan Target di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Provinsi Sumatera Barat



PENDAHULUAN



LATAR BELAKANG

Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP) adalah program nasional untuk upaya rehabilitasi, konservasi dan pengelolaan ekosistem terumbu karang dan ekosistem terkait secara berkelanjutan. Program COREMAP tersebut dirancang dalam tiga (3) fase seri waktu terdiri dari COREMAP Fase I Inisiasi 1998-2004, COREMAP Fase II Akselerasi 2005-2011 dan COREMAP Fase III *Institutional Strengthening* 2014-2018/2019. Dalam perkembangannya, COREMAP Fase III disejajarkan dan diselaraskan dengan program nasional dan regional pengelolaan dan konservasi terumbu karang di wilayah segitiga terumbu karang dunia yang dikenal dengan Coral Triangle Initiative (CTI), sehingga COREMAP Fase III selanjutnya disebut dengan COREMAP-CTI. Tujuan pengembangan Program COREMAP-CTI adalah mendorong penguatan kelembagaan yang terdesentralisasi dan terintegrasi untuk pengelolaan sumberdaya terumbu karang, ekosistem terkait dan biodiversitas secara berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat pesisir.

Hasil (outcome) kunci yang menjadi capaian kinerja COREMAP-CTI adalah peningkatan kesehatan ekosistem pesisir dan perlindungan keanekaragaman jenis dan penguatan efektifitas pengelolaan kawasan konservasi perairan melalui pendekatan ekosistem. Keberlanjutan pengembangan mata pencaharian masyarakat pesisir melalui pendekatan ekonomi kreatif (*Community Enterprise Development*) dan mata pencaharian alternatif menjadi outcome lain COREMAP-CTI untuk pengembangan sosial ekonomi masyarakat. Sejumlah indikator dimunculkan untuk mengukur keberhasilan Program COREMAP-CTI, salah satunya adalah terpelihara dan meningkatnya tutupan karang hidup dan biomassa ikan karang serta dukungan ekologis kesehatan ekosistem terkait lainnya di lokasi COREMAP-CTI dan kawasan konservasi perairan, baik nasional (KKPN) maupun daerah (KKPD) yang berdampak terhadap peningkatan sosial kesejahteraan masyarakat. Pengukuran juga dilakukan pada daerah yang tidak diintervensi oleh program COREMAP-CTI atau dikenal juga dengan lokasi kontrol sebagai pembanding. Untuk mendapat data dan informasi yang terukur, akurat dan valid perlu dilakukan penilaian/pengukuran terhadap indikator keberhasilan program dalam seri waktu dan rentang spasial yang terwakilkan melalui kegiatan monitoring.

RUMUSAN PERMASALAHAN

Kawasan Taman Wisata Perairan (TWP) Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya merupakan salah satu KKPN, berada di pesisir barat Provinsi Sumatera Barat dengan target konservasi adalah keanekaragaman biota dan lingkungan perairan untuk wisata bahari. Kawasan TWP tersebut ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Perikanan Kelautan Nomor Kep. 70/Men/2009 memiliki luas 39.900 hektar terdiri dari 5 pulau kecil tidak berpenghuni dan rangkaian gosong karang karang tersebar memanjang utara-selatan, sejajar garis pantai pesisir Sumatera Barat. Kawasan perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya juga menjadi kawasan tangkap (*fishing ground*) nelayan lokal dibuktikan banyak titik rumpon dalam zona pemanfaatan berkelanjutan dan zona lainnya. Hampir semua pulau menjadi titik penyelaman wisata dengan perairan jernih, pantai berpasir putih dan keindahan terumbu karang menjadi daya tariknya. Efektifitas dan keberhasilan pengelolaan perlu diukur dalam rentang waktu waktu kelola yang telah ditetapkan. Oleh karena itu sejumlah indikator keberhasilan yang telah ditetapkan harus dimonitoring salah satunya adalah kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya yang ada dalam kawasan.

TUJUAN DAN SASARAN MONITORING

Mengingat betapa pentingnya terumbu karang yang ada di kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut disekitarnya, maka dilakukan pengamatan terumbu karang di lokasi ini sebagai data dasar kondisi terumbu karang untuk kegiatan *Coral Reef Rehabilitation and Management Program-Coral Triangle Initiative* (COREMAP-CTI). Pengamatan berulang di lokasi yang sama diharapkan dapat dilakukan di tahun-tahun berikutnya, sehingga dapat dilihat kecenderungan perubahan kondisi terumbu karang di wilayah ini. TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya merupakan penambahan lokasi baru, sehingga diperlukan baseline study untuk kegiatan monitoring. Tujuan baseline dalam kegiatan monitoring adalah untuk menyediakan data awal kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya sebagai ukuran awal untuk melihat perubahan indikator yang digunakan dalam penilaian keberhasilan pengelolaan di kawasan konservasi perairan dan Program COREMAP-CTI. Sasaran monitoring (baseline) adalah mengetahui kondisi kesehatan karang meliputi persentase tutupan terumbu karang, kelimpahan dan biomassa ikan (ikan target dan ikan indikator), dan kelimpahan megabenthos. Sasaran lain yang hendak dicapai adalah mengetahui tutupan padang lamun dan kerapatan vegetasi mangrove serta sebaran habitat laut dangkal.

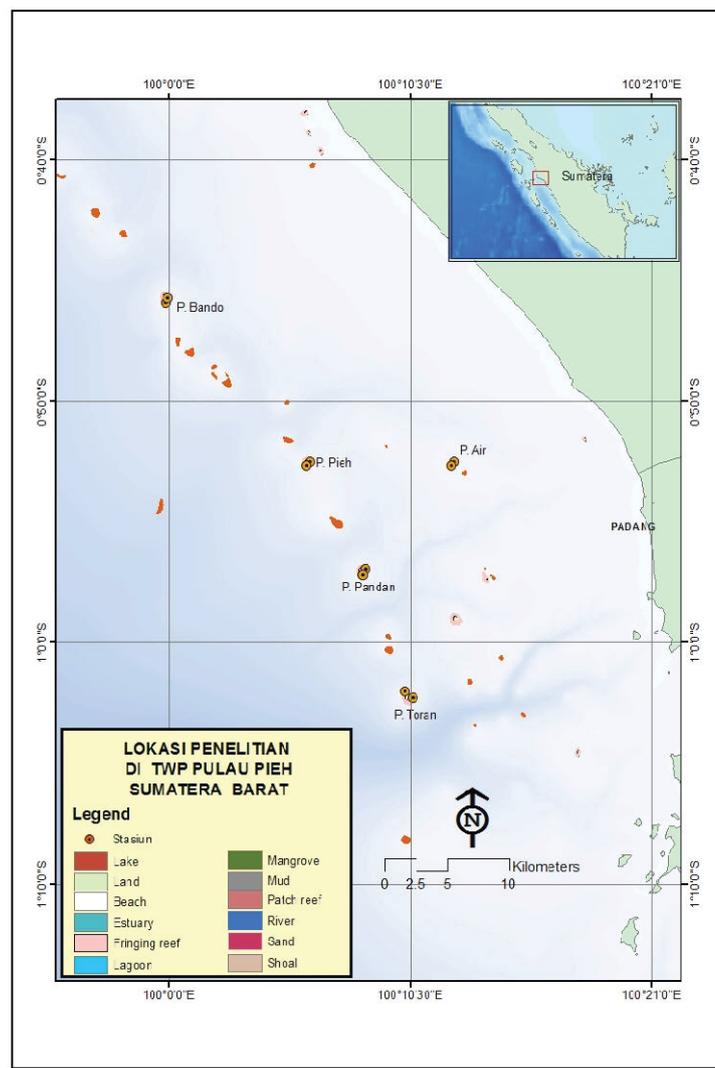
2

METODOLOGI



PELAKSANAAN DAN LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada 10 stasiun monitoring yang berada di kawasan Taman Wisata Perairan (TWP) Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, meliputi perairan Pulau Bando, Pulau Pieh, Pulau Air, Pulau Toran dan Pulau Pandan (Gambar 1). Lokasi dan posisi koordinat masing-masing stasiun ditampilkan pada Lampiran



Gambar 1. Peta lokasi dan stasiun monitoring (baseline) TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Stasiun penelitian disesuaikan dengan stasiun monitoring yang sudah dilakukan oleh UPT Loka KKPN Pekanbaru, mewakili satu kedalaman dan tersebar pada zona inti dan zona pemanfaatan.

WAKTU PENELITIAN

Monitoring (*baseline*) dilakukan pada tanggal 20-26 Juli 2014 bertepatan dengan musim timur. Periode tersebut ditandai dengan musim panas dan curah hujan rendah, namun cuaca lokal menunjukkan berawan, angin dan beberapa kali turun hujan terutama menjelang sore hari.

TEKNIK PENGAMBILAN DAN ANALISA DATA

Terumbu Karang

Bentuk terumbu karang didefinisikan sebagai bentuk substrat dasar perairan baik biotik maupun abiotik. Karang hidup digunakan sebagai indikator kesehatan karang dan ukuran keberhasilan perlindungan di kawasan konservasi perairan termasuk salah satu kategori bentuk terumbu yang akan dinilai. Pengambilan data bentuk terumbu dimulai dengan pengamatan visual gambaran umum kondisi fisik perairan dan pesisir disekitar stasiun secara bebas. Pengamatan meliputi kondisi fisik pantai hingga ke bagian terumbu tempat dilakukannya transek di masing-masing stasiun penelitian. Selain itu dilakukan pengambilan data menggunakan metode UPT (*Underwater Photo Transect*) (Giyanto *et al.*, 2010; Giyanto, 2012a; Giyanto, 2012b) untuk mengetahui kondisi terumbu karang di masing-masing stasiun penelitian.

Teknik pengambilan data menggunakan metode UPT di lapangan dilakukan dengan penyelaman SCUBA langsung dan kamera bawah air Canon Powershot G12. Pemasangan transek dilakukan pada masing-masing stasiun penelitian, pita meteran (*roll meter*) sepanjang 50 meter sebagai garis transek diletakkan sejajar garis pantai pada kedalaman dimana karang umum dijumpai, yaitu pada kedalaman sekitar 5-7 meter. Saat melakukan peletakan pita meteran, posisi daratan pulau berada di bagian kiri. Selanjutnya dilakukan pemotretan sepanjang garis transek mulai meter ke-1 hingga meter ke-50 dengan jarak antar pemotretan sepanjang 1 meter. Pemotretan pada meter ke-1 (frame 1), meter ke-3 (frame 3) dan frame-frame berikutnya dengan nomer ganjil dilakukan disebelah kanan garis transek, sedangkan untuk frame-frame dengan nomer genap (frame 2, frame 4, dan seterusnya) dilakukan di sebelah kiri garis transek. Untuk setiap pemotretan dilakukan pada jarak sekitar 60 cm dari dasar substrat sehingga luas bidang setiap frame pemotretan sekitar 2500 m². Ilustrasi pengambilan foto ditampilkan pada Gambar 2.

Analisis foto berdasarkan foto hasil pemotretan dilakukan menggunakan komputer dan piranti lunak (software) CPCe (Kohler & Gill 2006). Sebanyak 30 sampel titik acak dipilih untuk setiap frame foto, dan untuk setiap titiknya diberi kode sesuai dengan kode masing-masing kategori dan biota dan substrat yang berada pada titik acak tersebut (Tabel 2). Selanjutnya dihitung persentase tutupan masing-masing kategori biota dan substrat untuk setiap frame foto menggunakan rumus:

Berdasarkan nilai persentase tutupan karang hidup dapat ditentukan kondisi terumbu karang seperti pengelompokan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Puslit Oseanografi-LIPI) disajikan pada Tabel 2 berikut ini

$$\text{Persentase tutupan kategori} = \frac{\text{jumlah titik kategori tersebut}}{\text{banyaknya titik acak}} \times 100$$

Tabel 1. Kode masing-masing biota dan substrat.

Kode	Keterangan
LC	<i>Live Coral</i> = Karang batu hidup = karang hidup = AC+NA
- AC	<i>Acropora</i> = karang batu marga Acropora
- NA	<i>Non Acropora</i> = karang batu selain marga Acropora
DC	<i>Dead Coral</i> = karang mati
DCA	<i>Dead Coral with Algae</i> = karang mati yang telah ditumbuhi alga
SC	<i>Soft Coral</i> = karang lunak
SP	<i>Sponge</i> = spon
FS	<i>Fleshy Seaweed</i> = alga
OT	<i>Other Fauna</i> = fauna lain
R	<i>Rubble</i> = pecahan karang
S	<i>Sand</i> = pasir
SI	<i>Silt</i> = lumpur
RK	<i>Rock</i> = batuan

Tabel 2. Pengelompokan kondisi terumbu karang berdasarkan nilai persentase tutupan karang hidup.

Tutupan Karang Hidup (%)	Kriteria Penilaian
75 – 100	<i>Sangat baik</i>
50 – 74,9	<i>Baik</i>
25 – 49,9	<i>Cukup Baik</i>
0 – 24,9	<i>Kurang Baik</i>

Ikan Karang

Metode sensus visual bawah air (UVC) digunakan untuk pengumpulan data jenis ikan dan jumlah individu ikan (English, 1994). Unit analisis mencakup kelompok ikan indikator dan ikan target, baik yang ekonomis tinggi maupun yang bukan ekonomis tinggi. Pencatatan ikan ikan target dibatasi hanya pada 6 famili yaitu Serranidae, Lutjanidae, Scaridae, Siganidae, Haemulidae, Lethrinidae, Acanthuridae, sedangkan famili lain yang dianggap sebagai ikan target pada kondisi lokal tertentu akan menjadi catatan. Kelompok ikan terancam punah jika ada seperti Labridae (ikan Napoleon) dan Carcharhinidae (Hiu) juga dilakukan pencatatan kehadiran dan jumlahnya. Pendekatan yang digunakan dalam menaksir panjang ikan dalam air adalah metode "sticks", yaitu mencoba untuk menaksir panjang total ikan dari mulai ujung mulut ikan sampai ujung sirip ekor dan jumlah ikan yang tersensus dikelompokkan ke dalam panjang 5, 10, 15, 20 cm dan seterusnya dengan kelipatan 5 (Wilson & Green, 2009). Buku identifikasi ikan karang Masuda *et al.* (1984), Allen *et al.*, (2009) dan Allen & Erdman (2012).

Sebelum melakukan penyelaman, lengkapi informasi pada data sheet pengamatan ikan karang: no transek, lokasi, tanggal, waktu, kolektor, koordinat, kedalaman, pasut (pasang, surut), cuaca (cerah, mendung, hujan) dan diskripsi lokasi. Lakukan penyelaman untuk membentangi pita rol meter di permukaan terumbu karang dengan pola bentangan yang sejajar dengan garis pantai, dimana posisi pulau berada di sebelah kiri pita meteran terhitung dari titik nol meter. Pita rol meter yang dibentangi sepanjang 70 m sebagai transek pada

kedalaman antara 5-7 m atau menyesuaikan dengan disain lokasi transek yang ditetapkan dalam tujuan penelitian dan harus pada kedalaman yang konstan. Setelah garis transek terpasang, penyelaman sensus perlu menunggu sekitar 5-15 menit agar ikan yang menghindari kembali ke tempatnya semula. Catat jumlah jenis dan kelimpahan ikan karang (ikan indikator dan ikan target) yang dijumpai sepanjang garis transek 70 m dengan batas kanan dan kiri masing-masing berjarak 2,5 m sehingga mencakup luasan 350 m² (Gambar 1). Catat estimasi panjang total ikan target berikut jumlah individu ikan dalam rentang panjang dimaksud. Untuk ikan indikator ukuran tidak diperlukan tetapi hanya jumlah individunya saja yang dicatat menurut jenisnya masing-masing. Lakukan pengambilan foto dan video ikan bawah air untuk ikan yang sulit diidentifikasi secara langsung untuk diidentifikasi menggunakan buku literatur.

Data didokumentasikan dalam program excel sebagai data base. Selanjutnya dari data ini dilakukan pengolahan dan analisa data yang meliputi:

1. Keanekaragaman jenis adalah total dari spesies ikan karang yang diamati selama monitoring di suatu lokasi ekosistem terumbu karang.
2. *Densitas (D)* adalah jumlah individu seluruh spesies ikan karang per luas area pengamatan.

$$D = \frac{\sum \text{individu (ikan indikator, ikan target : setiap famili)}}{350} = X \text{ individu/m}^2$$

3. Hubungan panjang-berat
Hubungan panjang berat adalah berat individu ikan target (W) sama dengan indeks spesifik spesies (a) dikalikan dengan estimasi panjang total dipangkat indeks spesifik spesies (b). Indeks spesifik spesies (a,b) dan panjang ikan disubstitusikan ke rumus panjang berat $W = a \times L^b$ untuk mendapatkan data berat ikan (gram/kg). Nilai "a" dan "b" dapat dicari di situs web "fishbase" untuk setiap jenis ikan target Froese & Pauly (2014).
4. Sediaan ikan per luasan sensus satuan biomassa (B) adalah berat individu ikan target (W) per luas area pengamatan.

$$B = \frac{W \text{ (total setiap famili)}}{350 \text{ m}^2}$$

Data jumlah jenis dan kelimpahan individu ikan karang yang diambil secara periodik dibandingkan dengan data awal (baseline data) dan juga tahun-tahun sebelumnya.

Megabenthos

Pengamatan megabenthos target dilakukan dengan metode belt transek (Loya, 1978) yang dikombinasikan dengan metode *Reef Check Benthos* (RCB) pada sepuluh stasiun dengan bantuan peralatan selam SCUBA (Brower & Zar, 1997). Transek disesuaikan dengan transek untuk pengamatan karang dan ikan pada sebuah transek permanen. Metode ini dilakukan dengan cara menarik garis sejajar garis pantai pada kedalaman 5 – 7 meter dengan panjang transek 70 meter dan lebar pengamatan satu meter ke arah kiri dan satu meter ke arah kanan garis transek (luas area 140 m²). Semua jenis megabenthos target dalam transek dicatat jumlah jenis dan jumlah individunya. Megabenthos target merupakan biota yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan memiliki peran penting

terhadap kesehatan karang yang terdiri dari tujuh kelompok biota seperti yang disajikan pada Tabel 1. Identifikasi merujuk pada Abbott & Dance (1990), Matsuura *et al.* (2000), Clark & Rowe (1971), Neira & Cantera (2005) dan Colin & Arneson (1995).

Mangrove

Untuk mengetahui struktur dan komposisi mangrove di kawasan lokasi

Tabel 3. Megabenthos target yang menjadi objek monitoring

No.	Nama Indonesia	Nama Spesies	Group
1.	Bintang bulu seribu	<i>Acanthaster planci</i>	Echinodermata
2.	Bulu babi	Echinoids	Echinodermata
3.	Teripang	Holothurians	Echinodermata
4.	Kima	<i>Tridacna</i> spp.	Mollusca
5.	Keong pemakan karang	<i>Drupella</i> spp.	Mollusca
6.	Lola	<i>Trochus</i> spp.	Mollusca
7.	Lobster	<i>Panulirus</i> spp.	Crustacea

penelitian akan dilakukan pencuplikan data dengan menggunakan transek. Transek dilakukan dengan cara membuat garis tegak lurus pantai kearah darat dengan membuat petak-petak (Cox, 1969). Sebelum melakukan pencuplikan data dilakukan pengamatan lapangan yang meliputi seluruh kawasan hutan yang bertujuan untuk melihat secara umum keadaan fisiognomi dan komposisi tegakan hutan serta keadaan pasang surutnya. Data vegetasi dari setiap transek dicuplik dengan menggunakan metode kuadrat (Qosting, 1956). Pada setiap petak tersebut semua tegakan diidentifikasi jenisnya, diukur diameternya dan tingginya serta dihitung jumlah individu masing-masing jenis.

Padang Lamun (Seagrass)

Pengamatan lamun dilakukan dengan metode transek kuadrat. Transek permanen sepanjang 50 m diletakkan pada padang lamun dengan persentase penutupan yang relatif homogen. Tiga titik permanen dipasang masing-masing di setiap transek. Selanjutnya, dua belas bingkai kuadrat berukuran 0,25m² ditempatkan secara acak di sepanjang transek mengarah ke sisi pantai. Parameter yang diukur adalah komposisi jenis, persentase penutupan lamun (total dan perjenis), serta kehadiran biota lainnya seperti algae, moluska, dan biota lainnya. Sementara itu, faktor abiotik yang diamati adalah karakteristik substrat.

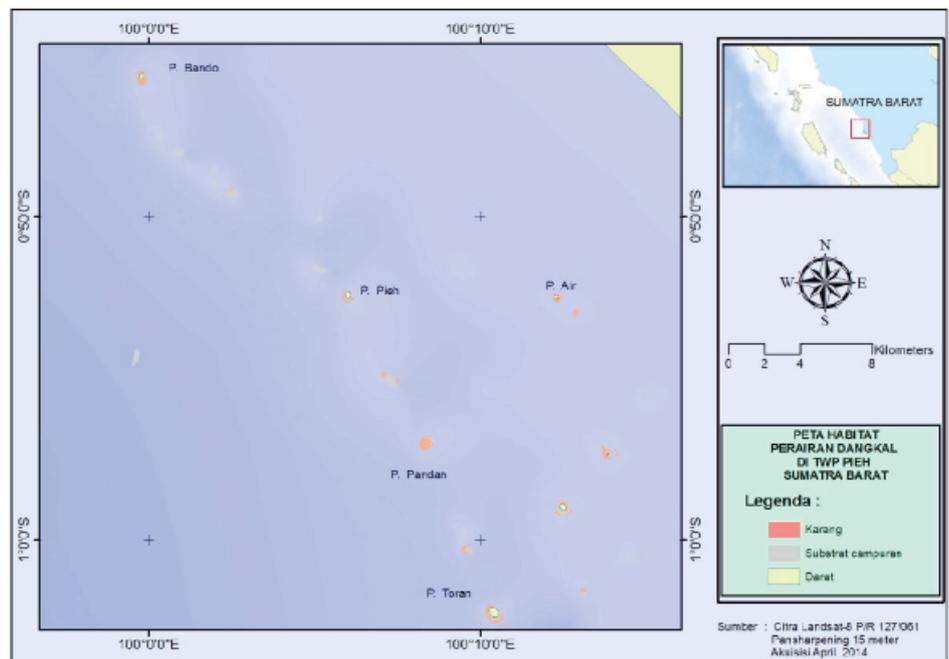


HASIL & PEMBAHASAN



Sebaran Habitat Laut Dangkal

Metoda yang digunakan dalam monitoring ini adalah penginderaan jauh menggunakan Citra Landsat-8 Path/Row, 127 / 061 dengan persentase tutupan awan 3,5 % perekaman tanggal 9 April 2014. Persentase tutupan awan yang kecil ini memungkinkan objek pulau dan habitat dangkal yang terpetakan di kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya tercover dengan baik. Analisis yang digunakan adalah *Objek Base Image Analisis* (OBIA). Untuk memetakan habitat perairan dangkal band-band yang digunakan adalah komposit 432 sedangkan habitat mangrove menggunakan komposit 567 namun dalam analisis ini tidak digunakan band 567 karena tidak terdapat hutan mangrove di kawasan ini.



Gambar 2.
Peta sebaran habitat laut dangkal TPW Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Akurasi dan verifikasi untuk klasifikasi habitat dilakukan terhadap data citra sebagai data primer tanpa (*ground truth*) di lapangan sebagai data pendukung. Walaupun demikian Verifikasi data dukung lapangan dilakukan pada titik-titik stasiun monitoring masih memungkinkan mengingat wilayah monitoring tidak begitu luas. Hasil klasifikasi diperoleh sebaran tipe dan luas habitat laut

dangkal di kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya seperti disajikan dalam tabel berikut ini.

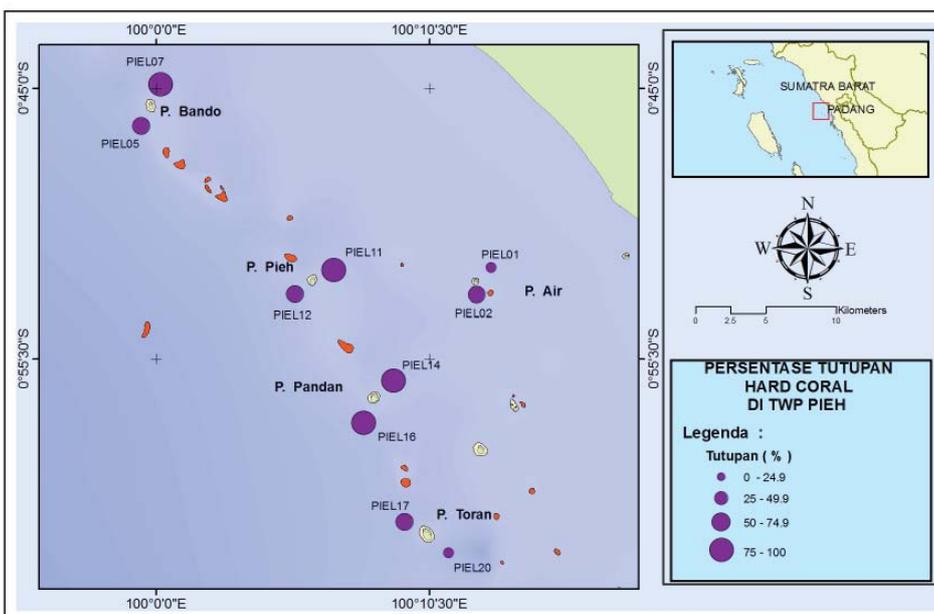
Tabel 4. Tipe dan luasan habitat perairan dangkal TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Habitat	Luas (Ha)
Fringing Reef	213,98
Patch Reef	212,11
Tipe Habitat	Luas (ha)
Terumbu Karang	157,02
Substrat Campuran	269,07

Berdasarkan peta sebaran habitat laut dangkal yang dihasilkan (Gambar 2), bahwa perairan laut dangkal TPW Pulau Pieh dan laut di Sekitarnya terdiri dari terumbu karang dan substrat campura. Daerah terumbu yang ditutupi makroalgae dan padang lamun tidak terlihat, sedangkan daerah pesisir dengan hutan mangrove juga tidak ditemukan. Habitat terumbu karang terdiri dari bagian rataaan terumbu (*fringing reef*) dan gososng karang (*patch reef*) dengan total luasan mencapai 521 ha, terdiri rataan terumbu tanpa ditutupi makroalgae dan padang lamun, komunitas karang hidup pada bagian tubir (*reef edge*) dan puncak terumbu (*reef crest*), bagian lain adalah substrat terbuka terdiri dari daratan pulau, substrat dasar perairan seperti pasir dan karang mati.

Kondisi Terumbu Karang

Hasil penilaian kondisi kesehatan terumbu karang dari sepuluh stasiun pengamatan yang dilakukan di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, diperoleh nilai rerata tutupan karang hidup sebesar 41,88%, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **CUKUP BAIK**. Di antara lima pulau yang berada di dalam kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Pulau Pieh dan Pulau Pandan merupakan lokasi yang memiliki tutupan karang yang tertinggi dengan nilai tutupan mencapai 74,2%, sedangkan Pulau Air memiliki tutupan karang paling terendah, yaitu hanya sekitar 13% (Gambar 15).

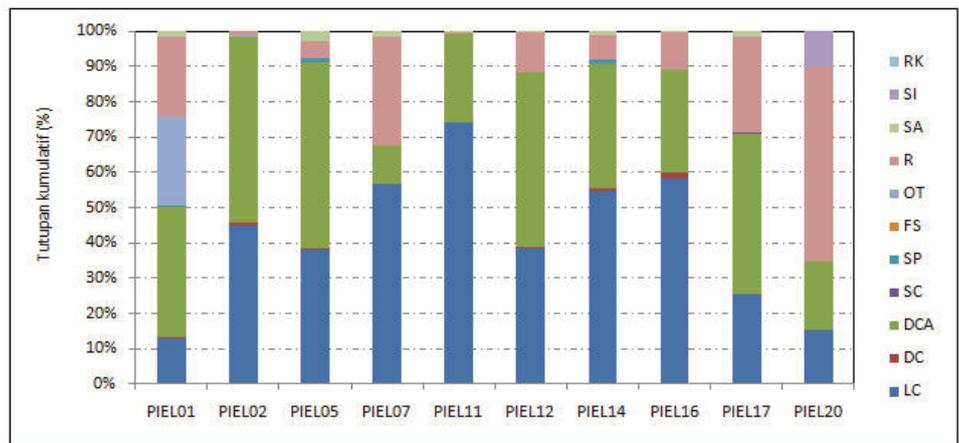


Gambar 3.

Peta sebaran tutupan karang hidup pada setiap satasiun monitoring di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

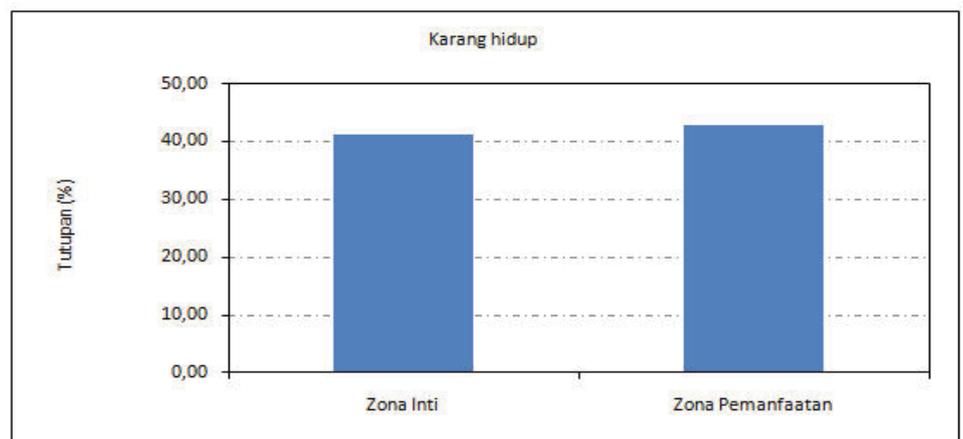
Persentase tutupan biota dan substrat di masing-masing stasiun pengamatan ditampilkan pada Gambar 4, sedangkan persentase tutupan Karang hidup (yang merupakan penjumlahan dari kategori Acropora dan Non-Acropora) ditampilkan pada Gambar 3. Pada umumnya, stasiun pengamatan dengan tutupan karang hidup yang rendah memiliki total tutupan karang mati dan pecahan karang yang tinggi (Gambar 4). Stasiun pengamatan dengan tutupan pecahan karang yang tinggi terutama terlihat pada stasiun PIEL20, stasiun PIEL07 dan stasiun PIEL17. Lokasinya yang berada di Samudera Hindia yang energi gelombang dan arus yang kuat menjadi salah satu penyebab, terutama pada karang yang memiliki bentuk pertumbuhan bercabang. Saat pengamatan dilakukan di sepanjang garis transek pada stasiun PIEL07 dan stasiun PIEL17 tidak dijumpai karang hidup dari genus Acropora yang umumnya memiliki bentuk bercabang (Gambar 4). Hal ini mungkin disebabkan karang dari genus *Acropora* tersebut telah hancur dan berubah menjadi pecahan karang.

Gambar 4. Persentase tutupan biota dan substrat di masing-masing stasiun pengamatan.



Stasiun PIEL11 merupakan stasiun dengan tutupan karang hidup yang tertinggi (74,20%) diikuti oleh 3 stasiun lainnya dengan tutupan karang hidup yang lebih dari 50% (Gambar 4). Meskipun tutupan karang yang berada di stasiun PIEL11 tinggi, tetapi tidak demikian halnya dengan di stasiun PIEL12 yang juga berada di Pulau Pieh seperti halnya stasiun PIEL11. Tutupan karang di stasiun PIEL12 hanya sebesar 38,47%. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh letak stasiun PIEL12 yang lebih terbuka dibandingkan dengan letak stasiun PIEL11 yang berada disisi timur pulau yang membelakangi laut terbuka Samudera Hindia yang memiliki ombak yang kuat.

Gambar 5.. Tutupan karang hidup berdasarkan zona konservasi.



Dalam pengelolaan TWP Pulau Pie dan laut di sekitarnya, terdapat pembagian zona yaitu zona inti dan zona pemanfaatan. Zona inti diperuntukan bagi perlindungan mutlak habitat dan populasi ikan, penelitian, dan pendidikan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di sepuluh stasiun di TWP Pulau Pie dan laut di sekitarnya, tutupan karang hidup yang berada di Zona Inti relatif tidak berbeda dengan tutupan karang hidup yang berada di Zona Pemanfaatan dengan nilai tutupan sekitar 41-42% (Gambar 5).

Deskripsi dan Kondisi Terumbu Karang Stasiun Monitoring

Stasiun PIEL-01 (Pulau Air)

Stasiun monitoring PIEL-01 terletak di Pulau Air bagian sisi timur, dan berada dalam zona pemanfaatan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Pantai berpasir putih dan bagian daratannya ditumbuhi oleh vegetasi alami. Pulau kecil tidak berpenghuni, daerah tangkapan nelayan lokal dan juga sering digunakan sebagai tempat berlindung saat cuaca buruk. Lingkungan perairan terbuka, namun ombak dan arus relatif tenang, cukup jernih dengan jarak pandang 20 meter.



Gambar 6.

Stasiun PIEL-01 pada sisi timur Pulau Air, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Rataan terumbu tidak begitu luas, sekitar 150 meter dari pantai arah ke tubir, pada kedalaman 1-2 meter, yang terdiri dari substrat dasar keras, patahan karang dan dasar berpasir. Tubir karang berada di kedalaman 5 meter karang didominasi oleh patahan karang mati (*rubble*) karang yang ditutupi koloni *Tunicata*, dan beberapa karang hidup dari genus *Montipora* berbentuk *encrusting* dan *Pocillopora*. Lereng (*reef slope*) terumbu curam dengan kemiringan 80-90° sampai kedalaman 20 meter. Hasil monitoring didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup adalah 13%, terdiri dari *Acropora* 0,8% dan Non *Acropora* 12,2%, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **KURANG BAIK** dan menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-02 (Pulau Pair)

Stasiun monitoring PIEL-02 berada di bagian selatan-barat Pulau Air, dan termasuk dalam zona inti. Pantai berpasir putih dengan vegetasi pantai alami di bagian daratnya. Pulau kecil tidak berpenghuni, perairan yang dilarang untuk berbagai aktivitas (Gambar 7). Lingkungan perairan terbuka, saat pengamatan dilakukan, perairan relatif tenang dengan arus dan ombak tidak terlalu kuat, cukup jernih dengan jarak pandang lebih dari 17 meter

Gambar 7.
Stasiun PIEL-02, sisi selatan Pulau Air, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya



Tipe terumbu tepi, dengan rataannya tidak begitu luas yaitu sekitar 200 meter dari pantai ke arah tubir pada kedalaman 1-2 meter. Dasar perairan rata terumbu berupa substrat keras, didominasi karang dari genus *Pocillopora* dan *Montipora encrusting* yang semakin ke arah tubir pertumbuhannya semakin padat. Pemasangan transek dilakukan pada kedalaman sekitar 5 m dekat tubir dengan sudut kemiringan sekitar 60 derajat. Lereng terumbu cukup curam dengan sudut kemiringan 80-90 derajat. Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 44,93 %, terdiri dari Acropora (AC) 3,27 % dan Non Acropora (NA) 41,67 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **CUKUP BAIK** dan menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-05 (Pulau Bando)

Stasiun monitoring PIEL-05 berada di bagian selatan-barat Pulau Bando dan merupakan zona inti dari TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Pantainya berpasir putih dengan vegetasi alami yang ditumbuhi pepohonan liar dan pohon kelapa (Gambar 8). Pulau kecil tidak berpenghuni, wilayah perairan terlarang untuk berbagai aktivitas, namun terdapat rumah singgah bagi nelayan. Perairan relatif terbuka dengan arus dan gelombang cukup kuat, jernih dengan jarak pandang sekitar 20 meter lebih.

Gambar 8.
Stasiun PIEL-05, sisi selatan Pulau Bando, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya



Tipe terumbu termasuk terumbu karang tepi (*fringing reef*) dengan rataannya terumbu tidak begitu luas yaitu, sekitar 300 meter dari garis pantai sampai ke tubir karang. Dasar perairan rataannya terumbu terdiri substrat keras dan didominasi oleh tutupan karang Acropora dengan pertumbuhan *tabulate* dan *digitata*. Perairan ini merupakan daerah yang mendapatkan energi gelombang yang kuat sehingga pertumbuhan karang batu pada umumnya berbentuk *encrusting*, dan jarang dijumpai karang dengan koloni yang besar. Karang batu yang dominan adalah dari genus *Pocillopora*, *Acropora*, dan *Porites*. Pada bagian dasar perairan terlihat ada saluran-saluran (*channel*) gerusan ombak/ arus. Lereng terumbu curam dengan kemiringan 80-90° sampai kedalaman 40

meter lebih. Hasil penilaian didapatkan persentaseutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 38,2 %, terdiri dari Acropora (AC)2,33 % dan Non Acropora (NA) 35,87 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **CUKUP BAIK** dan menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-07 (Pulau Bando)

Stasiun monitoring PIEL-07 berada di bagian timur Pulau Bando dan termasuk dalam wilayah zona pemanfaatan berkelanjutan. Pantainya memiliki pasir berwarna putih dengan vegetasi pantai alami (Gambar 9). Pulau kecil tidak berpenghuni, dimanfaatkan sebagai daerah tangkap perikanan dengan alat tangkap terbatas dan ramah lingkungan. Lingkungan perairan relatif terlindung, saat pengamatan dilakukan, perairan sedang dalam kondisi tenang dan jernih dan jarak pandang mencapai 20 meter lebih



Gambar 9.

Stasiun PIEL-07, sisi timur Pulau Bando, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Sebaran terumbu termasuk terumbu karang tepi dengan rata-rata terumbu tidak begitu luas yaitu berjarak sekitar 200 meter pantai arah ke tubir. Dasar perairan rata-rata terumbu berupa substrat keras, hingga kedalaman 5-7 meter substrat dasar didominasi oleh karang berbentuk lembaran (*foliose*) dari genus Montipora, sedangkan jenis lainnya sangat jarang. Setelah kedalaman 7 meter, karang mulai jarang dijumpai dan banyak dijumpai pasir dan pecahan karang (rubble). Lereng terumbu relatif curam dengan kemiringan 70-80° sampai kedalaman 30 meter. Hasil penilaian didapatkan persentaseutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 56,73 %, terdiri dari Acropora (AC)0 % dan Non Acropora (NA) 56,73 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **BAIK** dan menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-11 (Pulau Pieh)

Stasiun monitoring PIEL-11 terletak di Pulau Pieh bagian timur, dan termasuk dalam zona pemanfaatan. Daerah pesisir dengan pantai berpasir putih, dengan vegetasi pantai yang masih alami (Gambar 10). Pulau kecil tidak berpenghuni, di daratannya terdapat rumah jaga/pos milik Satuan Kerja TW Pulau Pieh. Perairan cukup terbuka, namun relatif terlindung dimana gelombang dan arus cukup kuat, jernih dengan jarak pandang mencapai 20 meter lebih.

Tipe terumbu termasuk terumbu karang tepi dengan rata-rata terumbu tidak luas, sekitar 30 meter dari pantai ke arah tubir. Rataan terumbu berada pada 1-2 meter dengan substrat dasar keras dan patahan karang mati serta dasar berpasir, dimana karang dari jenis Montipora dengan bentuk pertumbuhan encrusting dan Pocillopora banyak dijumpai. Tubir terumbu berada pada kedalaman 4-5 meter (lokasi transek), karang didominasi oleh jenis Acropora

Gambar 10.
Stasiun PIEL-11, sisi timur Pulau Pieh, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya



dengan pertumbuhan tabulate serta karang jenis Montipora dengan bentuk pertumbuhan *foliose* dan *encrusting*. Lereng terumbu curam dengan sudut kemiringan mencapai 70° - 80° . Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 74,20 %, terdiri dari Acropora (AC) 1,93 % dan Non Acropora (NA) 72,27 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **BAIK** serta menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-12 (Pulau Pieh)

Stasiun PIEL-12 berada di Pulau Pieh bagian selatan, termasuk dalam zonainti. Pantai berpasir putih dengan vegetasi pesisir yang masih alami (Gambar 11). Pulau kecil tidak berpenghuni, terdapat dermaga dan rumah jaga pengelola kawasan, kawasan yang dilindungi dan tidak ada aktifitas pemanfaatan. Perairan sangat terbuka sehingga gelombang dan arus cukup kuat. Cukup jernih, dengan jarak pandang mencapai 20 meter lebih.

Gambar 11.
Stasiun PIEL-12, sisi selatan Pulau Pieh, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya



Tipe terumbu termasuk terumbu karang tepi, memiliki rata-rata terumbu sangat pendek sekitar 20 meter dari pantai arah ke tubir karang. Permukaan rata-rata terumbu berada pada kedalaman 1 meter lebih, substrat dasar terdiri dari substrat keras, patahan karang mati dan dasar berpasir, dijumpai karang dari jenis Montipora berbentuk *encrusting* dan Pocillopora. Tubir karang berada pada kedalaman 5 meter (lokasi transek permanen), meskipun tutupannya tidak tinggi tetapi banyak dijumpai karang Montipora dengan pertumbuhan *encrusting* maupun *foliose* dengan ukuran koloni kecil-kecil. Lereng terumbu curam dengan kemiringan 70° - 80° . Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 38,47%, terdiri dari Acropora (AC) 0,67% dan Non Acropora (NA) 37,8%, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **CUKUP BAIK** serta menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-14 (Pulau Pandan)

Stasiun monitoring PIEL-14 ini termasuk dalam zona pemanfaatan berkelanjutan. Pantai berpasir putih dengan vegetasi alami pohon kelapa dan vegetasi pesisir lainnya (Gambar 12). Pulau kecil tidak berpenghuni, dilaporkan sebagai lokasi pendaratan penyu untuk bertelur. Perairan terbuka, namun lebih terlindung dengan gelombang dan arus tidak terlalu kuat. perairan jernih dengan jarak pandang mencapai 20 meter lebih.



Gambar 12.

Stasiun PIEL-14, Pulau Pandan, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Tipe terumbu termasuk terumbu karang tepi dengan rataa terumbu tidak begitu luas yaitu sekitar 200 meter dari pantai ke arah tubir karang (lokasi transek). Permukaan rataa terumbu berada pada kedalaman 1 meter lebih terdiri dari substrat keras dan patahan karang mati, ditemukan beberapa koloni karang *Montipora encrusting*, *Pocillopora* dan *Aropora*. Tubir karang berada pada kedalaman 5 meter, didominasi karang dari genus *Pocillopora* dan *Montipora* lembaran dan *Acropora* menjari. Transek permanen UPT berada pada lereng terumbu dengan kemiringan 60-70 derajat. Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 54,60 %, terdiri dari *Acropora* (AC) 0,73 % dan Non *Acropora* (NA) 53,87 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi BAIK serta menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoiring berikutnya.

Satsiun PIEL-16 (Pulau Pandan)

Stasiun monitoring ini berada di sisi selatan-timur Pulau Pandan dan berada dalam zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Pantai berpasir putih ditumbuhi vegetasi pesisir yang alami dan phon kelapa yang tumbuh liar (Gambar 13). Pulau kecil tidak berpenghuni, tidak ada aktifitas pemanfaatan dalam kawasan. Lingkungan perairan terbuka, pada saat monitoring dilakukan gelombang dan arus cukup kuat, jernih dengan jarak pandang mencapai 20 meter lebih.



Gambar 13.

Stasiun PIEL-16, Pulau Pandan, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Tipe terumbu termasuk terumbu karang tepi, dengan bagian rataa tidak begitu luas yaitu sekitar 150m dari pantai ke arah tubir karang. Permukaan dasar rataa terumbu berada pada kedalaman 1 meter lebih, dasar perairan substrat keras ditemukan koloni karang dari genus *Acropora digitata*, *Pocillopora*, dan *Montipora encrusting* dan *foliose*. Bagian tubir karang yang sangat jelas berada pada kedalaman 5 meter, terlihat koloni *Acropora*, *Pocillopora* dan *Montipora*. Transek permanen UPT berada sekitar 3 meter di belakang tubir karang pada kemiringan yang sangat landai yaitu sekitar 30 derajat. Lereng terumbu sangat curam dengan sudut kemiringan 70-80°. Karang dijumpai hingga kedalaman 20 m dimana pada kedalaman 20 meter tersebut terlihat banyak karang mati yang berupa patahan karang. Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 58,13%, terdiri dari *Acropora* (AC) 1,4% dan Non *Acropora* (NA) 56,73%, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **BAIK** serta menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-17 (Pulau Toran)

Stasiun monitoring PIEL-17 berada pada sisi utara Pulau Toran, termasuk zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Pantai berpasir putih dengan vegetasi alami dan pohon kelapa yang tumbuh liar (Gambar 14). Pulau kecil tidak berpenghuni, tidak ada bentuk pemanfaatan perairan, merupakan lokasi penyu bertelur. Lingkungan perairan sangat terbuka, dimana pada saat monitoring dilakukan, gelombang dan arus tidak terlalu kuat, agak keruh dengan jarak pandang sekitar 10 meter lebih.



Gambar 14.
Stasiun PIEL-17, sisi utara Pulau Toran, zona inti TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Terumbu karang termasuk tipe terumbu karang tepi dengan rataa terumbu tidak terlalu luas yaitu sekitar 150 meter dari pantai ke arah tubir karang. Permukaan dasar rataa terumbu berada pada kedalaman 2-3 meter lebih, substrat dasar perairan terutama dari patahan karang mati yang sudah ditumbuhi algae, tidak banyak koloni karang ditemukan, beberapa koloni karang terlihat dari genus *Montipora encrusting* dan *Pocillopora*. Tubir karang berada kedalaman 5 meter, substrat dasar didominasi oleh patahan karang mati, tidak banyak koloni karang hidup. Transek permanen berada pada lereng terumbu dengan kemiringan sekitar 40 derajat. Lereng terumbu agak landai dengan kemiringan berkisar antara 50-60 derajat. Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 25,4 %, terdiri dari *Acropora* (AC) 0 % dan Non *Acropora* (NA) 25,4 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi CUKUP BAIK serta menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Stasiun PIEL-20 (Pulau Toran)

Stasiun PIEL-20 berada pada sisi timur Pulau Toran bagian, termasuk dalam zona pemanfaatan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Pantai berpasir putih dengan vegetasi alami dan pohon kelapa yang tumbuh liar (Gambar 15). Pulau kecil tidak berpenghuni, terdapat mercusuar, kawasan tangkap nelayan lokal. Perairan terbuka dengan gelombang dan arus cukup kuat, agak keruh dengan jarak pandang sekitar 10 meter lebih.



Gambar 15.

Stasiun PIEL-20, sisi timur Pulau Toran, zona pemanfaatan berkelanjutan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Terumbu termasuk tipe terumbu karang tepi, dengan rata-rata terumbu tidak terlalu luas yaitu sekitar 200 meter dari pantai ke arah tubir. Permukaan dasar rata-rata terumbu berada pada kedalaman 0,5 meter lebih, substrat dasar terdiri dari substrat keras dan patahan karang mati, ditemukan koloni karang hidup terutama dari genus *Montipora* dengan bentuk pertumbuhan *encrusting*, dan *Pocillopora* dan *Acropora* berbentuk *tabulate*. Tubir karang berada pada kedalaman lebih dari 5 meter, karang jarang dijumpai sedangkan pasir dan patahan karang mati terlihat dominan. Transek permanen berada pada lereng terumbu pada kemiringan 45 derajat, lereng terumbu curam dengan kemiringan mencapai 70-80°. Hasil penilaian didapatkan persentase tutupan rata-rata karang hidup (HC) adalah 15,13 %, terdiri dari *Acropora* (AC) 2,07 % dan Non *Acropora* (NA) 13,07 %, sehingga terumbu karangnya berada dalam kondisi **KURANG BAIK** serta menjadi data awal (*baseline*) untuk dibandingkan dengan monitoring berikutnya.

Kondisi Terumbu Karang (Secara Temporal)

Perubahan kondisi terumbu karang secara temporal didefinisikan sebagai perubahan tutupan karang hidup persatuan waktu. Penilaian kesehatan terumbu karang Tahun 2014 merupakan baseline untuk menyediakan data awal (T0), sehingga secara temporal belum dapat diukur perubahan kondisi kesehatan karang menurut waktu.

Kondisi Terumbu Karang (Secara Spasial)

Perubahan kondisi terumbu karang secara spasial diartikan sebagai perubahan tutupan karang hidup menurut ruang (sebaran). Penilaian kondisi terumbu karang Tahun 2014 merupakan baseline untuk ketersediaan data awal (T0), sehingga pengukuran perubahan secara spasial belum dapat dilakukan.

Kecenderungan Perubahan Kondisi Terumbu Karang

Penilaian kecenderungan perubahan kondisi kesehatan terumbu karang dilakukan dengan membandingkan data sekunder hasil monitoring sebelumnya. Penilaian yang sama kesehatan terumbu karang di TWP Pulau Pieh dan Laut

di Sekitarnya tercatat telah dilakukan sejak 1994 sampai 2012. Pengamatan awal Tahun 1994 menunjukkan tutupan karang cukup tinggi yaitu 76,6 % dan terus mengalami penurunan menjadi 35,34% Tahun 1997 dan 31,35% Tahun 2002 dan semakin turun menjadi 17,5% pada Tahun 2010 (Efendi, 2012). Peningkatan tutupan karang hidup mulai terlihat pada Tahun 2011 sampai 2012 yaitu mencapai 33,9% (UPT Loka KKPN Pekanbaru, 2012). Kejadian penting fenomena pemutihan karang (*coral bleaching*) terjadi pada akhir tahun 1997 dan berlanjut sampai 1998, kejadian tersebut juga dilaporkan pada Tahun 2010 (Korespondensi Yayasan Minang Bahari, 2010) telah memberikan dampak cukup besar terhadap kondisi kesehatan terumbu karang di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

Kekayaan Jenis Karang Batu

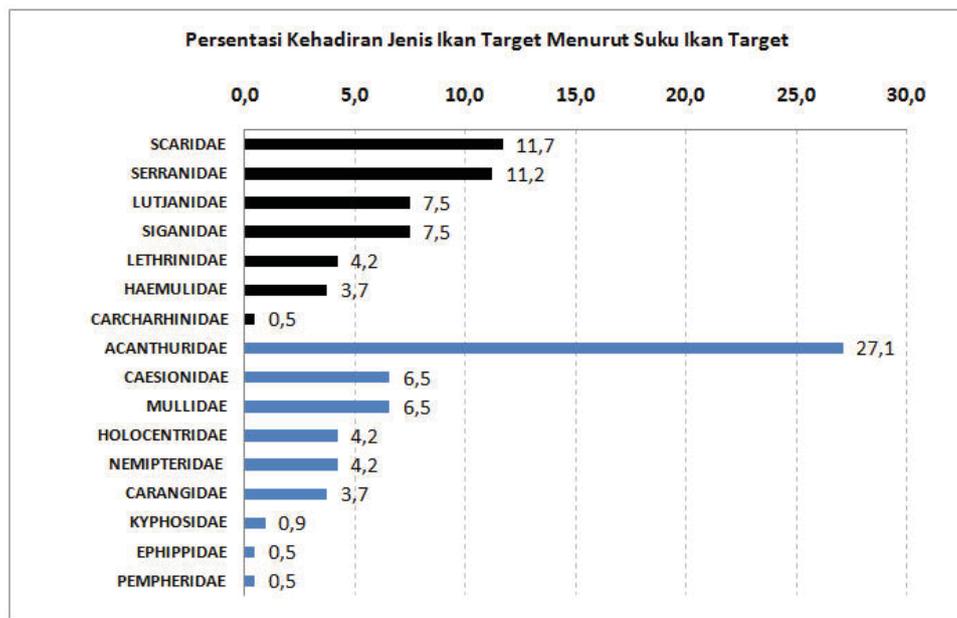
Monitoring COREMAP-CTI dilakukan pada daerah konservasi perairan baik daerah maupun nasional dengan tujuan perlindungan jenis tertentu serta upaya mempertahankan kekayaan jenis (biodiversitas) dalam kawasan. Inventarisasi jenis-jenis karang dalam kegiatan baseline dan monitoring akan memberikan data dan informasi kekayaan jenis sebagai potensi biodiversitas serta diperlukan untuk melihat perubahannya dari waktu-waktu dalam kisaran spasial tertentu sebagai dampak intervensi pengelolaan wilayah konservasi perairan.

Jenis-jenis karang yang dicatat dan diinventarisasi adalah karang keras dan karang lunak pembentuk terumbu. Jumlah jenis karang yang ditemukan mencapai 105 jenis meliputi 30 genus karang keras dan 2 genus karang lunak dari 16 Famili. Jenis-jenis karang dari Famili Acroporidae dan Pocilloporidae sangat umum, dimana genus Acropora, Montipora dan Pocillopora ditemukan di setiap stasiun. TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya termasuk dalam ecoregion sebaran jenis karang wilayah Barat Sumatera (*West Sumatera*) dimana jumlah jenis mencapai 386 jenis dengan kisaran 351-400 jenis, namun tidak termasuk dalam pusat segitiga keanekaragaman karang dunia (*coral triangle*), (Veron *et al*, 2009).

Kondisi Populasi Ikan Karang

Keragaman dan Komposisi Jenis Ikan Target

Total semua jenis ikan target dari 7 suku yang ditemukan pada semua lokasi transek adalah 35 spesies (Tabel 1), dimana sesungguhnya ditemukan juga 35 spesies dari 9 suku ikan target lain yang juga teridentifikasi di lokasi transek UVC yang sama. Urutan dominasi jenis dari 6 famili ikan target (Tabel 4) yang ditemukan dengan jumlah individu (ekor) tertinggi sampai dengan terendah adalah *Plectorhynchus vittatus* - HAEMULIDAE, *Scarus niger* - SCARIDAE, *Gnathodentex aurolineatus* - LETHRINIDAE, *Scarus rubroviolaceus* - SCARIDAE, *Lutjanus decussatus* - LUTJANIDAE, *Cephalopholis argus* - SERRANIDAE, *Monotaxis grandoculus* - LETHRINIDAE, *Scarus gobban* - SCARIDAE, *Lutjanus fulvus* - LUTJANIDAE, *Lutjanus quinquelineatus* - LUTJANIDAE. Selain itu, urutan dominasi suku dari 7 suku ikan target (Tabel 5) yang ditemukan dengan jumlah jenis tertinggi sampai dengan terendah adalah SCARIDAE (11,7%), SERRANIDAE (11,2 %), LUTJANIDAE (7,5%), SIGANIDAE (7,5%), LETHRINIDAE (4,2%), HAEMULIDAE (3,7 %), dan CARCHARHINIDAE (0,5 %) (Gambar 16).



Gambar 16. Komposisi 10 besar ikan karang target menurut suku dan intensitas penemuannya

Jenis ikan target dari 6 famili yang potensial mendominasi dalam 10 besar menurut biomasnya adalah bibir tebal (*Plectorhyncus vittatus*), hiu sirip hitam (*Carcharhinus melanopterus*), kaka tua (*Scarus gobban*), *Scarus niger*, *Scarus rubroviolaceus*, kerapu (*Aethaloperca roгаа*, *Cephalopholis argus*), kakap (*Monotaxis grandoculus*), lencam (*Gnathodentex aurolineatus*), dan kakap tanda-tanda (*Lutjanus decussatus*) (Tabel 4).

Tabel 4. Komposisi jenis ikan karang kelompok target dari 7 suku menurut urutan dominasinya yang ditemukan pada lokasi penelitian

No.	JENIS	SUKU	Jumlah (ekor)	Komposisi (%)
1	<i>Plectorhyncus vittatus</i>	HAEMULIDAE	59	2,85
2	<i>Scarus niger</i>	SCARIDAE	58	2,80
3	<i>Gnathodentex aurolineatus</i>	LETHRINIDAE	31	1,50
4	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	SCARIDAE	29	1,40
5	<i>Lutjanus decussatus</i>	LUTJANIDAE	28	1,35
6	<i>Cephalopholis argus</i>	SERRANIDAE	25	1,21
7	<i>Monotaxis grandoculus</i>	LETHRINIDAE	25	1,21
8	<i>Scarus gobban</i>	SCARIDAE	19	0,92
9	<i>Lutjanus fulvus</i>	LUTJANIDAE	17	0,82
10	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	LUTJANIDAE	15	0,72
11	<i>Siganus virgatus</i>	SIGANIDAE	15	0,72
12	<i>Aethaloperca roгаа</i>	SERRANIDAE	13	0,63
13	<i>Siganus guttatus</i>	SIGANIDAE	10	0,48
14	<i>Cephalopholis miniata</i>	SERRANIDAE	6	0,29
15	<i>Lutjanus gibbus</i>	LUTJANIDAE	6	0,29
16	<i>Cephalopholis spiloparaea</i>	SERRANIDAE	5	0,24
17	<i>Macolor macolaris</i>	LUTJANIDAE	5	0,24

No.	JENIS	SUKU	Jumlah (ekor)	Kompo- sisi (%)
18	<i>Plectorhynchus chaetodotoides</i>	HAEMULIDAE	4	0,19
19	<i>Siganus punctatissimus</i>	SIGANIDAE	4	0,19
20	<i>Siganus javus</i>	SIGANIDAE	4	0,19
21	<i>Epinephelus fasciatus</i>	SERRANIDAE	3	0,14
22	<i>Lethrinus ornatus</i>	LETHRINIDAE	2	0,10
23	<i>Siganus coralinus</i>	SIGANIDAE	2	0,10
24	<i>Siganus puellus</i>	SIGANIDAE	2	0,10
25	<i>Scarus frenatus</i>	SCARIDAE	2	0,10
26	<i>Scarus spinus</i>	SCARIDAE	2	0,10
27	<i>Scarus tricolor</i>	SCARIDAE	2	0,10
28	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	CARCHARHINIDAE	1	0,05
29	<i>Anypserdon leucogrammicus</i>	SERRANIDAE	1	0,05
30	<i>Epinephelus malabaricus</i>	SERRANIDAE	1	0,05
31	<i>Epinephelus spilotoceps</i>	SERRANIDAE	1	0,05
32	<i>Lutjanus rivulatus</i>	LUTJANIDAE	1	0,05
33	<i>Siganus magnificus</i>	SIGANIDAE	1	0,05
34	<i>Cetoscarus bicolor</i>	SCARIDAE	1	0,05
35	<i>Scarus flavipectoralis</i>	SCARIDAE	1	0,05

Berdasarkan 7 suku parameter yang ditetapkan, variasi jumlah jenis pada semua stasiun antara 3 jenis sampai 15 jenis. dimana Pulau Air, Pulau Bando (PIEL-07) memiliki keragaman ikan karang target lebih tinggi dari pulau lain yang menjadi lokasi penelitian. Namun jika berdasarkan total suku yang teridentifikasi, maka Pulau Air, Pulau Bando, Pulau Pieh dan Pulau Toran memiliki jumlah jenis yang tertinggi (Tabel 5).

Tabel 5. Variasi jumlah jenis ikan target dan dominasinya menurut suku dan letak stasiun

No	SUKU	Nama Pulau dan Nomor Transek										Persen Kemunculan
		Air PIEL-01	Air PIEL-02	Bando PIEL-05	Bando PIEL-07	Pieh PIEL-11	Pieh PIEL-12	Pandan PIEL-14	Pandan PIEL-16	Toran PIEL-17	Toran PIEL-20	
1	SCARIDAE	3	4	1	5	3	1	1	1	5	1	11,7
2	SERRANIDAE	4	5	3	3		3	2	2	2		11,2
3	LUTJANIDAE	2	3		3	1	2	1	2	1	1	7,5
4	SIGANIDAE	4	3	1	2	3	1	1			1	7,5
5	LETHRINIDAE		2		1	2	2	1	1			4,2
6	HAEMULIDAE	2	2			1	1	1		1		3,7
7	CARCHARHINIDAE								1			0,5
Jumlah Jenis dari 7 Suku		15	19	5	14	10	10	7	7	9	3	46,3
Jumlah Jenis Suku Ikan Target lain		14	10	10	9	13	17	11	9	15	8	54,2

Sediaan dan Kepadatan Ikan Target

Sediaan ikan target dari 7 famili bervariasi menurut stasiun, yaitu dari terendah 3 kg per 350 m² sampai tertinggi 30 kg per 350 m². Kondisi terendah dan tertinggi tersebut ditemukan pada Pulau Toran Stasiun PIEL-20 dan Pulau Pandan Stasiun PIEL-16. Pada stasiun lainnya sediaan stoknya berkisar antara nilai tersebut (Tabel 4). Adapun rata-rata sediaan ikan target dari seluruh stasiun penelitian adalah 14 kg per 350 m². Potensi 7 suku ikan target sesuai dengan tingkat sediaan tersebut pada masing-masing stasiun adalah setara dengan 96 kg/ha sampai 852 kg/ha atau rata-rata 390 kg/ha. Sediaan dan potensi tersebut belum termasuk dari suku-suku lain yang juga ditemui di lokasi penelitian, dimana sediaan dan potensinya disajikan juga pada Tabel 4.

Tabel 6. Sediaan dan potensi ikan target menurut stasiun dan famili

No	SUKU	Nama Pulau dan Nomor Transek										Pers- en Ke- mun- culan
		Air PIEL- 01	Air PIEL- 02	Ban- do PIEL- 05	Ban- do PIEL- 07	Pieh PIEL- 11	Pieh PIEL- 12	Pan- dan PIEL- 14	Pan- dan PIEL- 16	Toran PIEL- 17	Toran PIEL- 20	
1	CARCHARHINIDAE								26,40			
2	SCARIDAE	15,07	9,81	3,04	3,63	2,98	2,98	1,45	0,77	13,70	2,64	
3	SERRANIDAE	2,92	2,20	3,90	1,05			1,28	1,39	2,12		
4	LUTJANIDAE	1,56	4,30		4,28	0,78	0,78	0,48	0,61	0,78	0,21	
5	HAEMULIDAE	2,30	3,81			1,52	1,52	0,00		0,85		
6	LETHRINIDAE		1,41		0,64	0,72	0,72	0,64	0,64			
7	SIGANIDAE	1,02	2,47	0,52	1,49	1,65	1,65	1,19			0,52	
	Sediaan (Kg/350m ²)	23	24	7	11	8	8	5	30	17	3	14
	Potensi (Kg/ha)	654	686	200	316	218	218	144	852	499	96	390
	Sediaan dari Suku Ikan Target lain (Kg/350m ²)	29	42	24	22	29	47	25	25	66	20	33
	Potensi dari Suku Ikan Target lain (Kg/350m ²)	832	1208	684	615	816	1357	726	726	1879	574	942

Dari sisi jumlah jenis ikan target, kelompok ikan karang yang memiliki distribusi vertikal sangat dekat dengan terumbu ternyata hadir mendominasi di tingkat lima besar (Tabel 2), seperti jenis dari kelompok butana (Acanthuridae), kakatua (Scardaridae), kerapu (Serranidae), kakap (Lutjanidae) dan baronang (Siganidae). Jenis-jenis butana, kakatua dan baronang berperan penting sebagai "rezim grazer" di area terumbu karang karena pola makannya yang herbivora merubah permukaan karang, dimana ikan-ikan ini cenderung mengupas karang untuk menyediakan area tumbuh mikroalga baru atau bibit karang baru. Pada kejadian lain jenis ikan tersebut dalam jumlah besar sering hadir pada area yang terlihat rusak dengan dominasi pertumbuhan alga, namun ikan tersebut mampu mengontrol pertumbuhan alga sehingga memberikan kesempatan rekolonisasi fauna lain atau mungkin tumbuhnya karang baru (Green & Bellwood, 2009).

Jenis kerapu dan kakap sebagai komoditas ekonomis penting di lokasi penelitian memiliki keragaman yang rendah dan jenisnya merupakan kelompok "ekstrim karang", artinya jenis yang selalu berasosiasi sangat kuat dengan karang pesisir dan sebagian ada yang bersifat kriptik di celah terumbu (Lieske & Myers, 1997), seperti kelompok kerapu *Cephalopholis argus*, *Cephalopholis miniata*, *Cephalopholis spiloparaea*, *Anyperodon leucogrammicus*, *Epinephelus*

fasciatus, *Epinephelus spilotoceps*, *Epinephelus malabaricus*, atau kelompok kakap *Lutjanus decussatus*, *Lutjanus fulvus*, *Lutjanus quinquelineatus*, *Lutjanus gibbus*, *Lutjanus rivulatus*, dan *Macolor macolaris*. Kelompok kerapu dan kakap lain yang masuk kategori ikan demersal dan hidup di batuan atau karang dalam di area neritik yang jauh dari karang pesisir (Kailola, 1982) jarang ditemukan pada area transek. Jenis-jenis kerapu dan kakap “ekstrim karang” tersebut lebih umum ditangkap dengan bius, bubu atau panah dibanding pancing.

Jenis-jenis yang hidup bersembunyi di sela atau celah karang seperti sweeper (*Pempheris vanicolensis*), bibir tebal (*Plectorhynchus vittatus*, *Plectorhynchus chaetodotooides*), brajanata (*Myripristis murdjan*, *Myripristis violacea*, *Neoniphon sammara*, *Sargocentron audimaculatum*), atau kelompok yang hidup mencari makan di atas substrat pasir seperti kurisi pasir (*Scolopsis bilineata*, *Scolopsis monogramma*) dan ikan bijinangka (*Mulloidichthys vanicolensis*, *Parupeneus barberinus*, *Parupeneus macronema*) adalah kelompok ekonomis di bawah urutan kerapu yang juga berperan dalam kontribusi potensial bagi stok ikan karang dengan biomassa cukup tinggi (Tabel 3). Kelompok ini ikan lebih umum tertangkap dengan bubu atau panah dan merupakan ikan target sekunder dalam hitungan ekonomis, sehingga tidak begitu menarik minat nelayan. Kelompok ikan ini sering menjadi target usaha ikan olahan (ikan kering). Aktivitas perikanan bubu di perairan karang umumnya adalah untuk kepentingan ikan asin olahan tersebut. Jadi keberadaan kelompok ikan ini rentan pada kerusakan karang akibat pemasangan bubu.

Jenis-jenis ikan target lain yang tersensus dan memiliki distribusi vertikal 1 sampai 5 meter di atas karang dan keluar masuk area karang berulang-ulang sebagai pelintas untuk mencari makan adalah termasuk kelompok ekor kuning (*Caesio caerulea*, *Caesio lunaris*, *Caesio teres*, *Caesio xanthonotus*, *Pterocaesio diagramma*, *Pterocaesio marri*, *Pterocaesio pisang*, *Pterocaesio tile*), kuwe (*Caranx melampygus*, *Caranx lugruberis*), kakap rudder (*Kyphosus cinerascens*), dan butana (*Acanthurus spp*, *Naso brachycentron*, *Naso hexacanthus*, *Naso lituratus*, *Naso thynnoides*), hiu (*Carcharhinus melanopterus*), gembel platak (*Platax orbicularis*). Kelompok ini sangat potensial dalam menyumbang sediaan stok di terumbu karang, namun dalam aktivitas panen untuk ikan ini sangat rentan merusak karang atau terjadinya pengurasan sumberdaya dengan cepat. Seperti diketahui bahwa ekor kuning, butana dan kuwe sering ditangkap dengan muroami dan beberapa kasus di Wilayah Timur Indonesia justru dengan bahan peledak (Pet-Saode, 1996). Ikan-ikan ekor kuning dan butana yang didaratkan di Sibolga adalah kebanyakan ditangkap dengan muroami (logbook Januari 2013, PPN Sibolga, 2013), sampai kemudian terjadi larangan penggunaan muroami.

Namun kewasdaan terhadap cara penangkapan dengan bahan peledak dan muroami perlu tetap menjadi kewasdaan dalam pengelolaan Taman Laut Perairan (TWP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat sediaan atau potensi ikan target di TWP Pulau-Pulau Pieh dan Laut sekitarnya masih tergolong rendah di semua lokasi transek (rata-rata 0,12 kg/m²). Dalam konversi nilai sediaan stok di TWP tersebut adalah 1,2 ton per hektar. Jika laju tangkap ikan demersal menjadi patokan bahwa CPUE pancing ulur rata-rata 45,5 kg/unit/hari (Edrus, 2014), maka potensi ikan target di TWP tersebut dinilai sangat rentan pada intensitas eksploitasi yang tinggi. Stok ikan karang di perairan terumbu karang cenderung rentan dan sangat terpengaruh oleh penangkapan berlebih atau penangkapan dengan cara merusak, oleh karena itu pengelolaan di kawasan konservasi perlu benar-benar berpatokan pada kajian stok dengan batas optimum panen (BPPL, 2008; Li Eric, 2000).

Keragaman Ikan Indikator

Ikan kepe-kepe atau Chaetodont yang ditemukan pada lokasi penelitian secara keseluruhan 21 spesies. Namun kehadirannya pada masing-masing stasiun masih tergolong rendah. Kepe-kepe yang hadir di atas 10 jenis hanya pada Pulau Toran stasiun 17 (14 jenis), Pulau Pieh stasiun 11 (11 jenis) dan Pulau Air stasiun 2 (10 jenis).

Jenis Chaetodon yang ditemukan dengan intensitas tinggi di hampir semua stasiun adalah berturut-turut *Heniochus pleurotaenia*, *Chaetodon trifasciatus*, *Chaetodon vagabundus*, *Heniochus singularis*, *Forcipger longilostris* dan *Chaetodon rafflesi*. Lokasi yang jumlah individu kepe-kepe terbanyak antara lain Pulau Toran stasiun 17 dan 20, Pulau Air stasiun 2 dan Pulau Pieh stasiun 11 (Tabel 5).

Peran Ikan Indikator sebagai Petunjuk Keberhasilan Pengelolaan dan

Tabel 7. Jumlah dan kehadiran ikan indikator di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Provinsi Sumatera Barat

No	SUKU	Nama Pulau dan Nomor Transek										Inten- sitas (%)
		PIEL- 01	PIEL- 02	PIEL- 05	PIEL- 07	PIEL- 11	PIEL- 12	PIEL- 14	PIEL- 16	PIEL- 17	PIEL- 20	
Chaetodontidae												
1	<i>Heniochus pleurotaenia</i>	6	6	4	11	4	4	4	2	2	4	15,1
2	<i>Chaetodon trifasciatus</i>		6	2	6	4	1	2	4	4	4	10,6
3	<i>Chaetodon vagabundus</i>	2	4			2		6	6	4	8	10,3
4	<i>Heniochus singularis</i>	2	6	2	2	4	2	2	4	6	2	10,3
5	<i>Forcipger longilostris</i>	2	2	2		1	4	2	2	12	2	9,3
6	<i>Chaetodon rafflesi</i>		2		1	2		7	4	2	10	9,0
7	<i>Heniochus diphreutes</i>									26		8,3
8	<i>Chaetodon citrinellus</i>	2		6		2			3	2	4	6,1
9	<i>Chaetodon collare</i>					2	8	2	2	2	2	5,8
10	<i>Chaetodon kleiini</i>		2	4		2				4		3,8
11	<i>Chaetodon bennetti</i>		1	2		2						1,6
12	<i>Chaetodon falcula</i>	2				2					1	1,6
13	<i>Chaetodon baronessa</i>		4									1,3
14	<i>Chaetodon xanthocephalus</i>						2			2		1,3
15	<i>Hemitaurichthys zoster</i>									4		1,3
16	<i>Chaetodon lineolatus</i>		1							2		1,0
17	<i>Chaetodon meyeri</i>				2		1					1,0
18	<i>Chaetodon ephippium</i>									2		0,6
19	<i>Chaetodon ornatissimus</i>				2							0,6
20	<i>Chaetodon trifascialis</i>			2								0,6
21	<i>Chaetodon triangulum</i>						2					0,6
Jumlah Individu		16	34	24	24	27	24	25	27	74	37	
Jumlah Jenis		6	10	8	6	11	8	7	8	14	9	

Konservasi

Indikator terpenting dari kesehatan karang di TWP Pulau-Pulau Pieh dan Laut disekitarnya adalah kehadiran ikan kepe-kepe, baik kehadiran jumlah individu (ekor) maupun jenisnya (spesies). Eksistensi individu maupun jenis kepe-kepe merupakan petunjuk dari kelemahan atau keberhasilan dari pengelolaan terumbu karang di TWP, karena ikan tersebut merespon dengan cepat atas perubahan tutupan substrat karang dan memiliki korelasi positif atas jenis-jenis karang tertentu karena pola perilaku makan yang khas, baik yang bersifat oportunistik pemakan segala maupun yang memiliki makanan khusus polyp karang (Reese, E. 1977; 1981; Edrus & Syam, 1998).

Kelimpahan individual kepe-kepe yang tertinggi ada pada Pulau Toran, sementara yang lainnya lumayan tinggi seperti dijumpai pada Pulau Air, Pulau Pieh dan Pulau Pandan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan kepe-kepe jenis tertentu memiliki afinitas (ketertarikan) yang masih besar pada area karang di pulau-pulau tersebut, seperti *Heniochus pleurotaenia*, *Chaetodon trifasciatus*, *Chaetodon vagabundus*, *Heniochus singularis*, *Forcipiger longilostris*, *Chaetodon rafflesi*, *Heniochus diphreutes*, *Chaetodon citrinellus*, *Chaetodon collare*, *Chaetodon kleini*, dimana intensitas kehadiran dalam jumlah umumnya di atas 5 % (Tabel 5). Peningkatan dalam kelimpahan individu kepe-kepe di beberapa lokasi pulau tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi kesempatan untuk setiap populasi kepe-kepe berkembang karena daya dukung lingkungan yang baik, seperti tutupan karang yang tinggi dan kondisi kolom air yang jernih (Edrus & Syam, 1998).

Ditinjau dari distribusi spasial, jenis kepe-kepe yang ditemukan dari transek ke transek adalah tergolong rendah, yaitu mulai dari 6 sampai 14 spesies, tetapi secara umum total jenis yang dijumpai 21 spesies. Tingkat kehadiran jenis kepe-kepe yang terbaik di perairan karang Indonesia diberikan contoh oleh Nash (1988), seperti yang berada di Papua, adalah 44 spesies. Berarti kondisi kehadiran jenis kepe-kepe di TWP tersebut baru pada tingkat separuh dari yang ada di Papua. Dengan demikian, peningkatan jumlah jenis kepe-kepe di kemudian hari di TWP tersebut dapat dipastikan memiliki korelasi positif dengan dampak positif akibat pengelolaan.

Mega Benthos

Secara umum, terumbu karang di kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya termasuk tipe terumbu tepi (fringing reef) yang menutupi daratan pulau yang berada di bawah permukaan air, dan serangkaian terumbu gosong (*patch reef*). Sebaran pulau-pulau kecil dan rangkaian gosong karang tersebut membentuk formasi dengan pola memanjang arah utara-selatan sejajar pantai barat Sumatera dengan jarak sekitar 25-30 km dari garis pantai terdekat. Pulau-pulau kecil dalam kawasan termasuk kategori pulau-pulau sangat kecil dan tidak berpenghuni dengan pantai berpasir putih ditutupi vegetasi utama kelapa dan vegetasi khas daerah pesisir dan pulau kecil. Lingkungan perairan sangat terbuka dengan gelombang dan arus cukup kuat, terutama pada bagian selatan dan barat pulau.

Rataan terumbu (*reef flat*) tidak begitu luas dan semakin berkembang pada bagian sisi selatan barat pulau. Dasar perairan rataan terumbu ditutupi substrat keras dan sedikit bagian berpasir dan patahan karang mati. Tubir (*reef front*) terlihat sangat jelas berada sekitar 150-200 meter dari garis pantai dan berada rata-rata pada kedalaman sekitar 4-6 meter. Bagian lereng terumbu (*reef slope*) sangat curam dengan kemiringan sekitar 70-90 derajat, terkadang

ditemukan bagian berundak dan berlanjut sampai kedalaman sekitar 20-40 meter. Di beberapa lokasi terlihat longsor dinding terumbu dan retakan pada permukaan rata terumbu diduga pengaruh gempa.

Pengamatan megabenthos dilakukan di sepuluh stasiun pengamatan permanen di lokasi terumbu karang yang terpilih. Kondisi karang di lokasi transek secara umum masuk dalam kategori rusak dengan prosentase tutupan karang kurang dari 20%. Baik atau buruknya kondisi terumbu karang kadang sangat berpengaruh pada komposisi jenis megabenthos yang berasosiasi di dalamnya. Misalnya, berbagai jenis lobster dan teripang sangat tergantung pada terumbu karang dengan kondisi yang masih baik. Dan sebaliknya, komposisi jenis megabenthos tidak jarang juga menentukan kondisi terumbu karang, misalnya ada atau tidaknya biota pemakan polip karang seperti *Acanthaster planci* dan *Drupella* spp.

Komposisi jenis dan kepadatan megabenthos

Dari sepuluh stasiun yang diamati, enam dari tujuh spesies atau kelompok spesies megabenthos target berhasil ditemukan di wilayah perairan Pulau Pieh ini. Pada pengamatan di seluruh stasiun didapatkan sebanyak 146 individu megabenthos target dengan pola kehadiran spesies atau kelompok spesies megabenthos seperti yang disajikan pada Tabel 8.

Jika dilihat dari jumlah individu tiap spesies atau kelompok spesies megabenthos

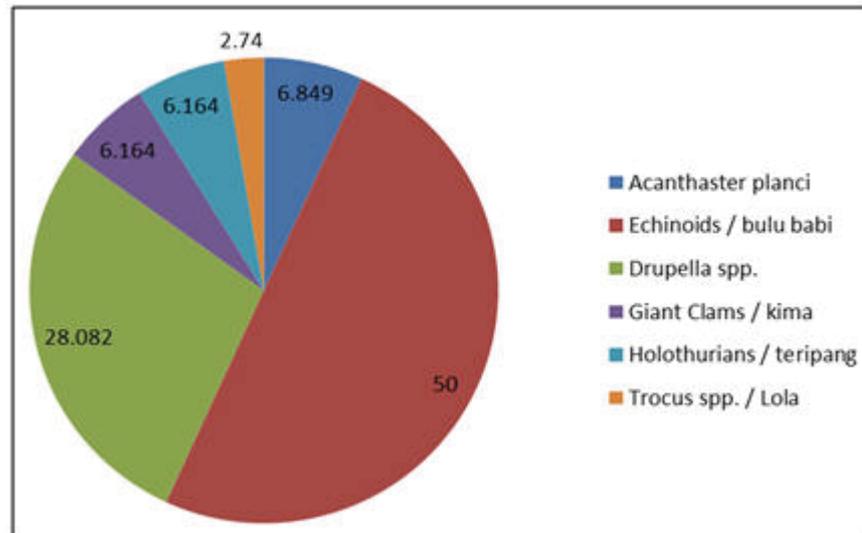
Tabel 8. Pola kehadiran spesies megabenthos pada setiap stasiun di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

No.	Megabenthos	STASIUN NIAL									
		01	02	05	07	11	12	14	16	17	20
1	<i>Acanthaster planci</i>				+				+		
2	Echinoids / bulu babi	+	+	+		+	+		+	+	+
3	<i>Drupella</i> spp.	+	+	+	+	+	+			+	
4	Giant Clams / kima	+	+			+	+	+	+		
5	<i>Holothurians</i> / teripang				+			+		+	+
6	Lobsters										
7	<i>Trochus</i> spp. / Lola	+							+	+	

yang didapatkan di seluruh stasiun penelitian, terlihat bahwa terdapat dua spesies atau kelompok spesies megabenthos yang ditemukan dalam jumlah yang mendominasi. Kedua spesies atau kelompok spesies megabenthos tersebut yaitu bulu babi / echinoids dan siput pemakan polip karang *Drupella* spp. Dari seluruh megabenthos target yang ditemukan, bulu babi ditemukan sebanyak 50% (73 individu), dan *Drupella* spp. ditemukan sebanyak 28,082% (41 individu). Sedangkan spesies atau kelompok spesies megabenthos yang ditemukan dalam jumlah sedang antara lain *Acanthaster planci*, kima / giant clams dan teripang / holothurians. Dari total megabenthos target yang ditemukan, *Acanthaster planci* ditemukan sebanyak 6,849% (10 individu), sedangkan kima dan teripang masing-masing ditemukan sebanyak 6,164% (9 individu). Spesies megabenthos lainnya yang ditemukan dalam jumlah sedikit, yaitu *Trochus* spp. / lola, yaitu 2,74% dari seluruh megabenthos target yang ditemukan (4 individu). Bahkan, kelompok lobster tidak ditemukan selama penelitian di sepuluh titik penyelaman. Gambaran mengenai prosentase megabenthos target yang

ditemukan selama penelitian disajikan pada Gambar 17.

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa bulu babi atau Echinoids hampir dapat



Gambar 17.

Diagram perbandingan jumlah individu dari masing-masing spesies megabenthos target di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya

ditemukan di seluruh stasiun, kecuali di Stasiun PIEL 07 dan Stasiun PIEL 14, sedangkan *Diadema* spp. absen pada Stasiun PIEL 14, Stasiun PIEL 16 dan Stasiun PIEL 21. *Drupella* spp. merupakan keong yang memiliki kebiasaan memakan polip karang, terutama pada karang bercabang maupun karang masif (Arbi, 2009). Dalam jumlah sedikit keong jenis ini memang tidak membawa dampak yang signifikan terhadap kondisi karang, namun jika pada kondisi terjadi ledakan populasi (*outbreaks*) siput ini bisa berakibat fatal bagi kerusakan karang. Pada dasarnya, secara ekologis keong pemakan polip karang ini memiliki peran sebagai pengendali alami bagi keseimbangan ekosistem terumbu karang. Akan tetapi pengaruh yang ditimbulkan akan cukup signifikan dalam mematikan karang apabila hadir dalam agregasi yang relatif besar.

Biota pemakan polip karang lainnya adalah *Acanthaster planci* atau bintang laut bermahkota duri. Pada Stasiun PIEL 07 tercatat bahwa *Drupella* spp. ditemukan bersama-sama dengan *Acanthaster planci*. Kedua jenis megabenthos tersebut, ditambah oleh karena pengaruh pemanasan global bertanggung jawab terhadap kematian massal karang di Great Barrier Reef, Australia beberapa waktu yang lalu (Turner, 1994). Kasus tersebut terjadi karena adanya ledakan populasi yang diperparah dengan ketiadaan predator alami. Ikan napoleon merupakan predator alami bagi kelompok siput pada yang berasosiasi dengan terumbu karang, termasuk siput parasit *Drupella* spp., sedangkan siput *Charonia tritonis* atau triton dan *Cassis cornuta* atau siput kepala kambing merupakan predator alami dari *Acanthaster planci*.

Acanthaster planci merupakan biota pemakan polip karang yang populer karena dampak kematian karang yang ditimbulkan cukup serius. Di TWA Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, spesies ini memang hanya ditemukan di dua stasiun saja (Stasiun PIEL 07 dan Stasiun PIEL 16), namun hal ini patut diwaspadai mengingat begitu cepatnya pertumbuhan populasi dari spesies ini. Dalam kondisi yang tertekan, *Acanthaster planci* akan mempercepat proses pematangan gonad dan segera melakukan pemijahan dengan mengeluarkan telur dalam jumlah besar (Setyastuti, 2010). Spesies ini juga diketahui memiliki umur larva planktonik yang relatif lama yang memungkinkan untuk menyebar luas ke seluruh dunia mengikuti pola arus. Dengan kata lain, walaupun pada suatu lokasi tidak ditemukan bintang laut bermahkota duri ini, bukan berarti bebas dari ancaman pemangsa. Bisa jadi, pada lain waktu arus membawa larva *Acanthaster planci* ke tempat tersebut karena perairan laut di seluruh dunia

terkoneksi satu sama lain. Dan akhirnya pemakan polip karang ini akan tumbuh dan berkembang biak setelah menemukan habitat yang cocok.

Ditemukannya bulu babi, terutama jenis *Diadema setosum* di sejumlah stasiun secara tidak langsung menunjukkan bahwa karang di wilayah tersebut dalam kondisi yang tidak sehat. Bulu babi hitam ini merupakan salah satu bioindikator kesehatan karang, dimana kehadirannya dalam jumlah besar mengindikasikan karang yang tidak sehat (Vimono, 2007). Kehadiran *Diadema setosum* pada ekosistem terumbu karang memiliki peran dalam membersihkan algae yang tumbuh pada karang mati yang telah ditumbuhi algae, sesuai dengan sifatnya dalam hal mencari makan sebagai *algae feeder*. Kehadiran bulu babi hitam ini sebenarnya memiliki peran yang menguntungkan bagi ekosistem terumbu karang karena turut membersihkan algae, sehingga memungkinkan karang untuk tumbuh dengan baik setelah substrat dibersihkan oleh *Diadema setosum* dari keberadaan algae.

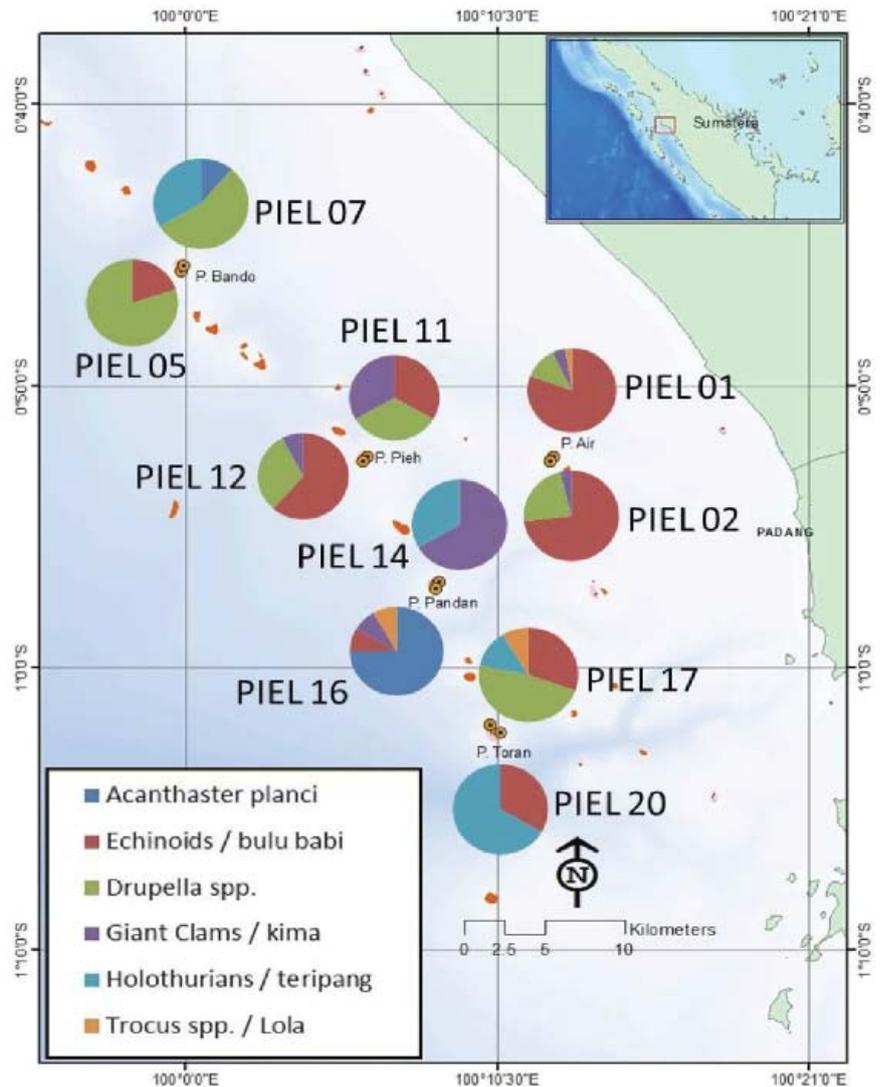
Teripang, kima, lola dan lobster merupakan biota-biota ekonomis penting yang hidup di ekosistem terumbu karang. Kehadirannya pada ekosistem terumbu karang seringkali menjadi indikator bahwa karang di lokasi tersebut masih sehat, atau kalaupun karang telah mengalami kerusakan, kondisi fisika-kimia perairan cukup mendukung kehidupan ketida spesies tersebut. Namun demikian, ketidakhadiran ketiganya tidak selalu disebabkan oleh kondisi kesehatan karang atau kondisi fisika-kimia karena ada faktor lain yang juga berperan, misalnya perburuan oleh nelayan. Statusnya sebagai biota ekonomis penting yang menjadi target buruan bagi nelayan menjadikannya terancam. Harganya yang terbilang mahal dan permintaan pasar yang tinggi menjadikannya over eksploitasi di beberapa daerah.

Di perairan TWA Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, kima dan teripang hanya ditemukan masing-masing sebanyak sembilan individu. Kima ditemukan di enam stasiun dengan jumlah pada masing-masing stasiun antara satu sampai dua individu saja, sedangkan teripang hanya ditemukan pada empat stasiun dengan jumlah pada masing-masing stasiun antara satu sampai tiga individu. Lobster tidak ditemukan selama penelitian di sepuluh titik penyelaman. Keberadaan biota-biota ekonomis penting di kawasan perairan TWA Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya kemungkinan akan mengalami pemulihan jumlah di masa yang akan datang dengan adanya status kawasan konservasi, terutama yang berada di zona inti. Hasil yang didapatkan pada penelitian kali ini akan menjadi tahap awal pemulihan kondisi biota-biota ekonomis penting tersebut. Kima yang ditemukan kebanyakan masih berukuran kecil, dengan ukuran panjang cangkang sekitar 10 cm.

Dilihat dari prosentase kehadiran masing-masing spesies fauna megabenthos pada tiap stasiun, terlihat Stasiun PIEL 05, Stasiun PIEL 14 dan Stasiun PIEL 20 memiliki fauna megabenthos yang paling miskin, yaitu masing-masing terdapat duaspesies atau kelompok spesies megabenthos. Sedangkan Stasiun PIEL 16 dan Stasiun PIEL 17 merupakan stasiun yang memiliki megabenthos yang paling beranekaragam, yaitu masing-masing terdiri dari empat spesies atau kelompok spesies megabenthos. Hal ini tidak lepas dari kondisi kesehatan terumbu karang sebagai habitat dari berbagai jenis fauna megabenthos tersebut.

Kondisi Ekosistem Terkait Lainnya

Gambar 18.
Diagram persentase kehadiran masing-masing spesies megabenthos pada masing-masing stasiun di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya



Sebaran ekosistem terkait lainnya mangrove dan padang lamun tidak ditemukan disepanjang pesisir dan perairan dangkal TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Ekosistem mangrove berkembang baik pada daerah pesisir yang terlindung, teluk dan muara sungai dengan substrat dasar perairan lumpur atau berpasir halus, sedangkan ekosistem padang lamun tumbuh dan berkembang di daerah perairan dangkal dengan substrat pasir atau patahan karang mati. Perairan yang sangat terbuka dan dengan substrat dasar perairan keras dan berpasir menjadi faktor pembatas kedua ekosistem tersebut untuk berkembang.

Kehadiran Biota langka dan Dilindungi

Frekuensi kemunculan spesies yang dilindungi sangat jarang dan bahkan beberapa jenis tidak terlihat di stasiun pengamatan. Kehadiran ikan hiu ujung sirip punggung hitam (black tip) terlihat pada stasiun PIEL-16 Pulau Pandan dan PIEL-07 Pulau Bando, sedangkan robongan mamalia laut dari kelompok lumba-lumba muncul di perairan sekitar Pulau Bando. Penyulung laut tidak ditemukan pada setiap stasiun, kemunculan mereka terlihat di Pulau Bando, Pandan dan Toran, informasi dari pengelola TWP bahwa setiap pulau dalam kawasan adalah lokasi pendaratan penyulung untuk bertelur. Spesies yang dilindungi Ikan Napoleon tidak terlihat kehadirannya di semua lokasi dan stasiun monitoring, dimana sebelumnya spesies ini selalu terlihat di Perairan Pulau Pieh.



KESIMPULAN & SARAN



Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian dan monitoring di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sebaran habitat laut dangkal didominasi oleh habitat terumbu karang dan substrat campuran, sedangkan tutupan makroalgae, padang lamun dan mangrove tidak ditemukan
2. Kondisi kesehatan terumbu karang Terumbu karang di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya berada pada kondisi CUKUP BAIK dengan rerata 41,88%. Tutupan karang hidup yang berada di zona inti relatif tidak berbeda dengan tutupan karang hidup yang berada di zona pemanfaatan dengan persentase tutupan berkisar antara 41-42%.
3. Kehadiran 70 spesies ikan target dan 20 spesies ikan indikator menunjukkan kondisi terumbu karang cukup sehat. Dominasi kehadiran ikan target dari kelompok ikan butana, kakatua dan beronang memberikan indikasi jaminan reliansi kondisi terumbu karang. Potensi ekonomis ikan target menunjukan ketersediaan yang cukup, namun tergolong rentan terhadap tangkap berlebihan (over fishing). Kehadiran ikan indikator Chaetodontidae mencapai separuh dari jumlah spesies yang ada, sehingga memberikan indikasi terumbu karang sangat sehat.
4. Megabenthos di perairan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya dalam kondisi cukup beragam, sebaliknya biota pemangsa polip karang ditemukan dalam jumlah yang cukup besar sehingga patut diwaspadai. Beberapa biota ekonomis penting masih dapat ditemukan walau dalam jumlah tidak terlalu banyak
5. Sebaran dan kerapatan vegetasi padang lamun dan mangrove tidak ditemukan
6. Masih terlihat kehadiran biota langka dan dilindungi, penyu, kima, lola, ikan hiu kecuali kehadiran ikan napoleon

Saran

Zona Inti belum menunjukan fungsi signifikan terhadap target konservasi perlindungan habitat terumbu karang di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, sehingga perlu dipertimbangan terhadap luasan zona inti dan kemudahan akses dalam pengawasannya. Membatasi dan mengurangi aktifitas penangkapan ikan karang dalam kawasan TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya serta mendorong pada perikanan demersal dan pelagis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ami, D., P. Cartigny, & A. Rapaport. 2005. Can marine protected areas enhance both economic and biological situations? *Comptes Rendus Biologies* 328: 357–366.
- Allen, G.R., R. Steene, P. Humann, and N. Deloach. 2009. *Reef Fish Identification, Tropical Pacific*. New World Publications, Inc. El Cajon CA. 480 pp.
- Allen, G. R. and Erdmann, M. V. 2013. 2012. *Reef Fishes of the East Indies*. Univ of Hawaii Press. 1292 pp.
- Arbi, U.Y. 2009. *Drupella* spp. (Muricidae: Mollusca): Siput pemakan karang. *Oseana*XXXIV(3): 19-24.
- Abbott, R.T., and P. Dance. 1990. *Compendium of Seashell. Crawford*. House Press, Australia: 411 pp.
- BPPL. 2008. BIODYNEX: *Perikanan Terumbu Karang*. Balai Penelitian Perikanan Laut, Jakarta, 73 hal.
- Burke, L., E. Selig, M. Spalding. 2002. *Reefs at Risk on Southeast Asia*. World Resources Institute Publication. Washington D.C. 76 p.
- Brower, J.E. & J.H. Zar 1997. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. MWC Brawn Company Publishing, Iowa: 194 pp.
- Clark, A.M. and F.E.W. Rowe. 1971. *Monograph of Shallow Water Indo-West Pacific Echinoderms*. British Museum (Natural History), London: 238 pp.
- Colin, P. L. and C. Arneson. 1995. *Tropical Pacific Invertebrates*. Coral Reef Press. California: 341 pp.
- Dahuri R. 2007. *Membenahi Sistem Manajemen Perikanan Tangkap*. Majalah Samudra Edisi 50, Tahun V. hal: 37-39.
- Dalton, TM. 2004. An Approach for Integrating Economic Impact Analysis into the Evaluation of Potential Marine Protected Area Sites. *Journal of Environmental Management* 70: 333–349.
- Edrus, I.N. & A.R. Syam. 1998. Sebaran Ikan Hias Suku Chaetodontidae di Perairan Karang Pulau Ambon dan Peranannya dalam Penentuan Kondisi Terumbu Karang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol. IV, No.3, Thn. 1998.
- Edrus, I.N. 2014. *Komposisi dan CPUE ikan demersal yang tertangkap pukat ikan dan pancing ulur di Perairan Tapanuli Tengah dan sekitarnya, Sumatera Utara*. Bunga Rampai Hasil Penelitian Perikanan Demersal di WPP Samudera Hindia dan Pasifik. BPPL. Penerbit IPB, Bogor, (inpress).
- Efendi. y. 2012. Monitoring Tutupan Karang Hidup di Pulau Pieh. Makalah Seminar Nasional Pengembangan Perikanan dengan memanfaatkan sumber daya alam dan potensi lokal. FPIK Universitas Bung Hatta. Padang 28 April 2012
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2014. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2014).
- Gjertsen, H. 2005. *Can Habitat Protection Lead to Improvements in Human Well-Being? Evidence from Marine Protected Areas in the Philippines*. World Development, Vol. 33 (2): 199–217.

- Gomez, E.D. and H.T. Yap. 1988. *Monitoring Reef Condition*. In: *Coral Reef Management Handbook*. R.A. Kenchington and B.E.T. Hudson (Eds). Unesco Publisher, Jakarta, p. 171.
- Gossling, S. 1999. Analysis: Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions? *Ecological Economics* 29: 303–320.
- Green, A.L. and Bellwood, D.R. (2009). *Monitoring functional groups of herbivorous reef fishes as indicators of coral reef resilience – A practical guide for coral reef managers in the Asia Pacific region*. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs. IUCN, Gland, Switzerland. 70 pages.
- Giyanto; B.H. Iskandar; D. Soedharma & Suharsono. 2010. Efisiensi dan akurasi pada proses analisis foto bawah air untuk menilai kondisi terumbu karang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (1): 111-130.
- Giyanto. 2012a. Kajian tentang panjang transek dan jarak antar pemotretan pada penggunaan metode transek foto bawah air. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 38 (1): 1-18.
- Giyanto. 2012b. Penilaian kondisi terumbu karang dengan metode transek foto bawah air. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 38 (3):377-389.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.70/MEN/2009 tentang penetapan Kawasan Konservasi Perairan Nasional Pulau Pieh dan Laut di sekitarnya di Provinsi Sumatera Barat.
- Kohler, K.E; M. Gill. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Comput Geosci* 32(9):1259-1269.
- Kailola, P.J. 1982. *Trawled Fishes of Southern Indonesia and Northwestern Australia*. Publ. Thomas Gloerfelt-Tarp. NSW 2075 Australia.
- Kamukuru, AT, YD. Mgaya, and MC. Ohman. 2004. Evaluating a Marine Protected Area in a Developing Country: Mafia Island Marine Park, Tanzania. *Ocean & Coastal Management* 47: 321–337.
- Lakshmi, A. and R. Rajagopalan. 2000. Socio-economic Implications of Coastal Zone Degradation and their Mitigation: a Case Study from Coastal Villages in India. *Ocean & Coastal Management* 43: 749-762.
- Li Eric, 2000. Optimum harvesting with marine reserves. *North American Journal of Fisheries Management* 20: 882-896.
- Loya, Y. 1978. *Plotless and Transect Methods*, in: Stoddard, D.R., and R.E. Johannes, *Coral Reef Research Methods*, Paris (UNESCO): 22–32.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyano, and T. Yoshino. 1984. *The fishes of the Japan Archipelago*. Tokai, Japan, Tokai University Press, 2 vol. 435 pp.
- Merino, G., B. Morales-Nin, F. Maynou, and AM. Grau. 2008. *Assessment and Bioeconomic Analysis of the Majorca (NW Mediterranean) Trammel Net Fishery*. Aquatic Living Resources, Vol (21): 99-107.
- Matsuura, K., O.K. Sumadiharga and K. Tsukamoto. 2000. *Field Guide to Lombok Island. Identification Guide to Marine Organism in Seagrass Beds of Lombok Island, Indonesia*. University of Tokyo: 449 pp.
- Nash, S.V. 1988. *Reef Diversity Index Survey Method for Non Specialist*. Tropical Coastal Area Management Vol. 4 (3): 14 – 17.
- Neira, R.O. and J.R.K. Cantera. 2005. Composición Taxonómica y Distribución de las Asociaciones de Equinodermos en los Ecosistemas Litorales del Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 53 (3): 195-206.
- Pet-Soede L., H. Cesar, & J. Pet. 1996. "Blasting Away: The Economics of Blast Fishing on Indonesian Coral Reefs," in H. Cesar, ed., *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs*, pp. 77-84; H. Cesar, "Economic Analysis of Indonesian Coral Reefs," Working Paper Series 'Work in Progress' (Washington, DC: World Bank, 1996).
- Pezzey, JCV., CM. Roberts, and BT. Urdal. 2000. A Simple Bioeconomic Model of a Marine Reserve. *Ecological Economics* 33: 77–91.

- Planes S, GP. Jones, and SR. Thorrold. 2009. Larval dispersal connects fish populations in a network of marine protected areas. *PNAS* vol. 106 (14): 5693–5697.
- Reese, E. 1977. Coevolution of Coral and Coral Feeding Fishes of Family Chaetodontidae. *Proceeding of the third International Coral Reef Symposium* 1:267-274.
- Reese, E. 1981. "Predation on corals by fishes of the family Chaetodontidae: implication for conservation and management of coral reef ecosystem". *Bulletin of Marine Science* 31 (3): 594-604.
- Suraji, dkk. 2010. *Mengenal Potensi Kawasan Konservasi Perairan Nasional - Profil Kawasan Konservasi Perairan Nasional*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Salm, R.V. 1984. *Marine and Coastal Protected Areas: A Guide for Planners and Managers: IUCN & Natural Resources Gland*. Switzerland: 370pp.
- Sastrapradja, D., S. Adisoemarto, K. Kartawinata, S. Sastrapradja and M.A. Rifai, 1989, *Keanekaragaman Hayati untuk Kelangsungan Hidup Bangsa*. Puslitbang Bioteknologi LIPI, Jakarta.
- Sediadi, A. 1999. Pemantauan Keanekaragaman Hayati di Terumbu Karang. *Prosiding Seminar tentang Oseanologi dan Ilmu Lingkungan Laut dalam Rangka Penghargaan kepada Prof. Dr. Aprilani Soegiarto, M.Sc., APU*. 1999: 205–210.
- Setyastuti, A. 2010. Tunjauan ledakan populasi dari bintang laut bermahkotaduri, *Acanthaster planci*. *OseanaXXXV*(3): 1-6.
- Turner, S.J. 1994. The Biology and Population Outbreaks of the Corallivorous Gastropod *Drupella* on Indo-Pacific Reefs. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 32: 461-530.
- UPT Loka KPPN Pekanbaru. 2012. Laporan Monitoring KKPN TWP Pulau Pieh dan Laut di sekitarnya. UPT Loka KPPN Pekanbaru. 31pp
- Vivien, H.M.L. & Y.B. Navarro. 1983. "Feeding diets and significance of coral feeding among chaetodontidae fishes in Moorea (French Polynesia)". *Coral Reefs* 2:119-127.
- Vimono, I.B. 2007. Sekilas mengenai landak laut. *OseanaXXXII*(3): 15-21.
- Wiadnya, DGR, R. Djohani, MV. Erdmann, A. Halim, M. Knight, Peter J. Mous, Jos Pet, & L. Pet-Soede. 2005. Kajian Kebijakan Pengelolaan Perikanan Tangkap di Indonesia: Menuju Pembentukan Kawasan Perlindungan Laut. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol. 11 (3): 65-77).
- Wilson J.R. & Green A.L. 2009. *Metode Pemantauan Biologi Untuk Menilai Kesehatan Terumbu Karang dan Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut di Indonesia* (Terjemahan). Versi 1.0. Laporan TNC Indonesia MarineProgram No 1/09. 46 hal.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Posisi koordinat masing-masing stasiun penelitian.

No.	Kode Stasiun	Nama Pulau	Bujur Timur (BT)	Lintang Selatan (LS)	Zona
1.	PIEL01	Pulau Air	100.2071	-0.87447	Pemanfaatan
2.	PIEL02	Pulau Air	100.2055	-0.87712	Inti
3.	PIEL05	Pulau Bando	99.99798	-0.76492	Inti
4.	PIEL07	Pulau Bando	99.99917	-0.76153	Pemanfaatan
5.	PIEL11	Pulau Pieh	100.1026	-0.87448	Pemanfaatan
6.	PIEL12	Pulau Pieh	100.1001	-0.87742	Inti
7.	PIEL14	Pulau Pandan	100.1428	-0.94883	Pemanfaatan
8.	PIEL16	Pulau Pandan	100.1411	-0.95263	Inti
9.	PIEL17	Pulau Toran	100.1713	-1.03358	Inti
10.	PIEL20	Pulau Toran	100.1771	-1.0376	Pemanfaatan

Lampiran 2, Daftar spesies karang pembentuk terumbu di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Provinsi Sumatera Barat

No.	Taxa	PIEL 16	PIEL 14	PIEL 05	PIEL 07	PIEL 02	PIEL 01	PIEL 12	PIEL 11	PIEL 17	PIEL 20
		P. PANDAN	P. BANDO	P. AIR	P. PIEH	P. TORAN					
I	ASTROCOENIIDAE										
1	<i>Stylocoeniella armata</i>	+				+	+	+			
II	POCILLOPORIDAE										
2	<i>P. damicornis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>P. danae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	<i>P. eydouxi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	<i>P. meandrina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		
6	<i>P. verrucosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	<i>P. woodjonesi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	<i>Seriatopora caliendrum</i>		+					+	+	+	
9	<i>Stylophora pistillata</i>	+				+	+	+	+		
III	ACROPORIDAE										
10	<i>Montipora aequituberculata</i>	+	+	+	+			+	+	+	
11	<i>M. capricornis</i>		+	+							
12	<i>M. danae</i>			+						+	+
13	<i>M. digitata</i>	+	+					+	+	+	
14	<i>M. foliosa</i>	+	+	+	+				+	+	
15	<i>M. grisea</i>	+	+	+				+			
18	<i>M. hispida</i>					+			+	+	+
19	<i>M. informis</i>	+	+	+	+			+			
20	<i>M. monasteriata</i>		+								
21	<i>M. spumosa</i>					+	+	+	+	+	+
22	<i>M. venosa</i>	+									
23	<i>M. sp</i>	+	+	+				+	+		
24	<i>Acropora aspera</i>										+
25	<i>A. brueggemanni</i>		+	+						+	
26	<i>A. caroliniana</i>	+	+					+			
27	<i>A. cuneata</i>										
28	<i>A. cytherea</i>		+	+				+			
29	<i>A. digitifera</i>	+	+	+	+			+	+	+	
30	<i>A. divaricata</i>										
31	<i>A. donei</i>										
32	<i>A. echinata</i>										
33	<i>A. florida</i>										
34	<i>A. formosa</i>										
35	<i>A. gemmifera</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+
36	<i>A. grandis</i>										
37	<i>A. granulosa</i>										
38	<i>A. horrida</i>										

No.	Taxa	PIEL 16	PIEL 14	PIEL 05	PIEL 07	PIEL 02	PIEL 01	PIEL 12	PIEL 11	PIEL 17	PIEL 20
		P. PANDAN	P. BANDO	P. AIR	P. PIEH	P. TORAN					
39	<i>A. humilis</i>	+	+	+	+			+		+	
40	<i>A. hyacinthus</i>							+			
41	<i>A. indonesia</i>										
42	<i>A. loripes</i>		+	+		+			+		+
43	<i>A. microphthalma</i>										
44	<i>A. millepora</i>	+	+	+	+		+	+	+		+
45	<i>A. monticulosa</i>		+	+							
46	<i>A. nana</i>										
47	<i>A. nasuta</i>										
48	<i>A. nobilis</i>									+	
49	<i>A. rudis</i>						+	+	+	+	
50	<i>A. yongei</i>										
51	<i>Astreopora myriophthalma</i>		+	+	+		+	+	+		
IV	PORITIDAE										
52	<i>P. australiensis</i>	+	+					+		+	
53	<i>P. lobata</i>	+	+	+	+			+	+	+	+
54	<i>P. lutea</i>	+	+	+	+			+	+	+	+
55	<i>P. nigrescen</i>					+	+		+	+	
56	<i>P. cylindrica</i>					+	+				
57	<i>P. lichen</i>					+	+		+		
58	<i>P. rus</i>			+			+	+		+	
59	<i>P. solida</i>		+	+	+			+	+	+	
V	SIDERASTREIDAE										
60	<i>Pseudosiderastrea tayami</i>		+				+	+	+	+	
61	<i>Psammocora contigua</i>	+	+	+			+	+	+	+	+
62	<i>Coscinaraea columna</i>		+					+			
VI	AGARICIIDAE										
63	<i>Pavona cactus</i>										
64	<i>P. clavus</i>										
65	<i>P. decussata</i>						+			+	
66	<i>P. explanulata</i>	+			+		+	+	+	+	
67	<i>P. frondifera</i>					+					
68	<i>P. minuta</i>								+		
69	<i>P. varians</i>	+				+	+	+	+	+	
70	<i>P. venosa</i>		+					+	+		
71	<i>Coeloseris mayeri</i>	+	+								
72	<i>Leptoseris sp</i>					+	+	+	+		
VII	FUNGIIDAE										
73	<i>Fungia fungites</i>										
74	<i>F. horrida</i>			+	+			+	+	+	
75	<i>F. repanda</i>					+	+				+
76	<i>Polyphyllia talpina</i>										

No.	Taxa	PIEL 16	PIEL 14	PIEL 05	PIEL 07	PIEL 02	PIEL 01	PIEL 12	PIEL 11	PIEL 17	PIEL 20
		P. PANDAN	P. BANDO		P. AIR		P. PIEH		P. TORAN		
77	<i>Lithophyllon undulatum</i>					+	+	+			
VIII	OCULINIDAE										
78	<i>Galaxea astreata</i>		+	+		+	+	+	+	+	
79	<i>G. fascicularis</i>		+	+		+	+	+	+	+	
80	<i>Galaxea sp</i>									+	
IX	PECTINIIDAE										
81	<i>Echinophyllia aspera</i>		+	+							
82	<i>Oxypora lacera</i>										
83	<i>Mycedium elephantotus</i>					+	+	+			+
84	<i>Pectinia lactuca</i>										
85	<i>P. paeonia</i>										
X	EUPHYLLIDAE										
86	<i>Euphyllia glabrescens</i>									+	
XI	MERULINIDAE										
87	<i>Hydnophora exesa</i>	+		+			+	+	+	+	
88	<i>H. microconos</i>		+							+	
89	<i>H. pilosa</i>		+					+	+		
90	<i>Merulina ampliata</i>					+	+				
91	<i>M. scabricula</i>					+	+		+		
XII	FAVIIDAE										
92	<i>Favia danae</i>		+					+			
93	<i>F. pallida</i>		+				+		+	+	
94	<i>F. stelligera</i>	+						+	+		
95	<i>Favites abdita</i>		+	+			+	+	+	+	+
96	<i>F. flexuosa</i>		+							+	
97	<i>F. halicora</i>		+					+		+	
98	<i>Platygyra daedalea</i>	+					+		+	+	
99	<i>P. lamellina</i>			+							
100	<i>P. pini</i>			+			+	+		+	
101	<i>Leptastrea transversa</i>	+		+					+		+
102	<i>Cyphastrea chalcidicum</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+
103	<i>C. serailia</i>	+			+		+	+	+	+	+
XIII	MILLEPORIDAE										
104	<i>Millepora platyphylla</i>	+		+							
XIV	HELIOPORIDAE										
105	<i>Heliopora coerulea</i>						+	+		+	

Lampiran 3. Jumlah dan Kemunculan Ikan Target di TWP Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, Provinsi Sumatera Barat

Satuan = Spesies

No	SUKU	Nama Pulau dan Nomor Transek										Persen Kemunculan
		Air PIEL-01	Air PIEL-02	Bando PIEL-05	Bando PIEL-07	Pieh PIEL-11	Pieh PIEL-12	Pandan PIEL-14	Pandan PIEL-16	Toran PIEL-17	Toran PIEL-20	
1	SCARIDAE	3	4	1	5	3	1	1	1	5	1	11,7
2	SERRANIDAE	4	5	3	3		3	2	2	2		11,2
3	LUTJANIDAE	2	3		3	1	2	1	2	1	1	7,5
4	SIGANIDAE	4	3	1	2	3	1	1			1	7,5
5	LETHRINIDAE		2		1	2	2	1	1			4,2
6	HAEMULIDAE	2	2			1	1	1		1		3,7
	Jumlah Jenis dari 7 Suku	15	19	5	14	10	10	7	8	9	3	45,8
	Jumlah Jenis Suku Ikan Target lain	14	10	10	9	13	17	11	9	15	8	54,2