



**LAPORAN STATUS EKOLOGI  
KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN TELUK MAYALIBIT, RAJA AMPAT  
TAHUN 2021**



**Tutupan karang**

**Ikan fungsional**

**Ikan target**



**DI SUSUN OLEH**

**Habema F Y Monim, Purwanto, Dariani Matualage, Irman Rumengan, Awaludinnoer,  
Nugraha Maulana, Elvis Mambraku, Aser Burdam, Imanuel Mofu, Mulyadi, La Hamid,  
Daud Orisoe, Wahid Surherfian, Dan Ruth Imbiri**



CONSERVATION  
INTERNATIONAL



Konservasi  
Alam Nusantara  
Untuk Indonesia Lestari



## SARAN SITASI

Habema F Y Monim, Purwanto, Dariani Matualage, Irman Rumengan, Awaludinnoer, Nugraha Maulana, Elvis Mambraku, Aser Burdam, Imanuel Mofu, Mulyadi, La Hamid, Daud Orisoe, Wahid Surherfian, Dan Ruth Imbiri. 2021. *Laporan Status Ekologi Kawasan Konservasi Perairan Teluk Mayalibit, Raja Ampat Tahun 2021*. Universitas Papua, Conservation International, The Nature Conservancy, Unit Pelaksana Teknis KKP Raja Ampat, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Manokwari, Sorong, Raja Ampat, Indonesia.

Foto Sampul: ©Irman Rumengan-LPPM Universitas Papua  
Tata Letak Peta: Irman Rumengan-LPPM Universitas Papua

## PENDAHULUAN

Kepulauan Raja Ampat meliputi wilayah darat dan laut seluas sekitar 4 juta hektar yang terletak di Papua Barat, Indonesia, tepat di jantung Segitiga Karang Dunia. Kepulauan Raja Ampat adalah bagian dari Bentang Laut Kepala Burung, yang memiliki keanekaragaman hayati terumbu karang terbesar di dunia (Veron dkk. 2009, Allen dan Erdman 2009, 2012, Mangubhai dkk. 2012) dan merupakan prioritas global untuk konservasi perairan (Huffard, 2012). Di Raja Ampat diidentifikasi terdapat 574 spesies karang, atau 75% spesies karang keras yang dikenal di dunia, 699 spesies moluska, dan 1.437 spesies ikan (Donnelly dkk. 2002, Veron dkk. 2009, Allen and Erdman 2009, 2012).

Terumbu karang mempunyai peranan penting bagi masyarakat Raja Ampat karena mendukung sumber daya perikanan termasuk keberadaan invertebrata, seperti teripang dan lola yang sangat penting bagi masyarakat. Masyarakat Raja Ampat bergantung pada terumbu karang sebagai sumber makanan dan pendapatan melalui perikanan dan pariwisata (Larsen et al. 2011). Namun, kondisi kesehatan karang dan perikanan di Indonesia, termasuk di Raja Ampat, terancam oleh penggunaan metode penangkapan ikan yang merusak seperti penggunaan bom, bus, dan penangkapan ikan berlebihan (Ainsworth dkk. 2008, Varkey dkk. 2010, Burke et al., 2011). Peningkatan suhu permukaan air yang terkait dengan perubahan iklim juga merupakan ancaman bagi ekosistem terumbu karang (Hoegh-Guldberg et al. 2007) dan sudah mulai mengakibatkan *coral bleaching* atau pemutihan karang di Raja Ampat (Awaludinnoer dkk, 2020).

Sebagai pengakuan atas nilai-nilai konservasi terumbu karang dan peran pentingnya untuk mempertahankan mata pencaharian penduduk setempat, jaringan tujuh Kawasan Konservasi Perairan (KKP) yang mencakup lebih dari 1 juta hektar didirikan di Raja Ampat. Lima dari tujuh KKP termasuk KKP Selat Dampier dideklarasikan pada tahun 2007 oleh Keputusan Bupati Raja Ampat (No. 66/2007), dan diformalkan dengan Peraturan Kabupaten (No. 27/2008) yang sebelumnya disebut sebagai KKP Kabupaten atau KKP Daerah (KKPD). Pada tahun 2009, Bupati Raja Ampat mengeluarkan Peraturan Kabupaten yang kedua (No. 5/2009) untuk menjadi dasar bagi pengelolaan jaringan KKP Raja Ampat. Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan KKP Raja Ampat dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 36/KEPMEN-KP/2014. Tujuan utama pembentukan jejaring KKP adalah untuk melestarikan habitat ikan, fungsi reproduksi dan stok serta memastikan perikanan dan penggunaan sumber daya laut lainnya yang berkelanjutan.

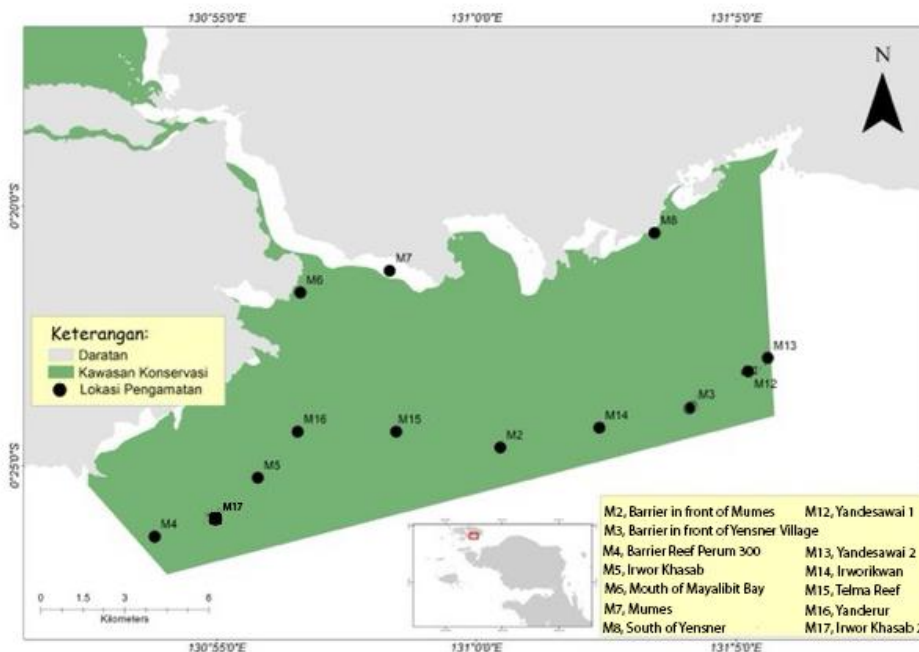
KKPD Teluk Mayalibit terletak di Pulau Waigeo bagian selatan berdekatan dengan Waisai ibukota Kabupaten Raja Ampat dan Kota Sorong. Kawasan ini seluas 53.100 hektar dan secara administrasi mencakup 2 wilayah kecamatan dan 10 kampung. Wilayah perairan meliputi teluk yang relatif tertutup dan pesisir Pulau Waigeo bagian selatan, termasuk beberapa gugusan taka atau *rep (patch reef)* di depan '*channel*' atau mulut teluk. Kawasan teluk yang tertutup, rentan terhadap gangguan, seperti erosi, sedimentasi dan buangan atau sampah yang dapat mengganggu kualitas perairan.

KKPD Teluk Mayalibit dikelola dengan sistem zonasi mengacu Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 30 tahun 2010. Zonasi terdiri dari Zona Inti, Zona Perikanan Berkelanjutan,

Zona Pemanfaatan dan Zona Lain. KKPD Teluk Mayalibit termasuk dalam satu pengelolaan dan sistim zonasi Taman Wisata Perairan Raja Ampat. Dalam laporan ini sistim zonasi dikelompokkan menjadi Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan. Disamping diatur dengan sistim zonasi, pemanfaatan perikanan di KKPD Teluk Mayalibit diatur dengan pemanfaatan akses area perikanan yang berbasis adat atau petuanan.

Metode pemantauan menggunakan panduan yang dikembangkan oleh Green dan Wilson (2009) dan dimodifikasi oleh Ahmadia et al (2012). Tujuan pemantauan untuk mengumpulkan data terkini kondisi kesehatan karang di KKPD Selat Dampier. Kesehatan karang diukur dari kondisi ikan dan tutupan karang. Kondisi ikan diukur dengan metode *Underwater Visual Census* dan tutupan karang diukur dengan metode *Point Intercept Transect*. Data kesehatan terumbu karang digunakan untuk menilai efektivitas pengelolaan dan mendukung pengelolaan yang adaptif.

Monitoring dilakukan pada tanggal 21-23 Maret 2021 di 13 lokasi, terdiri dari 7 lokasi di Zona Larang Tangkap dan 6 lokasi di Zona Pemanfaatan. Khusus untuk analisis data karang, data yang digunakan berasal dari 13 lokasi dan untuk analisis data ikan menggunakan 12 lokasi. Tim monitoring berasal dari berbagai institusi, yaitu LPPM Universitas Papua, UPTD BLUD KKPD Raja Ampat, CI Raja Ampat, Yayasan Konservasi Alam Nusantara, RARE Indonesia, Balai Taman Nasional Teluk Cenderawasih dan mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua.



Gambar 1. Peta Lokasi Monitoring di KKPD Teluk Mayalibit Tahun 2021

## RINGKASAN HASIL MONITORING TAHUN 2021

Rata-rata tutupan karang keras hidup (*Hard Coral Live/HCL*) di KKPD Teluk Mayalibit pada tahun 2021 sebesar 20,6%, relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan tutupan di BLKB pada tahun 2017-2019 (33,5%). Rata-rata tutupan karang keras hidup di KKPD Teluk Mayalibit

cenderung stabil. Namun demikian, tim monitoring banyak melihat sampah pada saat pemantauan. Beberapa jenis sampah yang ditemukan mengapung maupun tenggelam di dasar perairan seperti ban mobil, ember, botol minum kemasan. Tim juga menemukan karang yang memutih, baik karang keras maupun karang lunak walaupun hanya di beberapa lokasi saja. Penyebab memutihnya karang bisa diakibatkan oleh perubahan suhu perairan akibat perubahan cuaca menjadi ekstrim yang akhir-akhir ini terjadi. Makro alga jenis *Halimeda sp.* dan *Dictyota sp.* menjadi substrat yang banyak ditemukan di beberapa lokasi penyelaman, seperti di titik M8 (South of Yesner). Dominasi alga di perairan dapat disebabkan oleh nutrient dari darat yang berlebih sehingga alga tumbuh dengan cepat.

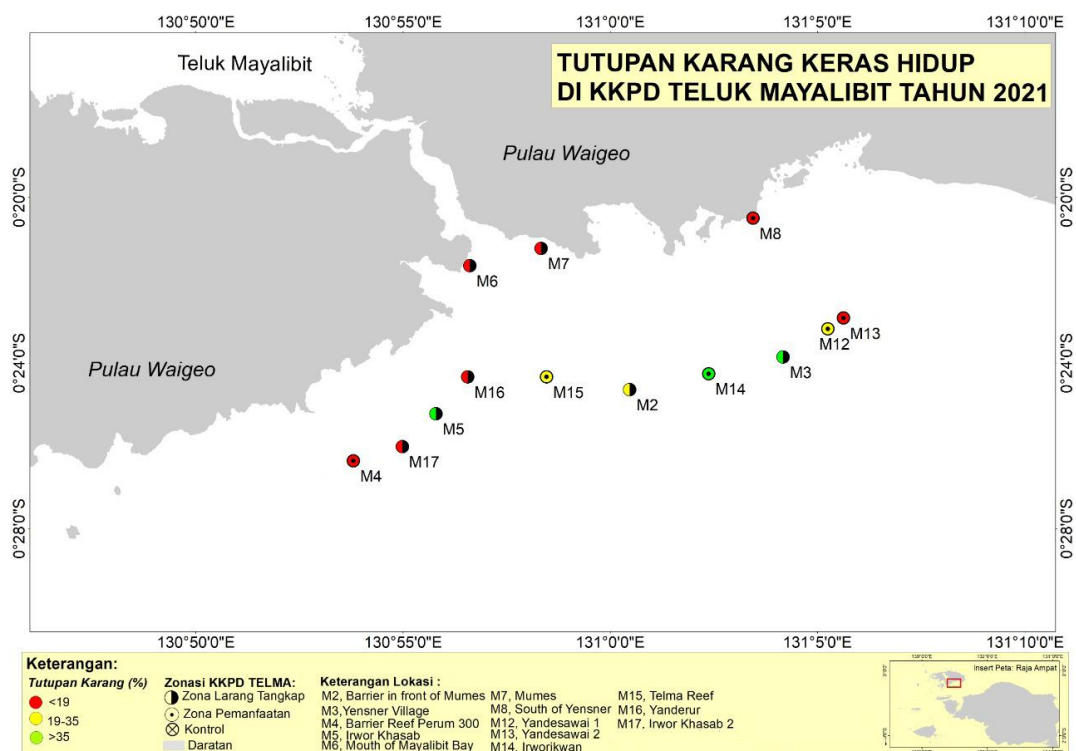
Kondisi ikan yang diamati terbagi menjadi dua kelompok besar yaitu kelompok ikan herbivora yang mempunyai fungsi penting bagi ekosistem dan kelompok ikan target atau karnivora yang merupakan target tangkapan nelayan sehingga memiliki nilai perikanan penting. Kedua kelompok tersebut memiliki kondisi biomassa yang berbeda-beda, namun kedua kelompok ikan tersebut masih tergolong stabil. Adanya pengelolaan perikanan adat yang lebih baik dapat berakibat baik pula pada kondisi karang dan ikan di wilayah ini.



Gambar 2. Kondisi tutupan karang di KKPD Teluk Mayalibit tahun 2021

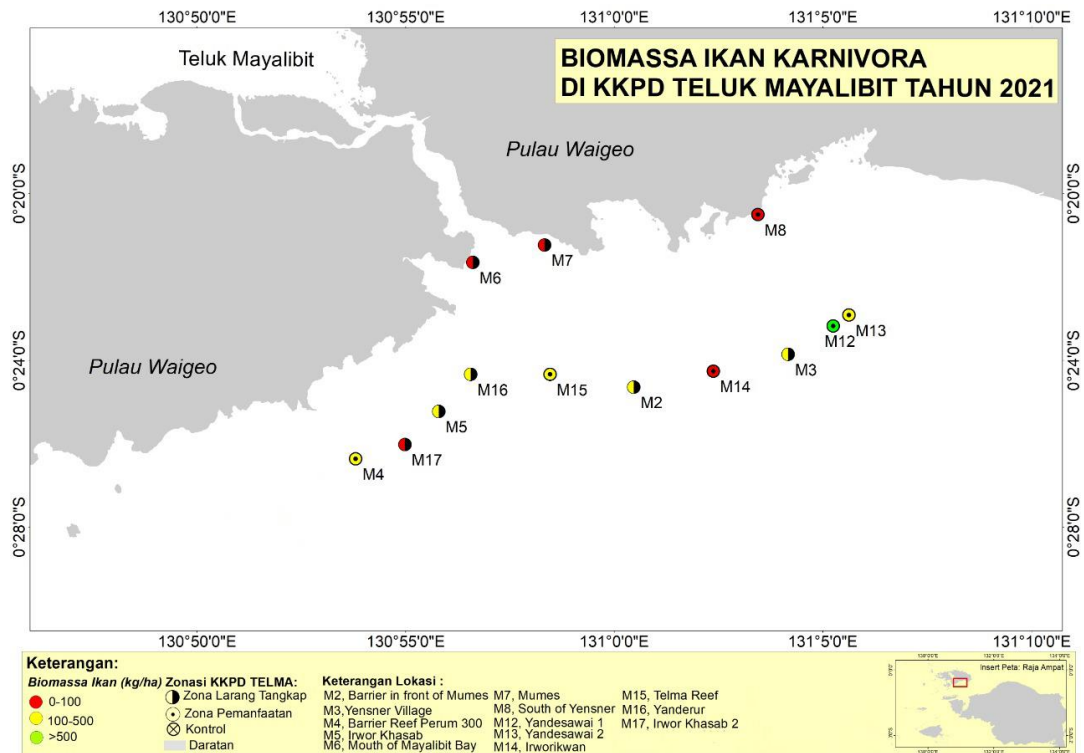
Beberapa jenis ikan ditemukan dalam kelompok besar atau *schooling*, diantaranya Ikan Oci (*Caesionidae*), Ikan Kakap dari spesies *Lutjanus gibbus*, *Lutjanus bohar* dan *Lutjanus kasmira*, famili Ikan Bibir Manis (*Haemulidae*), dan Ikan Kulit Pasir (*Acanthuridae*). Kelompok ikan (*schooling*) yang paling banyak ditemukan adalah ikan jenis *Caesio* dan *Lutjanus kasmira* sedangkan jenis yang lainnya ditemukan beberapa titik saja. Ikan lain juga yang ditemukan dalam kelompok besar adalah Ikan Puri yang diperkirakan berjumlah ribuan ekor. Ikan Tuna Gigi Anjing (*Gymnosarda unicolor*) juga ditemukan dalam kelompok kecil di beberapa lokasi penyelaman. Juvenil-juvenil ikan ditemukan di beberapa titik penyelaman di sela-sela

terumbu karang yang menandakan bahwa pentingnya ekosistem terumbu karang bagi keberadaan ikan-ikan kecil. Temuan penting lain adalah keberadaan Ikan Hiu Sirip Hitam/*Blacktip reef sharks (Carcharhinus melanopterus)*, Ikan Hiu Sirip Putih/*Blacktip reef sharks (Triaenodon obesus)*, dan Ikan Hiu Sirip Abu-abu/*Grey reef sharks (Carcharhinus amblyrhynchos)* sebagai *top predator* di laut yang menjaga rantai makanan dapat berjalan dengan baik. Ditemukan juga Ikan Napoleon (*Cheilinus undulatus*) dan Ikan *Bumphead Parrotfish (Bolbometopon muricatum)*. Ikan *Bumphead Parrotfish* memakan alga yang dapat menekan laju pertumbuhan alga yang berlebih pada ekosistem terumbu karang. Biota dilindungi dan menarik lain yang ditemukan selama monitoring adalah penyu (Penyu Sisik dan Penyu Hijau), kima, lobster, *nudibranch*, teripang, Pari Manta, lumba-lumba dan paus yang menjadi satu daya tarik wisata bagi KKPD Teluk Mayalibit.



Gambar 3. Peta tutupan karang keras hidup di KKPD Teluk Mayalibit tahun 2021.

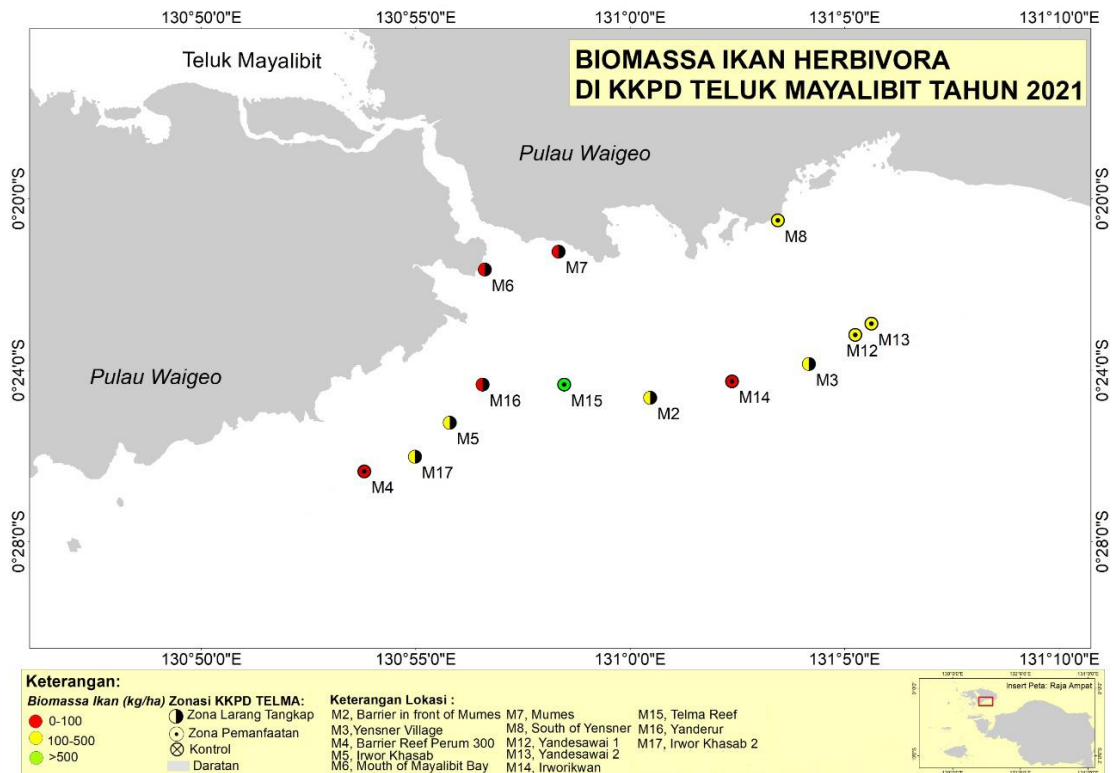
Tutupan HCL yang lebih dari 35% hanya terdapat pada 3 lokasi (Gambar 3), yaitu di lokasi Irwor Khasab (M5) dan depan Kampung *Yensner* (M3) yang masuk dalam zona larang tangkap dan Irworikwan (M14) yang berada pada zona pemanfaatan. Delapan lokasi memiliki kondisi tutupan HCL dengan nilai 19-35%, dan 8 lokasi yang lain memiliki nilai tutupan HCL kurang dari 15%.



Gambar 4. Peta biomassa ikan target/karnivora di KKP Teluk Mayalibit tahun 2021

Sebagian besar lokasi di KKP Teluk Mayalibit memiliki biomassa ikan target kurang dari 500 kg/ha (Gambar 4). Hanya 1 lokasi yang memiliki biomassa ikan target lebih dari 500 kg/ha, yaitu di lokasi Yandesawai 1 (M12) yang berada pada zona pemanfaatan.

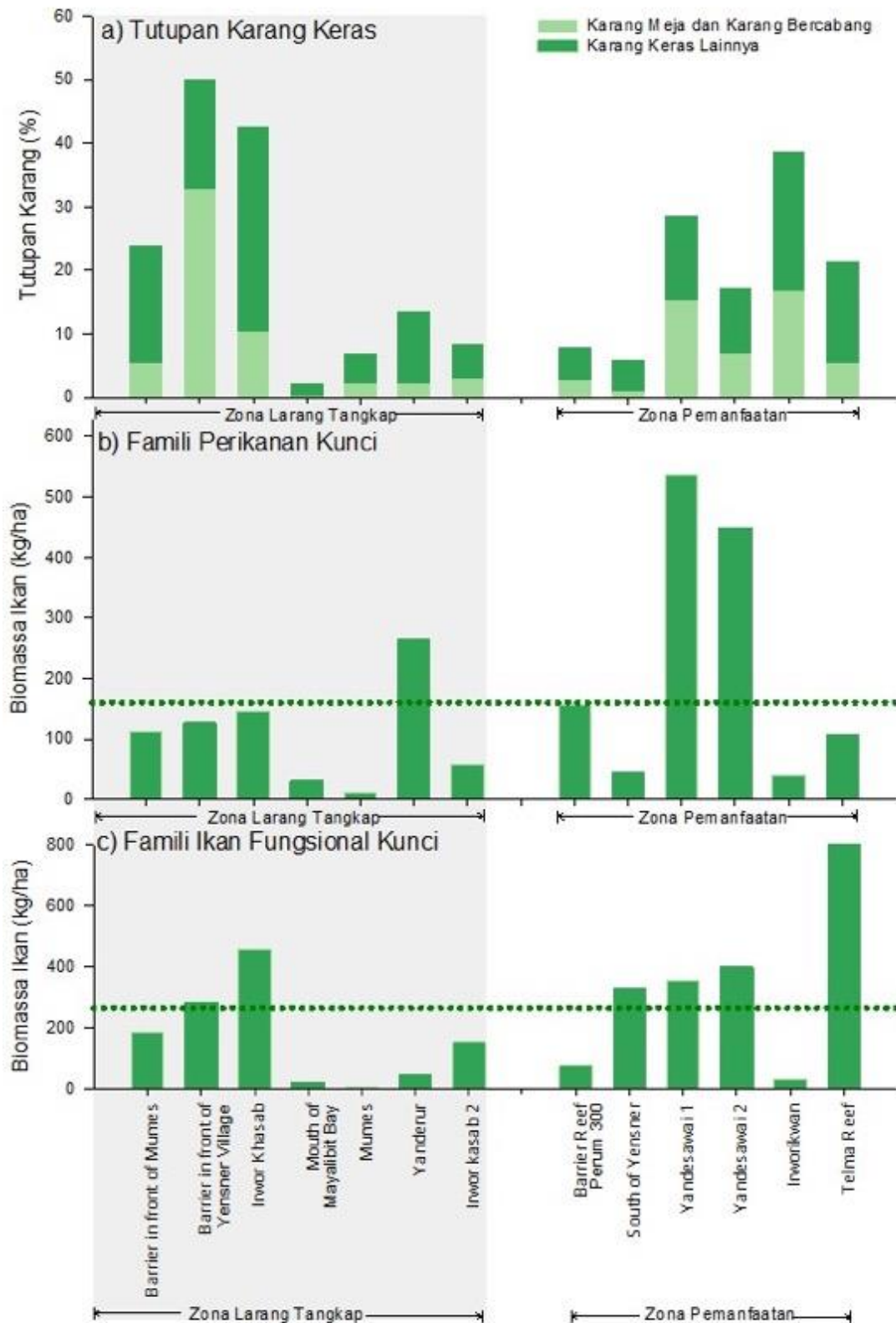
Demikian juga dengan kondisi biomassa ikan herbivora (Gambar 5). Sebagian besar lokasi memiliki biomassa ikan herbivora kurang dari 500 kg/ha. Hanya 1 lokasi yang memiliki biomassa lebih dari 500 kg/ha. Walaupun lokasi yang memiliki biomassa herbivora yang tinggi memiliki biomassa karnivora yang kurang dari 500 kg/ha.



Gambar 5. Peta Biomassa ikan herbivora di KKP Teluk Mayalibit tahun 2021

Kondisi ikan dan karang sangat beragam antar lokasi. Ada lokasi yang memiliki tutupan karang yang tinggi namun memiliki biomassa ikan yang rendah, atau sebaliknya. Namun, ada 3 lokasi memiliki tutupan karang dan biomassa ikan yang sangat rendah, yaitu di *Mouth of Mayalibit Bay*, Mumes, dan Irwor Kasab 2. Ketiga lokasi tersebut berada pada Zona Larang Tangkap (Gambar 6).





Gambar 6. Rata-rata persentase tutupan karang (a), biomasa famili ikan target (b) dan biomasa famili ikan herbivora/fungsional (c), di masing-masing lokasi di KKP Teluk Mayalibit Tahun 2021. Daerah yang diarsir adalah lokasi Zona Larang Tangkap. Kotak garis menunjukkan rata-rata untuk setiap indikator di semua lokasi monitoring.

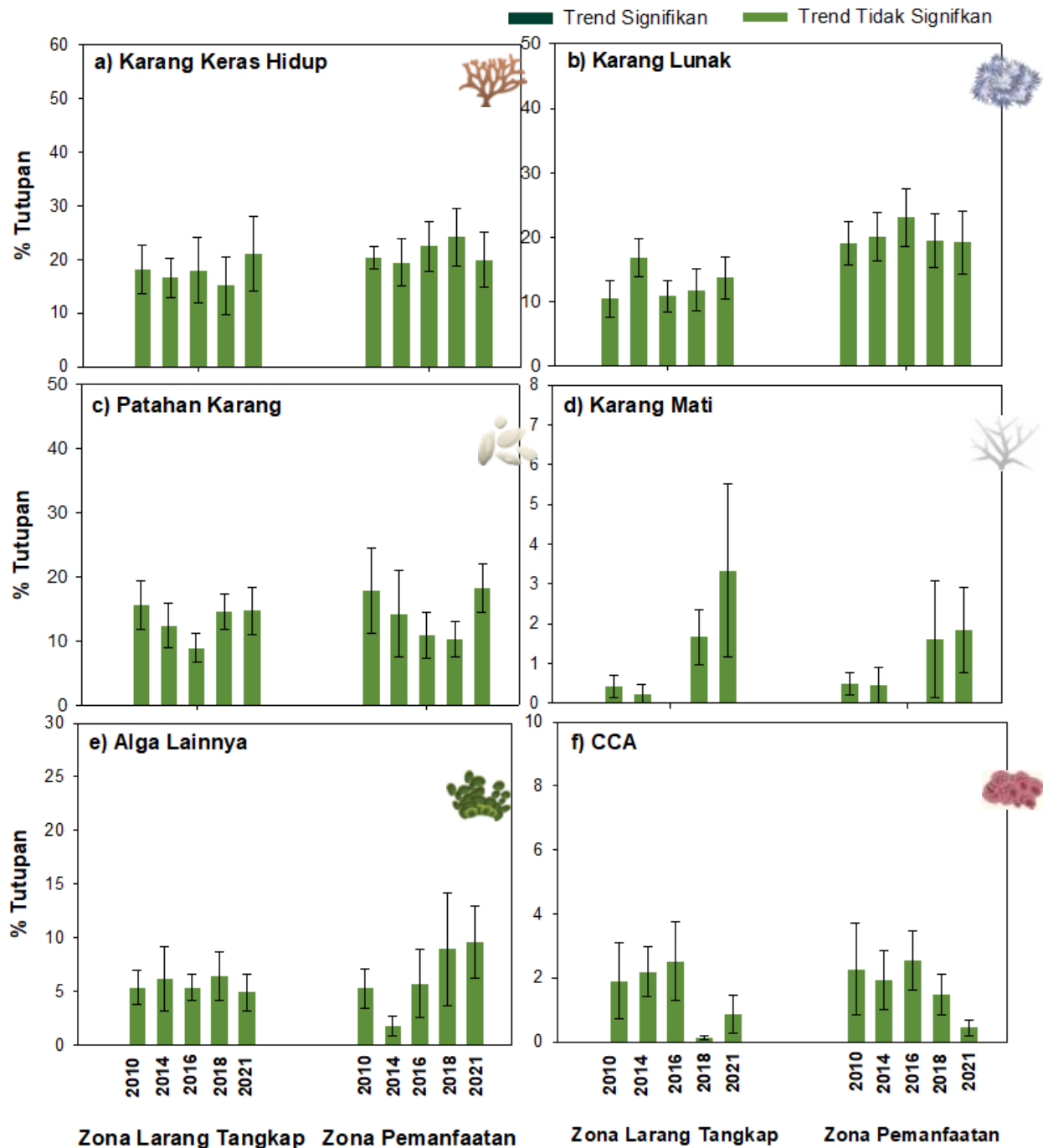
Tabel 1: Tutupan karang per kategori dan biomassa famili ikan kunci di KKPD Teluk Mayalibit tahun 2021. Semua nilai merupakan nilai rata-rata  $\pm$  standard error.

Tutupan Karang (%)		Biomassa Ikan (kg / ha)	
<i>Karang Keras Hidup (HCL)</i>	20,62 $\pm$ 4,28	<i>Ikan Herbivora</i>	257,53 $\pm$ 89,28
<i>Karang Lunak</i>	16,21 $\pm$ 2,83	<i>Acanthuridae</i>	81,99 $\pm$ 27,83
<i>Karang Memutih</i>	0,23 $\pm$ 0,12	<i>Scaridae</i>	89,57 $\pm$ 24,09
<i>Patahan Karang</i>	16,31 $\pm$ 2,54	<i>Siganidae</i>	85,97 $\pm$ 58,63
CCA	0,67 $\pm$ 0,33	<i>Ikan Target</i>	128,79 $\pm$ 35,39
<i>Alga Lainnya</i>	7,08 $\pm$ 1,84	<i>Haemulidae</i>	12,19 $\pm$ 5,28
		<i>Lutjanidae</i>	99,01 $\pm$ 30,30
		<i>Serranidae</i>	17,59 $\pm$ 3,27

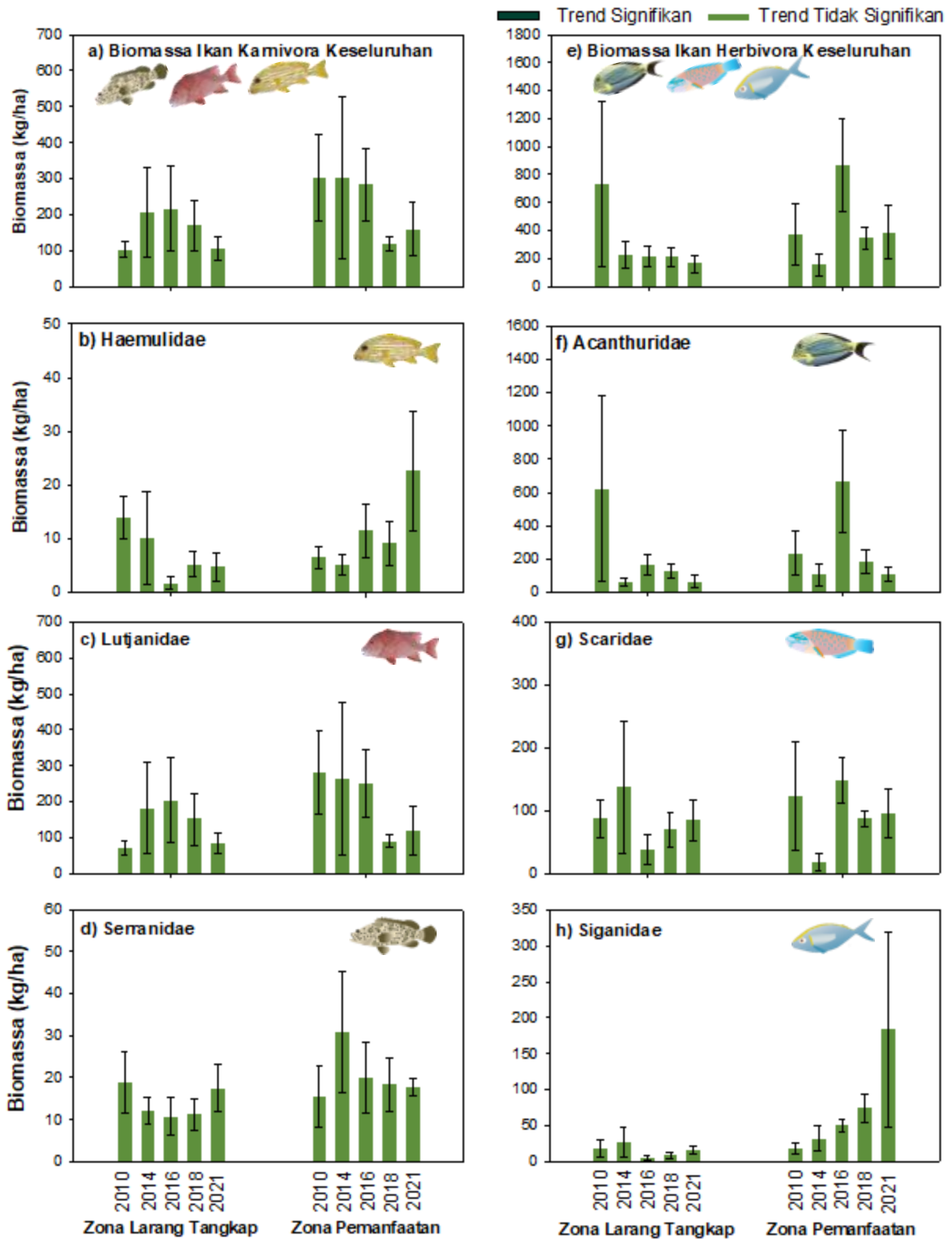
Rata-rata tutupan HCL di KKPD Teluk Mayalibit tahun 2021 adalah 20,62% (Tabel 1), relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan tutupan HCL di Bentang Laut Kepala Burung tahun 2018 yaitu 33,5% (Lampiran S4). Rata-rata persentase tutupan karang lunak atau *Soft Coral* adalah 16,21%. Sementara tutupan karang memutih atau *Bleached Coral* adalah 0,23%, rata-rata persentase tutupan patahan karang atau *Rubble* yaitu 12,31%. Sementara itu tutupan alga baik *Calcareous Coraline Algae* (CCA) maupun alga lain (*Other Algae*) masing-masing memiliki sebesar 0,67% dan 7,08%.

Biomassa ikan herbivora adalah 257,53 kg/ha. Nilai biomassa ikan herbivora hampir sama antar famili yaitu Ikan Kulit Pasir (*Acanthuridae*) memiliki biomassa 81,99 kg/ha, Ikan Kakatua (*Scaridae*) sebesar 89,57 kg/ha, dan Ikan Baronang/Samandar (*Siganidae*) adalah 85,97 kg/ha. Biomassa kelompok ikan target atau karnivora yang memiliki nilai perikanan penting memiliki total biomassa sebesar 128,79 kg/ha yang terdiri paling besar nilai biomassa adalah famili Ikan Kakap (*Lutjanidae*) sebesar 99,01 kg/ha, kemudian Ikan Kerapu (*Serranidae*) sebesar 17,59 kg/ha dan Ikan Bibir Manis (*Haemulidae*) sebesar 12,19 kg/ha.

Tidak ada perbedaan yang signifikan untuk tutupan karang keras antar tahun pemantauan. Ini juga berlaku untuk benthic lainnya, kecuali karang mati dan CCA. Tutupan karang mati pada tahun 2021 cukup tinggi bila dibandingkan dengan tahun 2016. Zonasi tidak berpengaruh terhadap tutupan karang keras. Zonasi hanya berpengaruh terhadap tutupan karang lunak, dimana tutupan karang lunak pada Zona Pemanfaatan lebih tinggi bila dibandingkan pada Zona Larang Tangkap.



Gambar 7. Rata-rata ( $\pm$  Simpangan Error) persentase tutupan karang setelah monitoring keempat pada KKP Teluk Mayalibit. Karang keras (a) termasuk semua bentuk karang keras hidup; Karang halus (b) termasuk octocorals seperti gorgonians dan sea whips; Patahan Karang (c) termasuk karang mati yang tidak melekat; Karang mati (d) termasuk karang yang baru mati, tidak termasuk turf algae atau CCA; Other Algae (e) termasuk semua turf algae dan macroalgae selain Crustose Coralline Algae (CCA, dapat dilihat pada bagian f). Lihat Lampiran untuk uji statistik



Gambar 8. Rata-rata ( $\pm$  SE) biomassa famili ikan kunci pada Zona Larang Tangkap dan Zona tangkap setelah empat monitoring pada KKP Teluk Mayalibit . Jumlah dari (a) Tiga famili ikan kunci, (b) Serranidae, (c) Lutjanidae, dan (d) Haemulidae. Panel kiri: (e) jumlah dari tiga famili ikan fungsional, (f) Acanthuridae, (g) Scaridae, dan (h) Siganidae. Lihat lampiran untuk uji Statistiknya.

Secara umum biomassa ikan di KKPD Teluk Mayalibit relatif stabil dan hanya mengalami perubahan yang kecil antar tahun pemantauan. Secara umum zonasi tidak berpengaruh terhadap biomassa ikan target maupun ikan herbivora. Tetapi zonasi hanya berpengaruh terhadap biomassa kelompok ikan Haemulidae dan Siganidae, dimana terjadi peningkatan biomassa pada Zona Pemanfaatan.

## REKOMENDASI PENGELOLAAN

Walaupun secara umum kondisi kesehatan karang masih dalam kondisi yang sehat dan meningkat pada zona larang tangkap namun tetap menjadi perhatian karena pada zona pemanfaatan mengalami penurunan (lebih rendah dibanding monitoring tahun 2018) walaupun tidak signifikan secara statistik. Hal ini perlu menjadi perhatian khusus agar trend penurunan ini tidak terus terjadi dan menyebar hingga masuk ke dalam zona larang tangkap.

Lokasi KKPD Teluk Mayalibit yang relatif dekat dengan Waisai sebagai pusat kota Raja Ampat dan mudahnya akses dari Sorong perlu menjadi perhatian bagi pengelola KKPD, sehingga tidak terjadi penangkapan ikan dan pemanfaatan lain yang berlebihan dan melanggar aturan zonasi KKPD Teluk Mayalibit. Patroli rutin dengan bekerjasama dengan masyarakat perlu diteruskan sehingga dapat memastikan aturan zonasi ditegakkan. Kepatuhan terhadap aturan zonasi dan aturan penangkapan ikan di KKPD Teluk Mayalibit perlu didukung dan ditingkatkan.

Disamping dengan hukum formal yang menetapkan Teluk Mayalibit sebagai KKPD yang merupakan satu pengelolaan Taman Wisata Perairan Kepulauan Raja Ampat, wilayah Teluk Mayalibit juga diatur dengan aturan adat yang kuat, sehingga ada akses pemanfaatan perikanan yang khusus untuk masyarakat adat di KKPD Teluk Mayalibit. Kerjasama dengan mitra terkait dan LSM seperti CI dan RARE dalam mendukung pengaturan perikanan secara adat di Teluk Mayalibit perlu didukung dan dikembangkan sehingga sumberdaya alam dan perikanan tetap terjaga dan dapat menjamin mata pencaharian masyarakat di Teluk Mayalibit dan sekitarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadia GN, Wilson JR, and Green AL, 2012. Coral Reef Monitoring Protocol for Assessing Marine Protected Areas in the Coral Triangle. Coral Triangle Support Partnership.
- Ainsworth CH, Pitcher TJ, and Rotinsulu C. 2008. Evidence of fishery depletions and shifting cognitive baselines in Eastern Indonesia. *Biological Conservation* 141: 848–859.
- Allen GR, and Erdmann MV. 2009. Reef fishes of the Bird's Head Peninsula, West Papua, Indonesia. *Check List* 5:587-628.
- Allen GR, and Erdmann MV. 2012. Reef Fishes of the East Indies. Volumes I–III. Tropical Reef Research, Perth.
- Birkeland, C. 1982. Terrestrial runoff as a cause of outbreaks of *Acanthaster planci* (Echinodermata: Asteroidea). *Marine Biology*. Berlin, Heidelberg 69(2): 175-185.
- Brodie, J., K. Fabricius, G. De'ath, and K. Okaji. 2005. Are increased nutrient inputs responsible for more outbreaks of crown-of-thorns starfish? An appraisal of the evidence. *Marine Pollution Bulletin* 51(1-4): 266-278.
- Burke, L., Reytar, K., and Spalding, M., & Perry, A. 2011. Reefs at risk revisited
- Donnelly R, Neville D, and Mous PJ (eds). 2003. Report on a rapid ecological assessment of the Raja Ampat Islands, Papua, Eastern Indonesia, held October 30–November 22, 2002.
- Fabricius, K.E., K. Okaji, and G. De'ath. 2010. Three lines of evidence to link outbreaks of the crown-of-thorns seastar *Acanthaster planci* to the release of larval food limitation. *Coral Reefs* 29(3): 593-605. (Website)
- Glew, L., G.N. Ahmadia, H.E. Fox, M.B. Mascia, P. Mohebalian, F. Pakiding, Estradivari, N.I. Hidayat, D. N. Pada, and Purwanto. 2015. State of the Bird's Head Seascape MPA Network Report, 2015. World Wildlife Fund, Conservation International, Rare, The Nature Conservancy, and Universitas Papua, Washington D.C., United States, Jakarta, Indonesia, and Manokwari, Indonesia.
- Green AL., and Wilson JR. 2009. Biological monitoring methods for assessing coral reef health and management effectiveness of Marine Protected Areas in Indonesia. Version 1.0. TNC Indonesia Marine Program Report 1/09. 44 pp.
- Hoegh-Guldberg O, Mumby PJ, Hooten AJ, Steneck RS, Greenfield P, Gomez E, Harvell CD, Sale PF, Edwards AJ, Caldeira K, Knowlton N, Eakin CM, Iglesias-Prieto R, Muthiga N, Bradbury RH, Dubi A, and Hatziolos ME. 2007. Coral Reefs under rapid climate

change and ocean acidification. *Science* 318:1737–1742.

Larsen SN, Leisher C, Mangubhai S, Muljadi A, and Tapilatu R. 2011. Report on a Coastal Rural Appraisal in Raja Ampat Regency, West Papua, Indonesia. The Nature Conservancy, Sanur. Report 3/11. 32pp.

Stanley DG. 2015. Early History of Scleractinian Coral and Its Geological Consequences. Department of Paleobiology, US National Museum of Natural History. Washington DC. 20560.

Mangubhai S, Erdmann MV, Wilson JR, Huffard CL, Ballamu F, Hidayat NI, Hitipeuw C, Lazuardi ME, Muhajir, Pada D, Purba G, Rotinsulu C, Rumetna L, Sumolang K, and Wen W. 2012. Papua Bird's Head Seascape: Emerging threats and challenges in the global center of marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.024>.

Varkey DA, Ainsworth, CH, Pitcher TJ, Goram Y, and Sumaila R. 2010. Illegal, unreported and unregulated fisheries catch in Raja Ampat Regency, Eastern Indonesia. *Marine Policy*. 34: 228–236.

Veron JEN, DeVantier LM, Turak E, Green AL, Kininmonth S, Stafford-Smith SM, and Peterson N. 2009. Delineating the Coral Triangle. *Galaxea*. 11: 91–100.

## LAMPIRAN

### Lampiran S1. Indikator Ekologi

Dalam laporan ini, kami menyajikan data karang dan ikan yang telah dirangkum menjadi beberapa indikator kunci yang dipilih untuk menggambarkan tujuan pengelolaan, menginformasikan pembuat kebijakan, dan berguna sebagai indikator kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Indikator-indikator ini sejalan dengan indikator yang digunakan dalam Penilaian Pengelolaan KKP di Indonesia, termasuk kondisi terumbu karang dan populasi spesies ikan fungsional (herbivore) dan spesies ikan kunci atau target tangkapan nelayan. Kriteria lain termasuk memilih spesies dari berbagai tingkat trofik, kelompok fungsional, riwayat hidup dan wilayah jelajah. Dengan beberapa pertimbangan tersebut, kami menyajikan data ringkasan indikator sebagai berikut.

	Indikator	Definisi	Penjelasan
Kelompok Karang / Kategori PIT	<i>Hard Coral</i> /Karang Keras	Semua taksa karang scleractinian serta taksa dengan kerangka kalsium karbonat ( <i>Heliopora</i> , <i>Millepora</i> , <i>Tubipora</i> )	Hard coral adalah dinding pelindung terumbu karang, yang berkontribusi pada biodiversitas, pertumbuhan terumbu karang secara umum dan habitat ikan
	<i>Soft Coral</i> /Karang Lunak	Semua karang lunak	Karang lunak berkontribusi pada biodiversitas dan nilai keindahan terumbu karang.
	<i>Dead Coral</i> /Karang Mati	Tidak ada jaringan karang dan alga biofilm yang tipis, namun kerangka karang masih terlihat	Karang mati yang belum ditumbuhi alga adalah kematian karang yang belum lama terjadi atau alganya yang dimakan oleh ikan-ikan herbivora.
	<i>Rubble</i> /Patahan Karang	Sebagian besar bagian karang mati telah terlepas dari koloni karang	Patahan karang berasal dari kerusakan fisik terumbu karang, misalnya akibat badai besar, jangkar kapal, atau bom ikan.
	<i>Other Algae</i> /Alga lainnya	Turf algae, <i>Halimeda</i> , dan semua spesies lainnya dari magroalga	Alga bersaing dengan karang untuk ruang pada terumbu karang, menyediakan makanan untuk herbivora, dan mengurangi secara lokal
	<i>Crustose Coralline Algae</i> , CCA	Hanya CCA: Keras kalsifikasi, berwarna merah muda yang menutupi karang	CCA menyediakan tempat bagi bayi karang untuk bermukim dan menyatu, menambah pertumbuhan dan stabilitas karang secara keseluruhan.
Famili Kelompok Ikan	Famili Ikan Target Perikanan Kunci/Karnivora	Jumlah dari famili Serranidae, Lutjanidae, dan Haemulidae	Ikan Target ini adalah target utama perikanan, sehingga populasi mereka digunakan untuk menduga adanya penangkapan ikan yang berlebihan.
	Serranidae	Kerapu	
	Lutjanidae	Kakap	
	Haemulidae	Bibir Tebal	
	Famili Ikan Herbivora Utama	Jumlah dari famili Acanthuridae, Scaridae, dan Siganidae	Ikan herbivora ini mengonsumsi alga, menyisakan ruang terbuka bagi karang dewasa untuk tumbuh dan bagi bayi karang untuk bertahan.
	Acanthuridae	Butana	
	Scaridae	Kakatua	
Siganidae	Baronang		



Lampiran S2. Hasil pengujian ANOVA dua faktor perbedaan antar waktu (tahun) dan antar zona larang tangkap dan zona tangkap untuk rata-rata tutupan kelompok karang

	<b>Tahun</b> <i>Apakah terjadi perubahan antar waktu?</i>	<b>Zona</b> <i>Apakah terjadi perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap?</i>	<b>Interaksi</b> <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Gambar 7a) Karang Keras	0,998	0,129	0,886
7b) Karang Lunak	0,790	<b>0,001</b>	0,792
7c) Patahan karang	0,513	0,891	0,878
7d) Karang Mati	<b>0,009</b>	0,925	-
7e) Alga Lainnya	0,434	0,829	0,234
7f) CCA	<b>0,057</b>	0,358	-

Lampiran S3. Hasil pengujian ANOVA dua faktor perbedaan antar waktu (tahun) dan antar zona larang tangkap dan zona tangkap untuk biomasa ikan kunci (target/Karnivora) dan kelompok ikan fungsional (herbivora)

	<b>Tahun</b> <i>Apakah terjadi perubahan antar waktu?</i>	<b>Zona</b> <i>Apakah terjadi perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap?</i>	<b>Interaksi</b> <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Gambar 8a) Ikan Target	0,950	0,179	0,911
8b) Haemulidae	0,395	<b>0,049</b>	0,156
8c) Lutjanidae	0,897	0,137	0,844
8d) Serranidae	0,929	0,151	0,792
Gambar 8e) Ikan Herbivora	0,713	0,112	0,396
8f) Acanthuriadae	0,133	0,112	-
8g) Scaridae	0,620	0,457	0,136
8h) Siganidae	0,601	<b>0,000</b>	0,214

Lampiran S4: Tutupan karang per kategori dan biomasa famili ikan kunci di BLKB Periode Tahun 2017-2019. Semua nilai merupakan nilai rata-rata  $\pm$  standard error.

Tutupan Karang (%)		Biomassa Ikan (kg / ha)	
Karang Keras	33,5 $\pm$ 36,7	Ikan Herbivora	462,1 $\pm$ 752,8
Karang Lunak	10,5 $\pm$ 12,5	Acanthuridae	270,5 $\pm$ 552,1
Karang Memutih	< 1	Scaridae	129,0 $\pm$ 162,2
Patahan Karang	22,1 $\pm$ 24,9	Siganidae	40,6 $\pm$ 60,6
CCA	< 1	Ikan Target	279,1 $\pm$ 405,9
Alga Lainnya	5,2 $\pm$ 7,0	Haemulidae	12,6 $\pm$ 223,8
		Serranidae	23,3 $\pm$ 32,4
		Lutjanidae	233,4 $\pm$ 359,4

**Kredit Gambar:**

Gambar ikon ikan dan karang diambil dari *the Integration and Application Network, University of Maryland Center for Environmental Science (ian.umces.edu/imagelibrary/)*