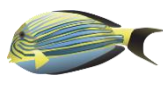




LAPORAN STATUS DAN TREN EKOLOGI KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN DAERAH BURUWAY, KAIMANA TAHUN 2019



Tutupan karang



Ikan fungsional



Ikan target



DI SUSUN OLEH

**Purwanto, Dariani Matualage, Irman Rumengan, Habema Y Monim, Awaludinnoer,
Ronald Mambrasar, Nugraha Maulana, Mulyadi, La Hamid, Daud Orisu**



SARAN SITASI

Purwanto, Dariani Matualage, Irman Rumengan, Habema Y. Monim, Awaludinnoer, Ronald mambrasar, Nugraha Maulana, Mulyadi, , La Hamid, Daud Orisu. 2019. *Laporan Status dan Tren Ekologi KKPD Buruway, Kaimana*. Universitas Papua, The Nature Conservancy, , Conservation International, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Manokwari, Sorong, Indonesia.

Foto Sampul: ©Habema Y. Monim-Universitas Papua
Tata Letak Peta: Irman Rumengan-Universitas Papua

LAPORAN STATUS EKOLOGI

KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN DAERAH BURUWAY, KAIMANA

TAHUN 2019

PENDAHULUAN

Kabupaten Kaimana terletak antara 2°52'51" – 4°15'01" Lintang Selatan dan 132°46'59"-135°02'15" Bujur Timur. Merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata 0 - 100 meter di atas permukaan laut. Wilayah Kabupaten Kaimana seluas 36.000 km² yang terdiri dari perairan laut kurang lebih 17.500 km² dan daratan mencapai 18.500 km². Wilayah Kabupaten Kaimana terbagi ke dalam 7 distrik/kecamatan, 2 kelurahan, dan 84 kampung/desa. Sebanyak 54 kampung berada di daerah pesisir dan 30 kampung terletak di bukit, lembah dan dataran yang tidak berhubungan langsung dengan laut. Jumlah penduduk Kaimana sebanyak 54.165 jiwa yang termasuk dalam 12.238 keluarga (BPS Kabupaten Kaimana, 2015).

Perairan laut Kabupaten Kaimana masuk ke dalam wilayah segitiga karang dunia dan bentang laut kepala burung yang diketahui memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi ini (Veron dkk. 2009, Allen dan Erdman 2009, 2012, Mangubhai dkk. 2012) sehingga wilayah ini menjadi prioritas global untuk konservasi perairan (Huffard, 2012). Wilayah perairan laut Kaimana bersama dengan Fakfak terkenal sebagai lokasi agregasi ikan terbang (*Hirundichys oxycephalus*) dan merupakan lokasi pemijahan dan peneluran yang potensial, sehingga menjadi lokasi utama penangkapan ikan terbang di Indonesia (Suwarso, dkk. 2007; Laporan Pak Boli/SEA)

Perairan laut dan pesisir Kaimana terutama ekosistem terumbu karang, lamun dan mangrove sangat penting karena mendukung kondisi perikanan termasuk keberadaan invertebrata, seperti teripang dan lola yang sangat penting bagi masyarakat. Seperti masyarakat pesisir di Indonesia, masyarakat di Kaimana bergantung pada ekosistem terumbu karang untuk menangkap ikan dan biota laut lainnya sebagai sumber makanan dan pendapatan. Diperkirakan lebih dari 64% berhubungan langsung dan tergantung dengan sumberdaya pesisir dan laut (BPS Kabupaten Kaimana, 2015). Namun ekosistem terumbu karang dan perikanan di Indonesia, termasuk di Kaimana, terancam oleh penggunaan metode penangkapan ikan yang merusak seperti penggunaan bom, bus, dan penangkapan ikan berlebihan (Burke et al., 2011). Peningkatan suhu permukaan air yang terkait dengan perubahan iklim global juga merupakan ancaman bagi ekosistem terumbu karang (Hoegh-Guldberg et al. 2007).

Inisiasi pembentukan Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) Kaimana dimulai tahun 2006 sebagai upaya untuk mempertahankan dan melindungi ekosistem terumbu karang dan keanekaragaman hayati laut serta menjamin mata pencaharian penduduk dari perikanan yang berkelanjutan. KKPD Kaimana ditetapkan melalui Peraturan Daerah Kabupaten Kaimana No. 11 Tahun 2014, mencakup wilayah seluas 508.324 hektar yang terdiri dari 4 wilayah pengelolaan, yaitu KKPD Buruway, KKPD Arguni, KKPD Kaimana dan KKPD Etna dan Yamor. Seiring dengan amanat Undang-Undang No. 23 Tahun 2014, pengelolaan wilayah laut diserahkan dari Pemerintah Kabupaten ke Pemerintah Provinsi, sehingga pengelolaan

KKPD Kaimana diserahkan ke Provinsi Papua Barat. Pengelolaan KKPD Kaimana diperkuat dengan Keputusan Gubernur Papua Barat No.523/135/7/2018 tentang Rencana Pengelolaan Zonasi KKPD Kaimana yang meliputi 4 wilayah pengelolaan yaitu KKPD Buruway, KKPD Arguni, KKPD Teluk Etna dan KKPD Kaimana Kota.

KKPD Buruway seluas 232.062,54 hektar, terletak di sebelah barat daratan Papua, mencakup sebagian besar perairan yang terletak diantara Kabupaten Fakfak dan Kaimana. Kawasan ini mencakup 19 pulau dan 10 kampung. Lokasi KKPD Buruway berdekatan dengan wilayah pelabuhan Kota Kaimana yang cukup ramai dan sebelumnya terkenal dengan industri pengolahan dan pengalengan ikan. KKPD Buruway dikelola dengan sistim zonasi dengan mengacu kepada PP 60 tahun 2017, yang secara prinsip dibagi menjadi Zona Inti, Zona Pemanfaatan dan Zona Perikanan Berkelanjutan. Dalam laporan ini sistim zonasi dikelompokkan menjadi Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan (Tabel 1).

Tabel 1: Sistem zonasi dan luasan KKPD Buruway, Kabupaten Kaimana

Nama Zona	Luas (ha)	Persentase (%)	Kategori
Zona Inti	16.216,88	6,99	Zona Larang Tangkap
Zona Pemanfaatan	31.481,09	13,57	Zona Pemanfaatan
Zona Perikanan Berkelanjutan	184.364,57	79,45	Zona Larang Tangkap

Monitoring kesehatan karang di KKPD Buruway dilakukan untuk mengumpulkan data terkini kondisi kesehatan karang. Data kesehatan karang digunakan sebagai salah satu komponen untuk menilai efektivitas pengelolaan kawasan konservasi dan juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan pengelolaan kawasan konservasi yang adaptif.

Metode monitoring menggunakan panduan yang dikembangkan oleh Green dan Wilson (2009) dan dimodifikasi oleh Ahmadia, dkk. (2012). Kesehatan karang diukur dari kondisi ikan dan tutupan karang. Pengambilan data ikan menggunakan metode *Underwater Visual Census* dan tutupan karang dengan metode *Point Intercept Transect*. Jumlah titik (sites) yang dimonitor sebanyak 28 site yang terdiri dari 15 sites di Zona Larang Tangkap dan 13 sites di Zona Pemanfaatan. Data Tahun 2019 dibandingkan dengan data sebelumnya yaitu pada Tahun 2015 dan 2011, sehingga diketahui tren kondisi kesehatan karang yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pengelolaan dan sistim zonasi KKPD Buruway.

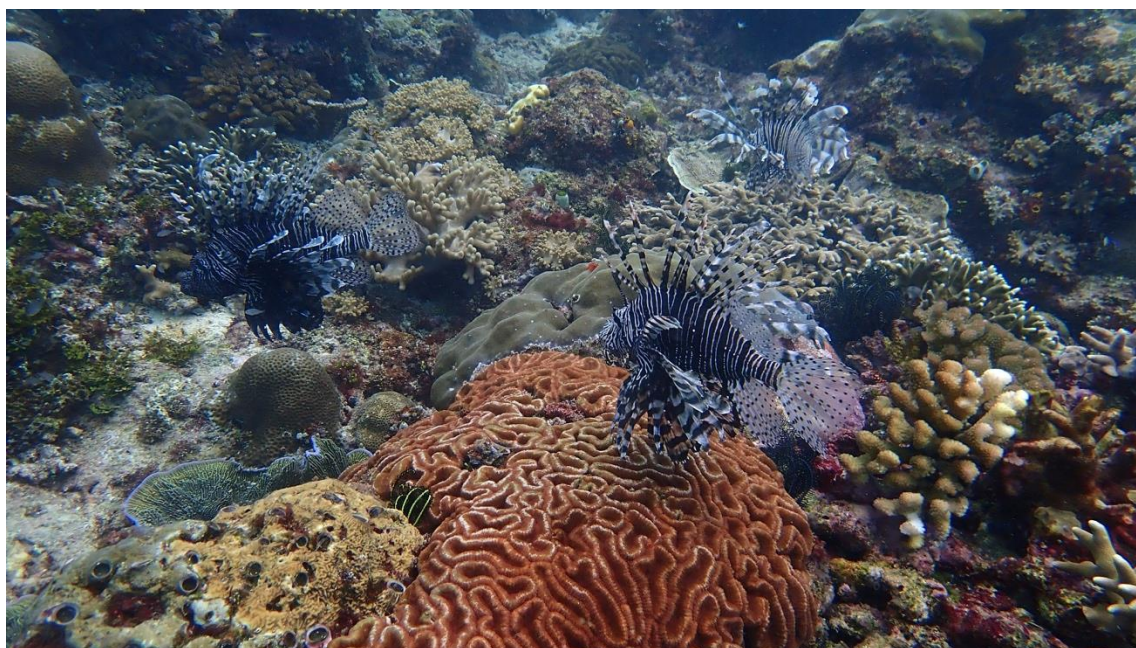
Karena kendala cuaca, kegiatan monitoring tanggal 26 Maret – 4 April 2019, hanya dapat mengambil data di 22 lokasi. 6 sites lainnya di ambil datanya pada tanggal 24 – 25 November 2019. Tim monitoring merupakan orang yang terlatih dan berpengalaman melakukan pengambilan data kesehatan karang sehingga kualitas data sesuai dengan panduan. Tim monitoring merupakan gabungan dari dari berbagai institusi, yaitu Universitas Papua, Kabupaten Kaimana (Dinas Kelautan dan Perikanan, Dinas Pariwisata dan Distrik Buruway), CI Indonesia, TNC Indonesia, Balai Taman Nasional Teluk Cenderawasih, mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua dan mahasiswa Universitas Hasanuddin.

RINGKASAN HASIL MONITORING TAHUN 2019

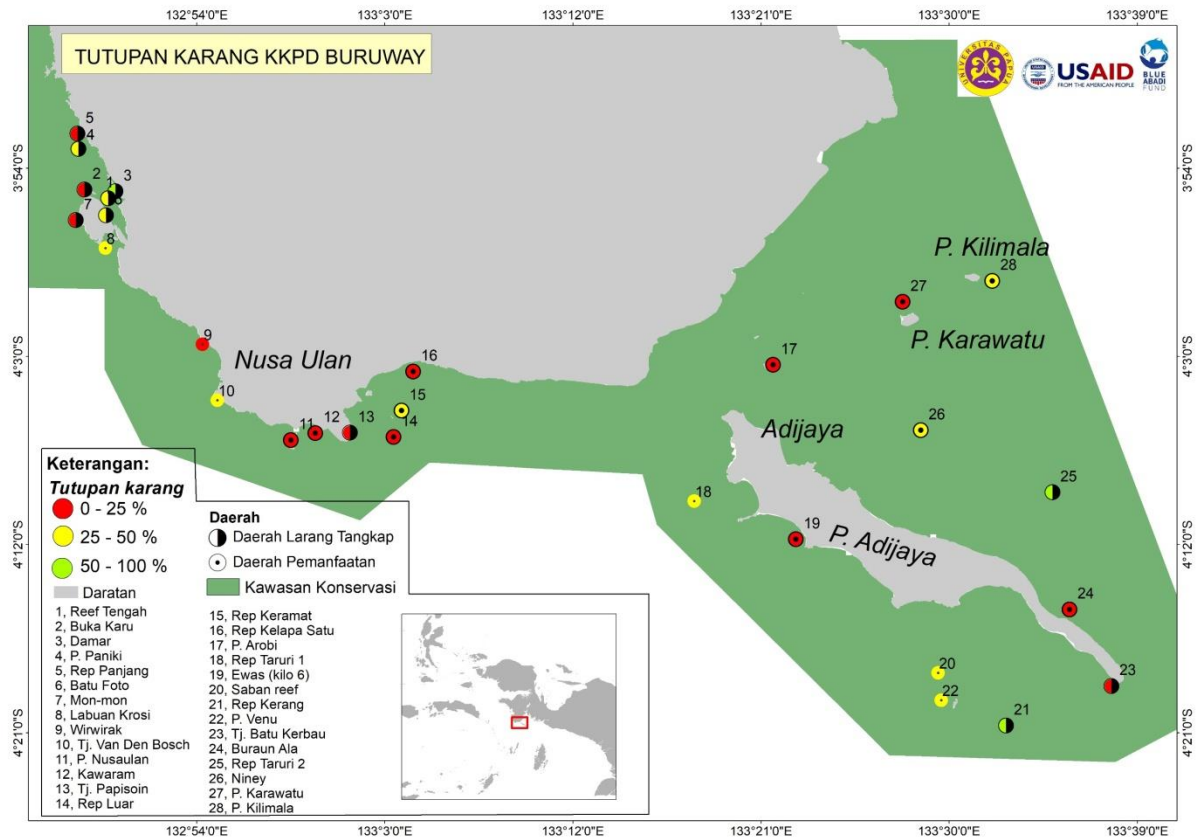
Hasil monitoring kesehatan karang Tahun 2019 menunjukkan bahwa secara umum jenis dan jumlah ikan yang ditemukan relatif sedikit dan lebih rendah jika dibandingkan dengan kawasan konservasi lain di Bentang Laut Kepala Burung. Beberapa titik penyelaman seperti Reef Keramat, Reep Taruri 2, Buka Karu, Saban Reef dan Niney tercatat memiliki jumlah ikan yang relatif lebih banyak jika dibandingkan di titik penyelaman lainnya. Sedikitnya jumlah dan jenis ikan yang ditemukan pada saat penyelaman diperkirakan akibat sering terjadi penangkapan ikan yang berlebihan dari nelayan luar (informasi dari masyarakat) dan juga ditemui 8-10 perahu nelayan yang menangkap ikan pada saat penyelaman di perairan Pulau Venu . Gelombang yang tinggi dan *visibility* yang rendah pada saat monitoring, diperkirakan berpengaruh juga terhadap jumlah dan jenis ikan yang tercatat.

Ikan hiu (*Carcharhinus melanopterus/blacktip reef shark*), penyu hijau (*Chelonia mydas*), Napoleon (*Cheilinus undulatus*), Bumphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) ditemukan pada *beberapa* titik penyelaman yaitu di Pulau Paniki, Niney, Reep Keramat, Reef Taruri 2 dan Reef Taruri 1. Ikan Kerapu (*Epinephelus sp*) yang berukuran besar antara 1- 2 meter ditemukan di titik penyelaman Tanjung Batu Kerbau dan Reef Taruri 2. Beberapa jenis ikan yang ditemukan berkelompok (*schooling*) adalah ikan *Pinjalo pinjalo*, Barakuda (*Sphryna sp*), Bubara (*Caranx sp*), *Caesio sp*, dan lain-lain.

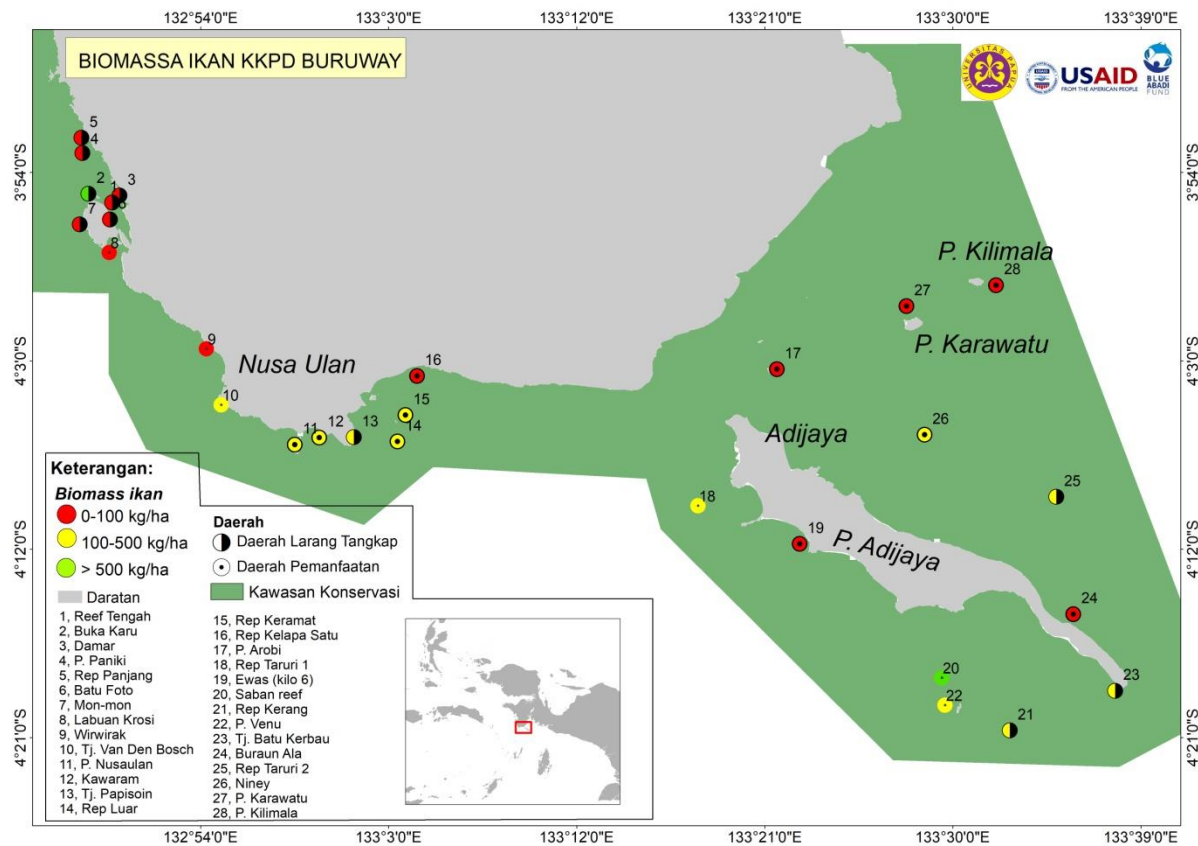
Pada saat menuju ke lokasi penyelaman, tim menemukan Hiu Paus atau *Whale Shark* (*Rhincodon typus*) di daerah Nusaulan dan *schooling* lumba-lumba selama perjalanan ke lokasi penyelaman. Pada beberapa titik penyelam ditemukan *lionfish* (Gambar 1), namun dalam jumlah yang masih sangat sedikit.



Gambar 1. Ikan Lionfish (*Pterois volitans*) yang ditemukan di KKPD Buruway pada saat monitoring Tahun 2019.



Gambar 2. Peta tutupan karang keras hidup di KKPd Buruway hasil monitoring tahun 2019.



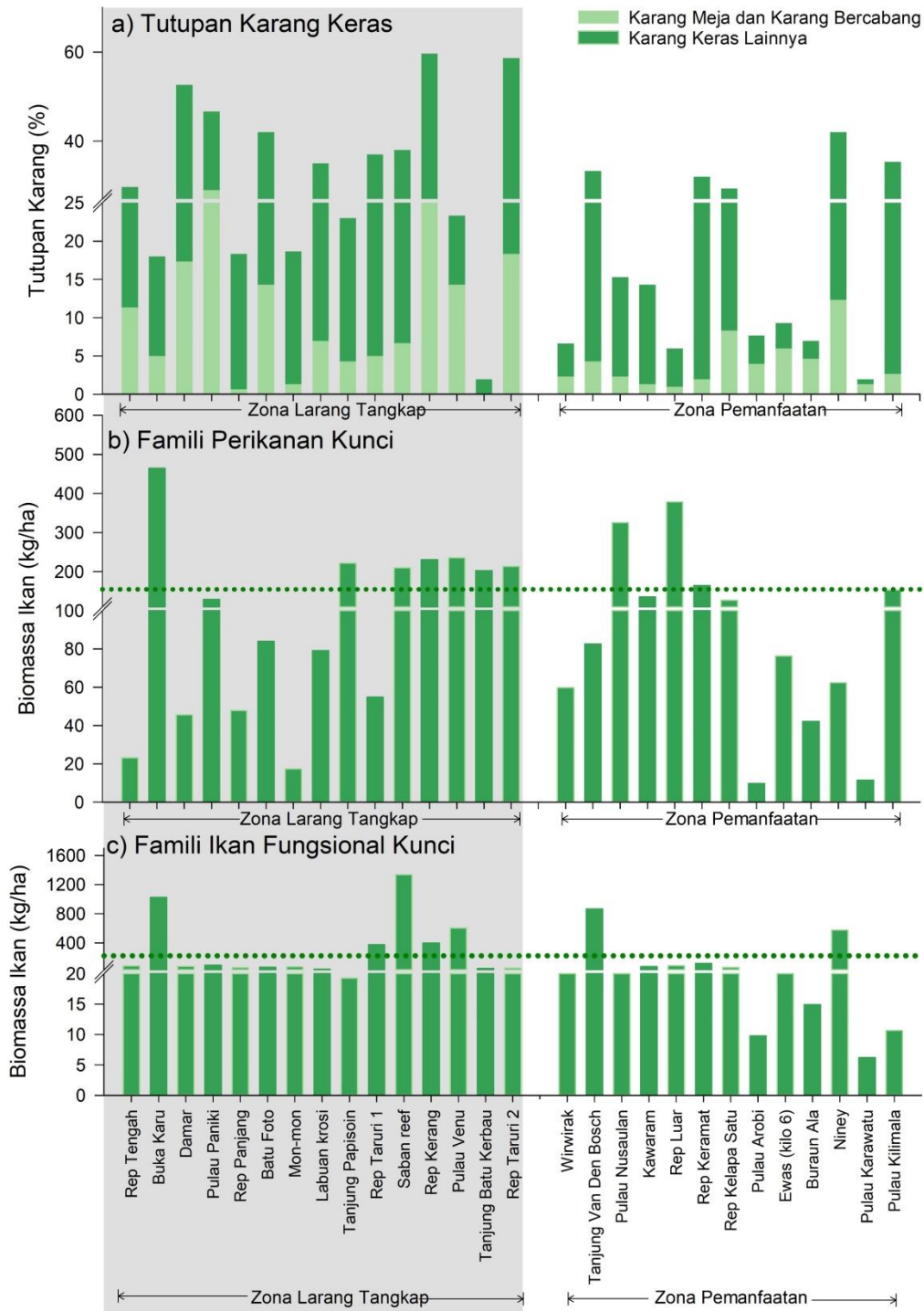
Gambar 3. Peta biomassa ikan karang di KKPd Buruway hasil monitoring Tahun 2019.

Hasil monitoring Tahun 2019 menunjukkan terdapat 8 titik penyelaman yang memiliki tutupan karang dan biomassa ikan yang rendah (Gambar 2 dan 3), yaitu Rep Panjang, Buka Karu, Wirwirak, Rep Kelapa Satu, P. Arobi, P. Karawatu, Ewas (kilo 6), dan Buraun Ala.

Tabel 2: Tutupan karang per kategori dan biomassa famili ikan kunci di KKPD Buruway Tahun 2019. Semua nilai merupakan nilai rata-rata \pm standard error.

Tutupan Karang (%)		Biomassa Ikan (kg / ha)	
<i>Hard Coral (HCL)</i>	26,5 \pm 3,2	<i>Ikan Fungsional Penting</i>	222,9 \pm 65,7
<i>Soft Coral</i>	9,9 \pm 2,0	<i>Acanthuridae</i>	168,0 \pm 59,1
<i>Bleached Coral</i>	0	<i>Scaridae</i>	46,9 \pm 12,6
<i>Rubble</i>	29,0 \pm 3,3	<i>Siganidae</i>	8,1 \pm 2,2
CCA	3,2 \pm 0,7	<i>Perikanan Kunci</i>	138,8 \pm 21,8
<i>Other Algae</i>	5,0 \pm 1,3	<i>Haemulidae</i>	3,1 \pm 1,2
<i>Dead Coral</i>	0,6 \pm 0,3	<i>Lutjanidae</i>	107,9 \pm 19,8
		<i>Serranidae</i>	27,8 \pm 6,6

Rata-rata tutupan Karang Keras Hidup (HCL) sebesar 25,9% (Tabel 2). Jika dibandingkan dengan rata-rata tutupan karang untuk masing-masing indikator di kawasan konservasi Bentang Laut Kepala Burung, rata-rata tutupan HCL di KKPD Buruway Tahun 2019 relatif lebih rendah. (Lampiran 4). Ini juga berlaku untuk rata-rata biomassa ikan Herbivora maupun Karnivora (untuk biomassa ikan karnivora KKPD Buruway masih lebih tinggi dibandingkan di KKPD Selat Dampier).



Gambar 4. Rata-rata persentase tutupan karang (a), biomassa famili Ikan Kunci/target (b) dan biomassa famili ikan fungsional (c), di masing-masing lokasi di KKP Distric Buruway. Daerah yang diarsir adalah lokasi Zona larang tangkap. Kotak garis menunjukkan rata-rata untuk setiap indikator di semua lokasi monitoring.

Ada 2 titik penyelaman yang memiliki tutupan karang dan biomassa ikan yang sangat rendah, yaitu Pulau Arobi dan Pulau Karawatu (Gambar 4). Berbeda dengan titik penyelaman lain yang memiliki tutupan karang yang tinggi namun biomassa ikan rendah atau sebaliknya. Rendahnya tutupan karang di kedua titik monitoring tersebut diduga akibat banyaknya tekanan, baik dari aktivitas menangkap ikan, alur pelayaran dan juga aktivitas masyarakat lokal dilokasi perairan tersebut.

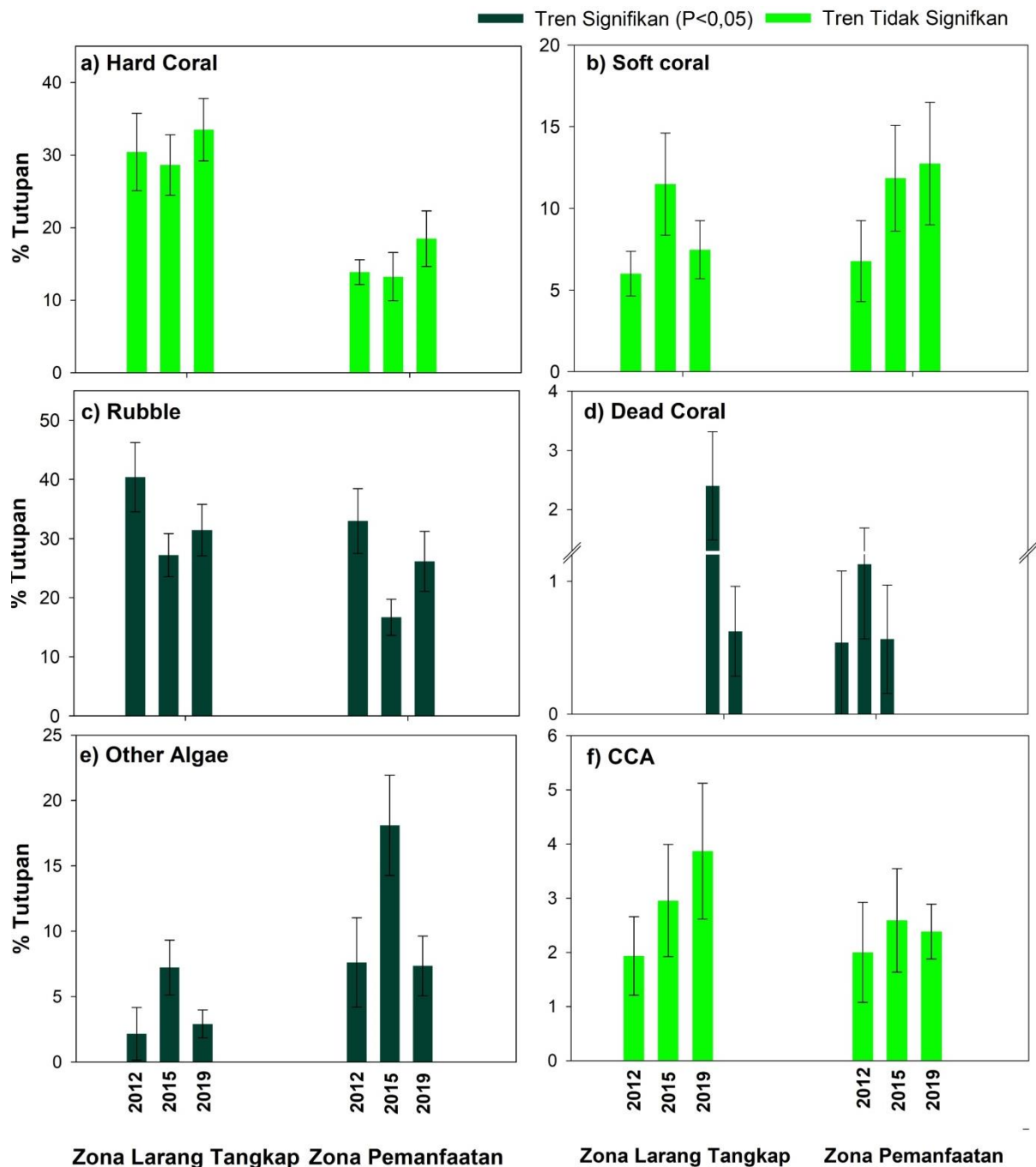
Tutupan HCL tertinggi sebesar 59,7% di lokasi monitoring Reef Kerang (Site No 21) dan terendah sebesar 2% di Tanjung Batu Kerbau (Site No 23) dan P Karawatu (Site No 27). Hanya terdapat 3 lokasi monitoring yang memiliki tutupan HCL lebih dari 50% (Damar, Rep Kerang, dan Rep Taruri 2), dan 14 lokasi yang memiliki tutupan HCL kurang dari 25%. Persentase Tutupan HCL hampir sama di Zona Larang Tangkap. Ini berbeda dengan tutupan karang HCL di Zona pemanfaatan yang sangat beragam.

Rata-rata biomasa ikan perikanan kunci (karnivora) sangat bervariasi antar lokasi monitoring dan antar zona. Di Zona Larang Tangkap nilai rata-rata biomasa ikan karnivora atau ikan target tertinggi berada di Bukakaru sebesar 464,2 kg/ha dan terendah di Mon-mon sebesar 17,4 kg/ha (Gambar 4b). Sedangkan di Zona Pemanfaatan biomasa ikan karnivora tertinggi di Rep Luar sebesar 378,3 kg/ha (Gambar 4b). Biomassa ikan herbivora yang mempunyai fungsi ekologi sangat penting yang tertinggi di Zona Larang Tangkap adalah di lokasi Saban reef yang mencapai lebih dari 1000 kg/ha dan yang terendah di Tanjung Papisoin sebesar 19,3 kg/ha (Gambar 4c). Sedangkan di Zona Pemanfaatan nilai tertinggi di Tanjung Van Den Bosch (864,4 kg/ha) dan terendah di Pulau Karawatu sebesar 6,2 kg/ha (Gambar 4c).

Keadaan Tutupan Karang



Gambar 5. Karang Keras (Genus Acropora) di KKPD Buruway (Photo: Awaluddinnoer/TNC)



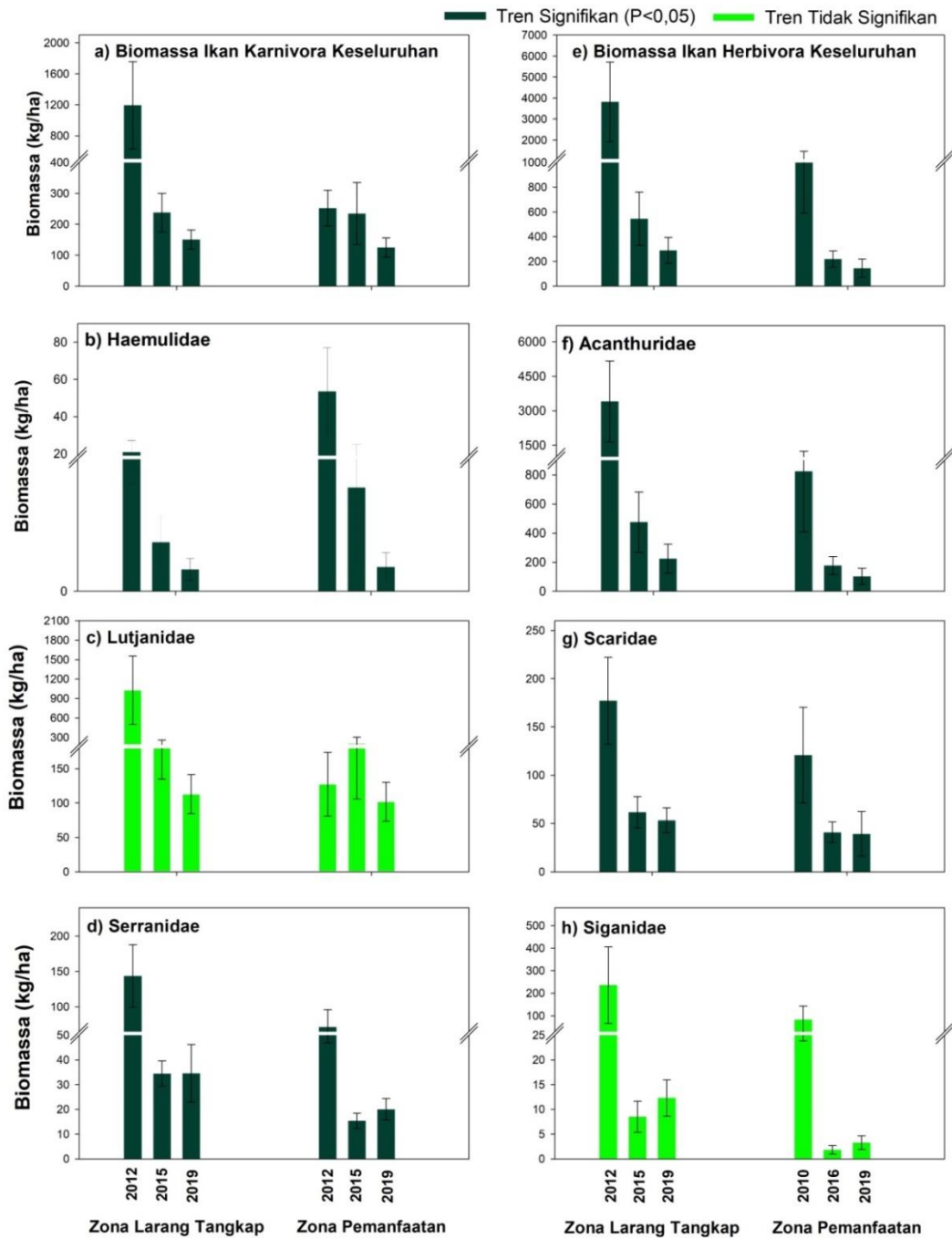
Gambar 6. Rata-rata (\pm Simpangan Error) persentase tutupan karang setelah monitoring ketiga pada KKP Buruway. Karang keras (a) termasuk semua bentuk karang keras hidup; Karang halus (b) termasuk octocorals seperti gorgonians dan sea whips; Patahan Karang (c) termasuk karang mati yang tidak melekat; Karang mati (d) termasuk karang yang baru mati, tidak termasuk turf algae atau CCA; Alga lainnya (e) termasuk semua turf dan macroalgae selain Crustose Coralline Algae (CCA, di panel f). Lihat Lampiran untuk uji statistiknya

Secara umum, tutupan HCL di KKP Buruway pada Zona Larang Tangkap sangat tinggi dibanding pada Zona pemanfaatan ($P = 0,000$; Lampiran 2), namun stabil antar waktu monitoring. Rata-rata tutupan karang lunak (*Soft Coral*) dan *Crustose Coralline Algae* (CCA) juga tidak mengalami perubahan yang signifikan sejak Tahun 2012. Perbedaan signifikan terjadi pada tutupan patahan karang (*Rubble*), karang mati (*Dead Coral*) dan alga lainnya (*Other Algae*) (Gambar 6). Patahan karang cenderung meningkat jika dibandingkan pada Tahun 2015. Ini juga terlihat dari hasil pemantauan selama monitoring Tahun 2019 dimana

ditemukan bekas bom baru di dua titik penyelaman yaitu di Rep Kerang dan Rep Panjang yang masuk dalam Zona Larang Tangkap. Data juga menunjukkan bahwa tutupan patahan karang lebih tinggi pada Zona Larang Tangkap dibandingkan dengan Zona Pemanfaatan ($P=0,021$; Lampiran 2). Selain bekas bom baru, juga ditemukan patahan karang lama yang sudah mulai ditumbuhi oleh alga. Tutupan alga lebih rendah jumlahnya bila dibandingkan Tahun 2015, namun alga masih ditemui di hampir semua titik penyelaman pada saat monitoring Tahun 2019 selain patahan karang dan pasir. Visibility pada saat melaksanakan monitoring antara 3-5 m, yang dapat mempengaruhi masuknya cahaya matahari ke habitat terumbu karang. Rata-rata visibility yang termasuk dalam kategori rendah ini diduga merupakan kiriman sedimen dari beberapa sungai besar yang berinteraksi langsung dengan KKPD Buruway. Jika kondisi ini terus berlangsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan keberlanjutan habitat karang yang memerlukan pasokan cahaya matahari.

Keadaan Biomass Ikan

Tren biomassa ikan herbivora mengalami penurunan cukup signifikan antar tahun pengamatan ($P=0,010$; Lampiran 3), baik di zona larang tangkap maupun zona penangkapan. Rata-rata biomasa ikan karnivora juga menurun antar tahun monitoring di semua zona ($P=0,013$; Lampiran 3). Penurunan biomassa ikan yang cukup signifikan terlihat pada genus Haemulidae ($P=0,015$; Lampiran 3), Acanthuridae ($P=0,003$; Lampiran 3), Serranidae ($P=0,000$; Lampiran 3) dan Scaridae ($P=0,016$; Lampiran 3). Sedangkan pada genus Lutjanidae terjadi penurunan namun tidak signifikan ($P=0,113$; Lampiran 3), yaitu terlihat pada Zona Larang Tangkap. Berbeda dengan biomassa genus lainnya, biomassa genus Serranidae dan Siganidae cenderung meningkat dari tahun monitoring sebelumnya, terutama pada Zona Larang Tangkap (Gambar 7d dan 7h). Gambar 7 menunjukkan bahwa setiap periode pengamatan, jumlah biomassa ikan menurun secara drastis terutama pada jenis ikan Haemulidae dan Acanthuridae. Penurunan biomassa ikan diduga karena adanya tekanan berupa penangkapan ikan yang dilakukan terus menerus, serta tidak adanya pengawasan yang dilakukan di KKPD Buruway. Penangkapan ikan juga terjadi pada Ikan Hiu yang merupakan target perburuan nelayan yang mengambil siripnya. Nelayan-nelayan ini masih bebas beroperasi di sekitar perairan KKPD Buruway.



Gambar 7. Rata-rata (\pm SE) biomassa famili ikan kunci pada Zona Larang Tangkap dan Zona tangkap setelah tiga monitoring pada KKP Buruway. 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.

REKOMENDASI PENGELOLAAN

Adanya *overgrowth* alga dan dominasi rubble di beberapa lokasi monitoring, rendahnya biomasa dan ikan serta berkurangnya frekuensi ikan *schooling* diduga merupakan indikasi adanya tekanan aktifitas manusia. Algae diketahui merupakan biota yang dapat cepat tumbuh pada kondisi substrat *rubble* setelah suatu lokasi terjadi kerusakan karang (Ammar M, 2005; Miller, 1988). Di beberapa lokasi terjadi kompetisi pertumbuhan karang keras dengan alga, karang lunak dan *sponge* (McCook et.al., 2001). Pertumbuhan berlebihan *algae* dapat dipicu oleh adanya nutrient berlebihan (Birkeland C, 1982) yang dapat berasal dari rumah tangga atau polusi lainnya. Di perairan yang ideal bagi terumbu karang biasanya pertumbuhan karang keras lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan alga dan karang lunak. Secara umum diketahui karang keras mempunyai nilai ekologi yang lebih baik daripada karang lunak dan alga karena karang keras dapat membentuk terumbu yang penting bagi perikanan (Stanley DG, 2015).

Ditemukannya karang rusak yang diduga akibat pengeboman ikan di Reef Kerang dan Reef Panjang merupakan indikasi masih adanya praktek perikanan yang merusak di KKPD Buruway. Informasi dari masyarakat (Apono – staf Dinas Perikanan Kaimana), ditemukan nelayan yang menangkap ikan hiu dan tinggal di Pulau Venu pada saat DKP Kab Kaimana melakukan patroli beberapa bulan sebelum pelaksanaan pengambilan data monitoring. Bahkan masih sering terdapat nelayan asal luar Kaimana yang melakukan aktivitas penangkapan di KKPD Buruway (informasi dari petuanan di Nusaulan). Pada saat pengambilan data, tim monitoring juga menemukan nelayan yang sedang menangkap ikan di sekitar Pulau Venu yang merupakan Zona Larang Tangkap.

Tim monitoring juga menemukan petuanan di Nusaulan yang meminta uang sebagai syarat untuk melakukan kegiatan monitoring di KKPD Buruway khususnya di daerah perairan Nusaulan. Hal ini menandakan belum adanya pemahaman dan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan KKPD Buruway.

Berdasarkan hasil monitoring tersebut rekomendasi bagi pengelola:

1. Mengaktifkan kembali kegiatan patroli pengawasan sehingga dapat mengelola dan memastikan aktifitas manusia baik nelayan maupun wisatawan tidak memberikan dampak negatif bagi kesehatan terumbu karang dan perikanan di KKPD Buruway.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya Kawasan Konservasi Perairan dan keuntungannya untuk mendukung perikanan dan keberlangsungan sumberdaya di Buruway.
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah, baik sampah rumah tangga berbentuk padat maupun cairan yang dapat mengakibatkan pencemaran.
4. Bekerjasama dengan mitra lain seperti peneliti atau mahasiswa untuk melakukan penelitian yang dapat meningkatkan efektifitas pengelolaan KKPD Buruway.

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.
- Ammar MSA. 2005. An Alarming Threat to the Red Organ Pipe Coral *Tubipora musica* and suggested solutions. *Ecological Research* 20:529-535.
- 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., Reyntar, K., and Spalding, M., & Perry, A. 2011. Reefs at risk revisited^[1]_[SEP]
- 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.

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>.

Mc Cook L, Jompa J, Diaz-Pulido G. 2001. Competition between Corals and Algae on Coral Reefs: a Review of Evidence and Mechanisms. *Coral Reef* 19:400-417.

Miller, J. W. (ed.). 1988. Results of a Workshop on Coral Reef Research and Management in the Florida Keys: A Blueprint for Action, National Undersea Research Program Research Report 88-5, 49 pp.

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

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 1. 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 Perikanan Kunci/Karnivora	Jumlah dari famili Serranidae, Lutjanidae, dan Haemulidae	Ikan karnivora 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 Fungsional Kunci/Herbivora	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		

Lampira 2. Hasil pengujian ANOVA dua faktor perbedaan antar waktu (tahun) dan antar zona larang tangkap dan zona tangkap untuk rata-rata tutupan kelompok karang

	Tahun <i>Apakah terjadi perubahan antar waktu?</i>	Zona <i>Apakah terjad perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap?</i>	Interaksi <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Figure 3a) Hard Coral	0,422	0,000	0,933
3b) Soft Coral	0,138	0,883	0,601
3c) Recently Dead Coral	0,000	0,372	-
3d) Rubble	0,016	0,021	0,754
3e) Other Algae	0,000	0,000	0,744
3f) CCA	0,134	0,778	-

Lampiran 3. Hasil pengujian ANOVA dua faktor perbedaan antar waktu (tahun) dan antar zona larang tangkap dan zona tangkap untuk biomasa ikan kunci (target) dan kelompok ikan fungsional (herbivora)

	Tahun <i>Apakah terjadi perubahan antar waktu?</i>	Zona <i>Apakah terjad perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap?</i>	Interaksi <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Figure 4a) Fisheries Families	0,013	0,073	0,624
4b) Serranidae	0,000	0,008	-
4c) Lutjanidae	0,492	0,113	-
4d) Haemulidae	0,015	0,274	-
Figure 4e) Functional Families	0,010	0,037	0,842
4f) Acanthuriadae	0,003	0,174	-
4g) Scaridae	0,016	0,030	0,512
4e) Siganidae	0,574	0,000	-

Lampiran 4. Tutupan karang per kategori dan biomassa famili ikan kunci di masing-masing KKP di BLKB periode Tahun 2017-2018. Semua nilai merupakan nilai rata-rata \pm simpangan baku

Indikator	KKPD Misool	KKPD Teluk Mayalibit	KKPD Selat Dampier	KKPD Kepulauan Kofiau-Boo	KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat	KKPD Kepulauan Ayau	Taman Nasional Teluk Cenderawasih
Hard Coral	34,1 \pm 2,4	19,2 \pm 3,8	29,6 \pm 5,9	36,1 \pm 3,7	27,6 \pm 5,3	39,4 \pm 3,9	45,1 \pm 3,3
Soft Coral	16,0 \pm 2,7	15,1 \pm 2,7	13,0 \pm 2,5	12,8 \pm 1,8	16,9 \pm 5,8	10,7 \pm 2,6	3,9 \pm 0,8
Bleached Coral	<1	0	0,07 \pm 0,05	<1	0	0	0
Rubble	31,0 \pm 4,0	16,9 \pm 2,3	27,5 \pm 4,7	31,3 \pm 4,0	16,0 \pm 3,2	22,1 \pm 4,0	22,7 \pm 2,9
CCA	<1	0,8 \pm 0,3	1,6 \pm 0,6	< 0,1	2,9 \pm 1,7	1,3 \pm 0,7	1,3 \pm 0,4
Other Algae	4,3 \pm 1,2	7,5 \pm 2,6	3,9 \pm 0,8	1,9 \pm 0,7	8,7 \pm 2,0	12,9 \pm 4,9	5,9 \pm 1,4
Functionally Important	381,5 \pm 133,4	483,9 \pm 119,8	2.132,4 \pm 1.172,7	558,0 \pm 103,2	479,9 \pm 87,5	340,8 \pm 93,2	309,4 \pm 56,9
Acanthuridae	151,9 \pm 70,7	377,4 \pm 108,4	1.837,2 \pm 1.164,8	39,8 \pm 53,4	334,7 \pm 87,6	173,3 \pm 55,0	193,3 \pm 48,9

Scaridae	106,8 ± 30,7	72,1 ± 16,3	253,1 ± 80,9	245,4 ± 51,4	91,4 ± 18,4	160,4 ± 56,2	97,9 ± 12,9
Siganidae	122,9 ± 49,6	34,3 ± 11,5	42,1 ± 13,8	72,8 ± 19,3	53,8 ± 22,5	7,0 ± 1,5	18,1 ± 4,6
Fisheries Important	480,1 ± 286,1	162,5 ± 41,2	117,8 ± 33,3	289,4 ± 54,7	233,9 ± 54,4	959,62 ± 215,2	160,0 ± 54,5
Haemulidae	10,6 ± 2,7	9,4 ± 3,2	13,7 ± 4,6	63,4 ± 33,4	7,4 ± 3,4	14,7 ± 5,9	5,7 ± 3,2
Lutjanidae	428,3 ± 286,8	124,6 ± 39,1	84,8 ± 29,6	180,7 ± 38,0	191,9 ± 50,0	932,9 ± 211,8	137,0 ± 53,0
Serranidae	41,3 ± 21,7	28,5 ± 14,6	19,3 ± 4,6	45,2 ± 7,5	34,7 ± 10,2	12,1 ± 2,5	17,3 ± 4,8

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/)*

Foto Karang Keras (Genus Acropora) di KKPD Buruway oleh Awaludinnoer (TNC)