



LAPORAN STATUS DAN TREN EKOLOGI KKP KAIMANA WILAYAH PENGELOLAAN KAIMANA (TELUK TRITON)



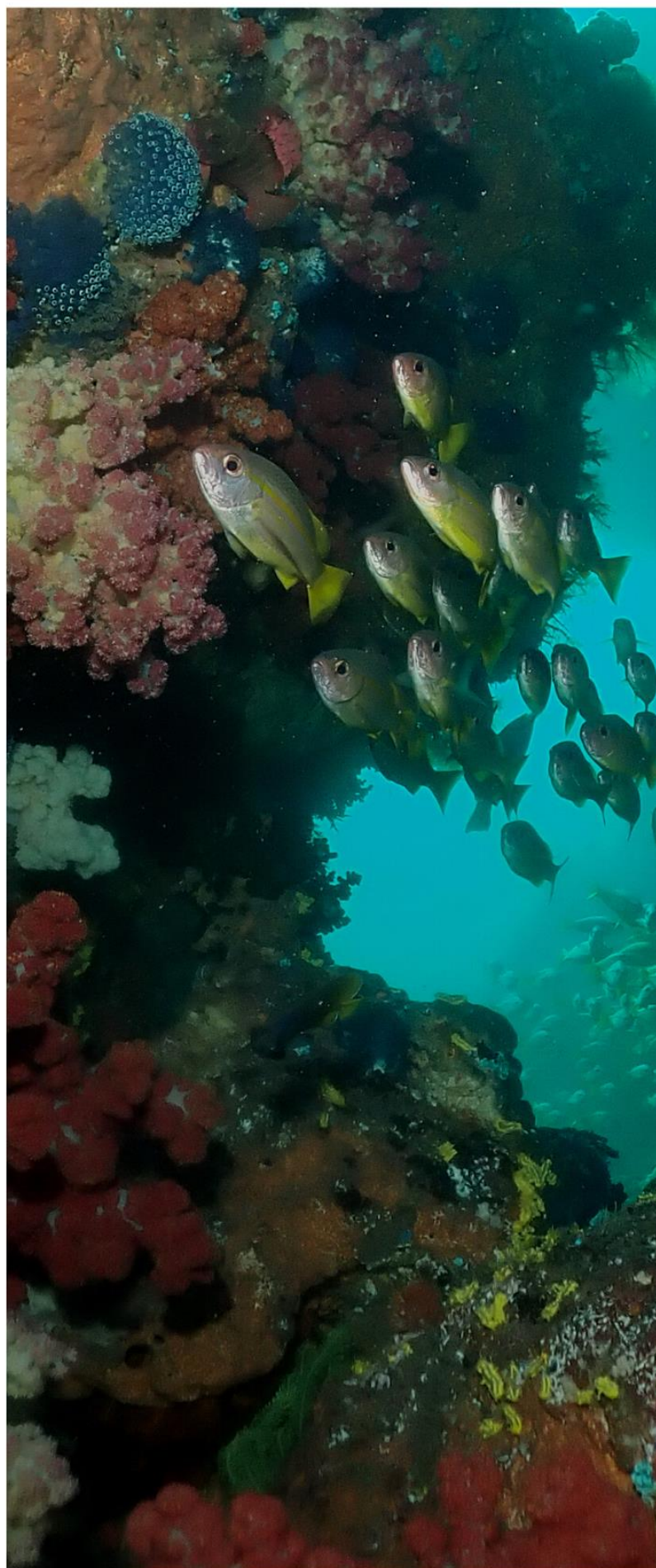
Tutupan Karang

Ikan Fungsional

Ikan Target

Disusun oleh

Irman Rumengan, Dariani Matualage, Purwanto, Habema Y. Monim, Awaludinnoer, Mulyadi, Nugraha Maulana, La Hamid, Daud Orisu, Bernadus Duwit, Andi Tanri Abeng



SARAN SITASI

Irman Rumengan, Dariani Matualage, Purwanto, Habema Y. Monim, Awaludinnoer, Mulyadi, Nugraha Maulana, La Hamid, Daud Orisu, Bernadus Duwit, Andi Tanri Abeng. 2019. *Laporan Status dan Tren Ekologi KKP Kaimana Wilayah Pengelolaan Kaimana (Teluk Triton)*. Universitas Papua, The Nature Conservancy, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Conservation International, Universitas Hasanuddin. Manokwari, Sorong dan Makassar, Indonesia.

Foto Sampul: ©Awaludinnoer-The Nature Conservancy

Tata Letak Peta: Irman Rumengan-Universitas Papua

PENDAHULUAN

Kabupaten Kaimana terletak pada posisi geografis 2°52'51" - 4°15'01" LS dan 132°46'59" - 135°02'15" BT yang memiliki topografi datar, berbukit-bukit hingga bergunung-gunung, dengan ketinggian antara 0 - 2.800 meter di atas permukaan laut, serta memiliki luas wilayah sebesar 18.500 km². Wilayah Kabupaten Kaimana terbagi 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 (Veron dkk. 2009, Allen dan Erdman 2009, 2012, Mangubhai dkk. 2012).

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 22% berhubungan langsung dan tergantung dengan sumberdaya pesisir dan laut (BPS Kabupaten Kaimana, 2019). Namun ekosistem terumbu karang dan perikanan di Indonesia, termasuk di Kaimana, terancam oleh penggunaan metode penangkapan ikan yang merusak seperti penggunaan bom, bius, 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 KKPD Kaimana pengelolaannya 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 Kaimana seluas 121.742,41 hektar, terletak di sebelah timur Kabupaten Kaimana. Kawasan ini mencakup daerah perairan Teluk Triton, perairan daerah Namatota, perairan daerah Mae-mae dan daerah perairan pulau Aiduma di bagian selatan KKPD Kaimana. Lokasi KKPD Kaimana berdekatan dengan wilayah pelabuhan Kota Kaimana yang cukup ramai dan sebelumnya terkenal dengan industri pengolahan dan pengalengan ikan, serta didalam kawasan Kaimana terdapat perusahaan perikanan di dekat daerah Namatota. KKPD Kaimana

dikelola dengan sistem zonasi dengan mengacu kepada PP 60 tahun 2017, yang secara prinsip dibagi menjadi Zona Pemanfaatan, Zona Perikanan Berkelanjutan, dan zona lainnya. Dalam laporan ini sistem zonasi dikelompokkan menjadi Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan.

Tabel 1. Sistem zonasi dan luasan KKPD Kaimana , Kabupaten Kaimana

Nama Zona	Kategori	Luas (ha)
Zona Pemanfaatan	Zona Pemanfaatan	11.138,50 ha
Zona Perikanan Berkelanjutan	Zona Larang Tangkap	108.298,11 ha
Zona lainnya	Zona Pemanfaatan	2.305,80 ha
Total luasan		121.742,41 ha

Monitoring kesehatan karang di KKPD Kaimana 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 Ahmadi, 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 26 titik yang terdiri dari 8 titik di Zona Larang Tangkap dan 18 titik di Zona Pemanfaatan. Data Tahun 2019 dibandingkan dengan data sebelumnya yaitu pada Tahun 2013 dan 2015, sehingga diketahui tren kondisi kesehatan karang yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pengelolaan dan sistem zonasi di wilayah Teluk Triton.

Kegiatan monitoring ini dilaksanakan pada Tanggal 18 – 28 November 2019 dengan mengambil data hanya di 24 lokasi dari 26 lokasi yang direncanakan karena tidak mendapat ijin dari beberapa masyarakat di dua titik, yaitu di titik penyelaman. Tim monitoring merupakan orang yang terlatih dan berpengalaman melakukan pengambilan data kesehatan karang sehingga kualitas data sesuai dengan panduan. Tim monitoring merupakan gabungan dari berbagai institusi, yaitu Universitas Papua, Kabupaten Kaimana (Poswasmas), CI Indonesia, TNC Indonesia, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua dan Mahasiswa Universitas Hasanuddin Makassar.

RINGKASAN HASIL MONITORING TAHUN 2019

Secara umum kondisi kesehatan karang di KKPD Kaimana cukup baik dengan masih ditemukannya koloni karang yang sehat, tidak ada pemutihan karang masal (*Coral bleaching*) dan ditemukan ikan-ikan karnivora dan herbivora dari ukuran kecil hingga besar. Beberapa famili ikan ditemukan dalam kelompok besar (*schooling*) seperti spesies *Pinjalo pinjalo* dan *Caesio sp.* Spesies ikan yang berukuran lebih dari 1 meter seperti Ikan Kakatua Besar – Bumphead Parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) ditemukan di lokasi monitoring Saruenus,

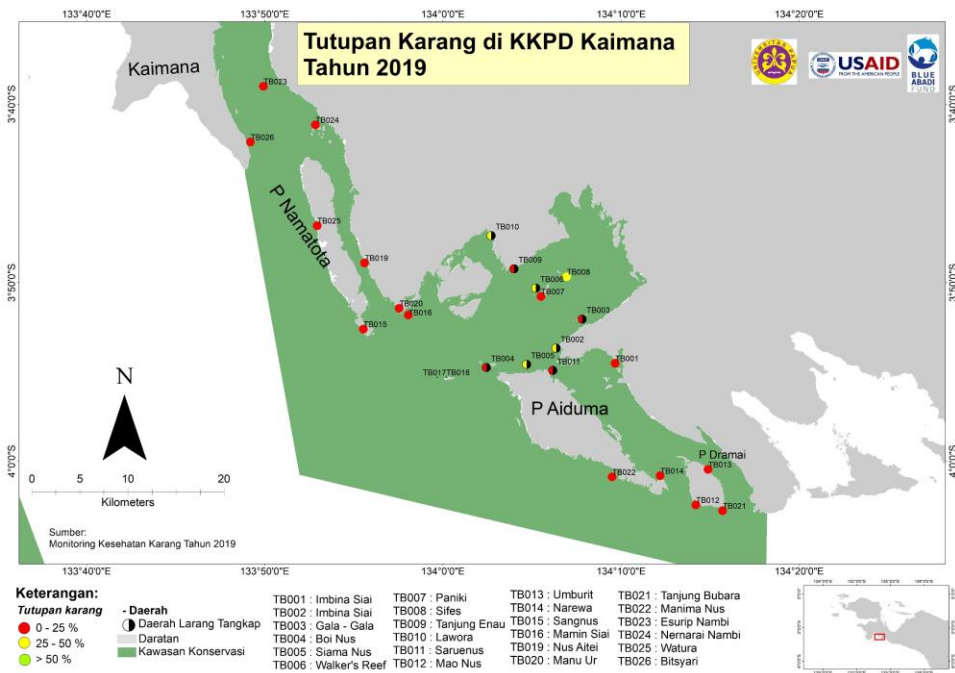
Tanjung Bubara, dan Umburit. Ikan Napoleon (*Cheilinus undulates*) ditemukan di lokasi monitoring Narewa dan Sangnus. Penyu hijau masih dijumpai oleh tim monitoring di beberapa lokasi monitoring di Manima Nus, Imbina Siai, dan Siamas Nus. Selama monitoring ditemukan 6 ekor Paus di daerah Teluk Triton, sedangkan Lumba-lumba banyak ditemukan sepanjang pelaksanaan monitoring.



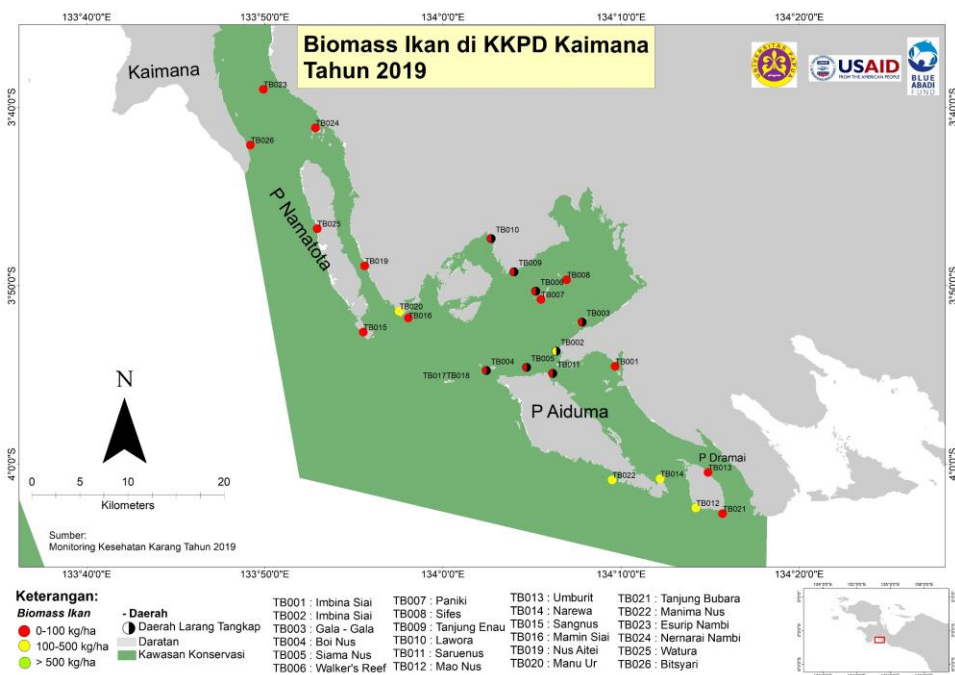
Gambar 2. Paus di perairan Teluk Triton (Foto: Awaludinnoer-TNC)

Hal negatif yang ditemukan selama monitoring diantaranya adalah pecahan karang (*rubble*), penyakit karang, dominasi pertumbuhan alga dan *sponge* serta sedimentasi yang mengganggu bahkan mematikan terumbu karang. Patahan-patahan karang yang ditemukan merupakan patahan karang lama yang diduga disebabkan oleh gelombang dan juga aktivitas mencari ikan yang tidak ramah lingkungan. Penyakit karang seperti *black band* dan *white band disease* ditemukan di beberapa lokasi monitoring seperti di Manima Nus dan Gala-gala tetapi dalam persentase yang kecil. Penyakit berupa bintik-bintik hitam juga ditemukan pada makroalga jenis *Padina sp.* Sedimentasi ditemukan di beberapa lokasi monitoring yang dekat dengan daratan.

Ikan Hiu sebagai predator tingkat atas di ekosistem terumbu karang tidak ditemukan selama monitoring. Hanya ditemukan Ikan Hiu Karang Abu-Abu atau Grey-reef shark (*Carcharinus amblirhynchus*) yang mati di perairan dangkal di depan Kampung Namatota. Ikan-ikan dari famili kakatua (*Scaridae*), baronang (*Siganidae*) dan kerapu (*Serranidae*) serta ikan karang lainnya banyak ditemukan dalam keadaan mati selama monitoring. Penyebab kematian hiu dan ikan-ikan karang tersebut belum diketahui secara pasti, tetapi dugaan awal kematian hiu disebabkan oleh nelayan yang menangkap ikan hiu, sedangkan kematian masal beberapa famili ikan disebabkan karena adanya pertumbuhan alga yang berlebihan yang menyebabkan racun di perairan. Tetapi penyebab secara pasti perlu investigasi dan penelitian lebih lanjut.



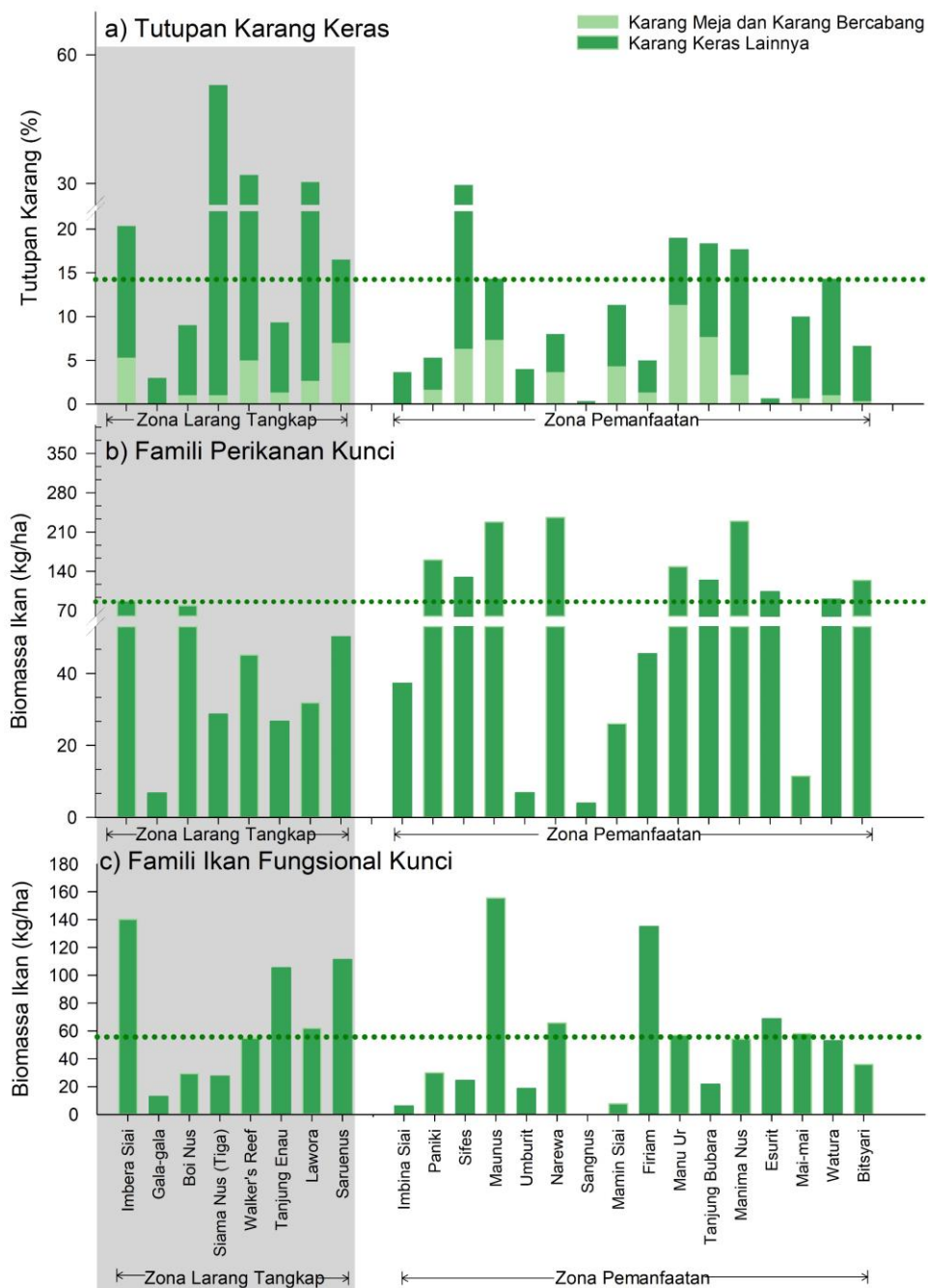
Gambar 3. Peta tutupan karang keras hidup di Teluk Triton hasil monitoring Tahun 2019



Gambar 4. Peta biomassa ikan di Teluk Triton hasil monitoring Tahun 2019

Hasil monitoring Tahun 2019 menunjukkan bahwa rata-rata tutupan Karang Keras Hidup (HCL) sebesar 14,4% (Tabel 2) dan tutupan HCL tertinggi sebesar 53% di lokasi monitoring Siam Nus (Site TB005) dan terendah sebesar 0.3% di Sangnus (Site TB015) . Hanya terdapat 1 lokasi monitoring yang tutupan HCL nya lebih dari 50%, 4 lokasi yang memiliki tutupan HCL antara 25-50 %, dan 19 lokasi tutupan HCL kurang dari 25 % (Gambar 3). Rata-rata tutupan HCL di Zona Larang Tangkap lebih tinggi dibanding dengan di Zona Pemanfatan (Gambar 5a).

Rata-rata biomasa ikan karnivora di zona pemanfaatan lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata biomassa ikan karnivora pada zona larang tangkap, sedangkan untuk biomassa ikan herbivora bervariasi antara zona pemanfaatan dan zona larang tangkap. Biomassa ikan karnivora tertinggi ada pada lokasi Manimanus (site TB022) dan biomassa ikan karnivora terendah terdapat di lokasi Sangnus (site TB016) (Gambar 5b). Biomassa ikan herbivora yang mempunyai fungsi ekologi sangat penting yang tertinggi di zona pemanfaatan di lokasi Maunus (site TB012) yang mencapai 155,65 kg/ha dan yang terendah di lokasi Sangnus tidak ditemukannya ikan herbivora (Gambar 5c).



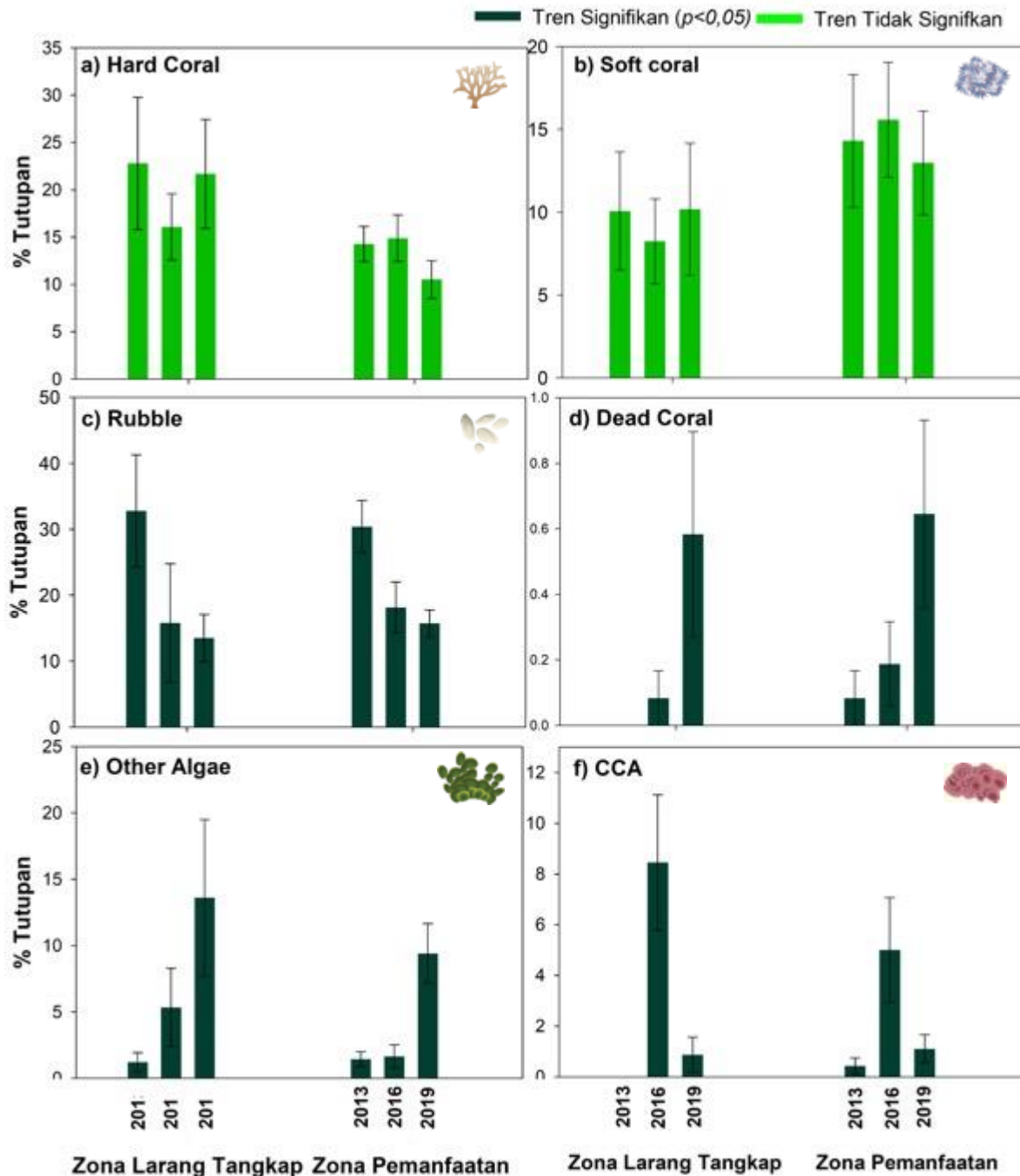
Gambar 5. Rata-rata persentase tutupan karang (a), biomassa famili Ikan Kunci/target (b) dan biomassa famili ikan fungsional (c), di masing-masing lokasi di Teluk Triton. Daerah yang diarsir adalah lokasi Zona larang tangkap. Kotak garis menunjukkan rata-rata untuk setiap indikator di semua lokasi monitoring.

Tutupan Karang

Tabel 2. Tutupan karang per kategori dan biomasa famili ikan kunci di Teluk Triton Tahun 2019. Semua nilai merupakan nilai rata-rata \pm standard error.

Tutupan Karang (%)		Biomassa Ikan (kg / ha)	
<i>Hard Coral (HCL)</i>	14,2 \pm 2,5	<i>Ikan Fungsional Penting</i>	55,6 \pm 9,0
<i>Soft Coral</i>	12,1 \pm 2,4	<i>Acanthuridae</i>	17,8 \pm 6,4
<i>Bleached Coral</i>	< 1	<i>Scaridae</i>	22,1 \pm 4,5
<i>Rubble</i>	15,0 \pm 1,8	<i>Siganidae</i>	15,7 \pm 5,7
CCA	1,0 \pm 0,4	<i>Perikanan Kunci</i>	85,8 \pm 14,9
<i>Other Algae</i>	10,8 \pm 2,4	<i>Haemulidae</i>	11,9 \pm 4,3
<i>Dead Coral</i>	0,6 \pm 0,2	<i>Lutjanidae</i>	62,3 \pm 12,8
		<i>Serranidae</i>	11,4 \pm 2,6

Jika dibandingkan dengan rata-rata tutupan karang untuk masing-masing indikator di kawasan konservasi Bentang Laut Kepala Burung, rata-rata tutupan HCL di KKPD Kaimana Tahun 2019 sebesar 14,2% relatif lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata tutupan HCL di KKP di seluruh wilayah Kepala Burung Papua sebesar 35,1%. Rata-rata tutupan HCL antar tahun monitoring relatif stabil, namun berbeda signifikan antar zona. Pada Zona pemanfaatan, tutupan HCL cenderung menurun. Rata-rata tutupan karang lunak (*Soft Coral*), relatif stabil antara tahun monitoring dan tidak berbeda signifikan antar zona. Patahan karang (*Rubble*) dan CCA di KKPD Kaimana menurun signifikan antar tahun monitoring. Yang juga berbeda secara signifikan adalah rata-rata tutupan karang mati (*Dead Coral*) dan *other algae*, dimana tutupan karang mati maupun alga lainnya pada Tahun 2019 lebih tinggi dibandingkan monitoring tahun sebelumnya (Gambar 6).



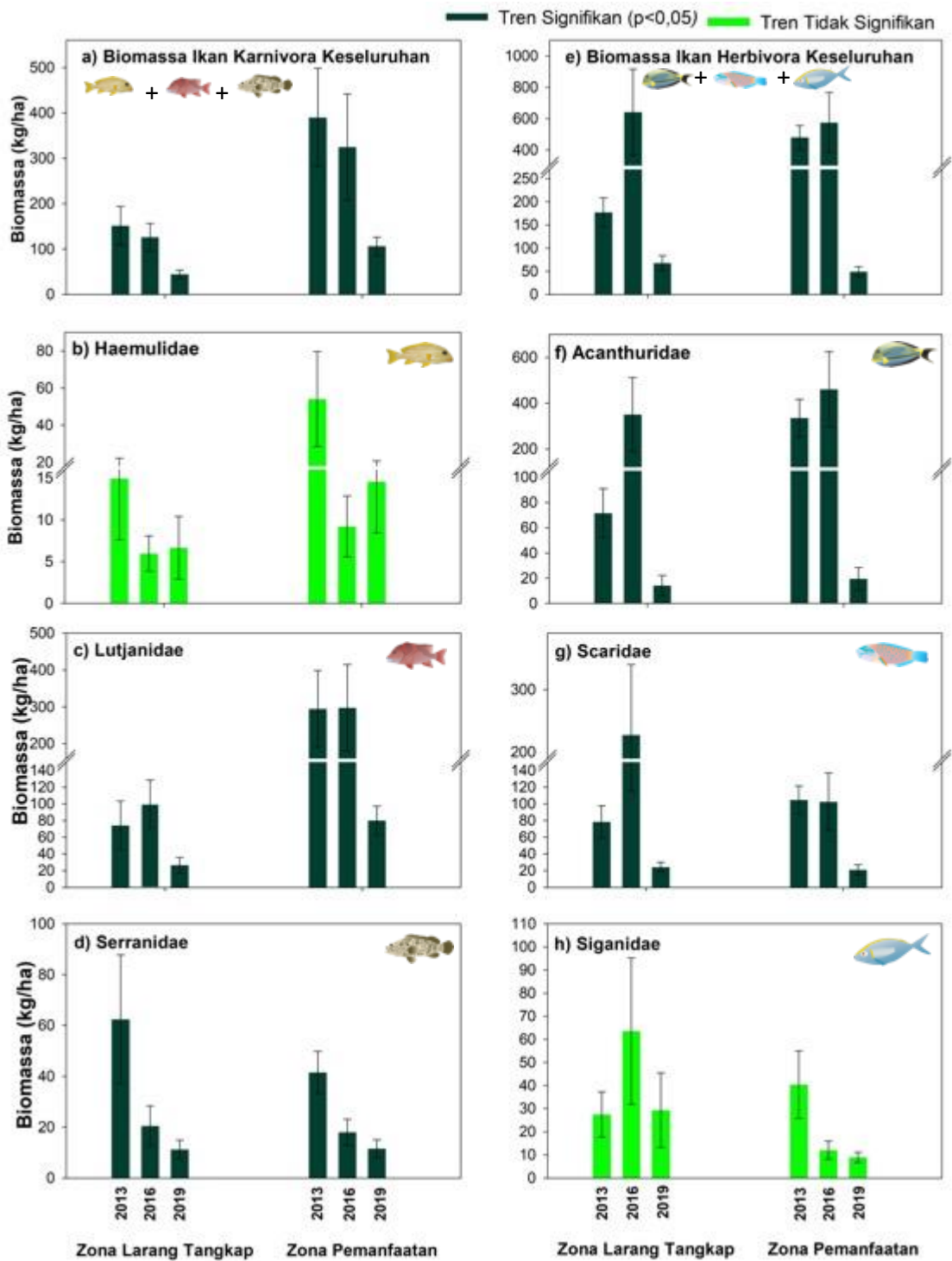
Gambar 6. Rata-rata (\pm Simpangan Error) persentase tutupan karang setelah monitoring ketiga di Teluk Triton. Karang keras (a) termasuk semua bentuk karang keras hidup; Karang halus (b) termasuk octocorals seperti gorgonians dan sea whips; Patahan Karang (c) termasuk karang mati yang tidak; Karang mati (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

Biomasa Ikan

Rata-rata biomasa Ikan herbivora yang fungsi ekologiannya sangat penting sebesar 55,6 kg/ha, sedangkan rata-rata biomasa ikan karnivora yang penting nilai ekonominya sebesar 85,8 kg/ha (Tabel 2). Rata-rata biomasa ikan karnivora lebih tinggi dibandingkan dengan biomasa

ikan herbivora, namun sangat rendah bila dibandingkan dengan rata-rata biomassa ikan di KKP di Bentang Laut Kepala Burung.

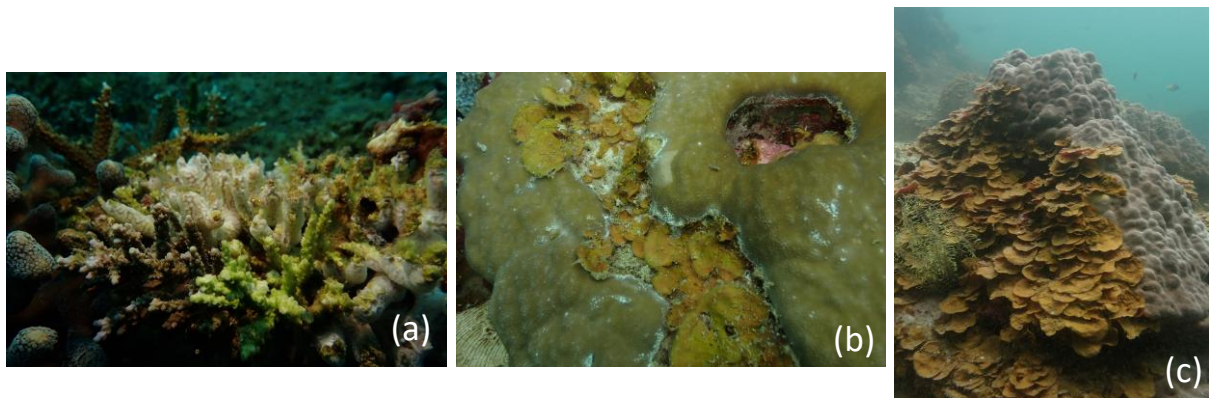
Biomassa ikan karnivora dan herbivora Tahun 2019 mengalami penurunan yang sangat signifikan dibandingkan pada tahun monitoring sebelumnya (Gambar 7). Penurunan biomassa ini terutama pada famili Lutjanidae (Kakap), Serranidae (Kerapu), Acanthuridae (Ikan Kulit Pasir) dan Scaridae (Kakatua). Biomassa Ikan Baronang (Siganidae) walaupun masih stabil, namun cenderung mengalami penurunan tiap tahun monitoring. Khusus ikan karnivora, biomassa di Zona Pemanfaatan lebih tinggi dibandingkan pada Zona Larang Tangkap ($P=0,034$; Lampiran 3).



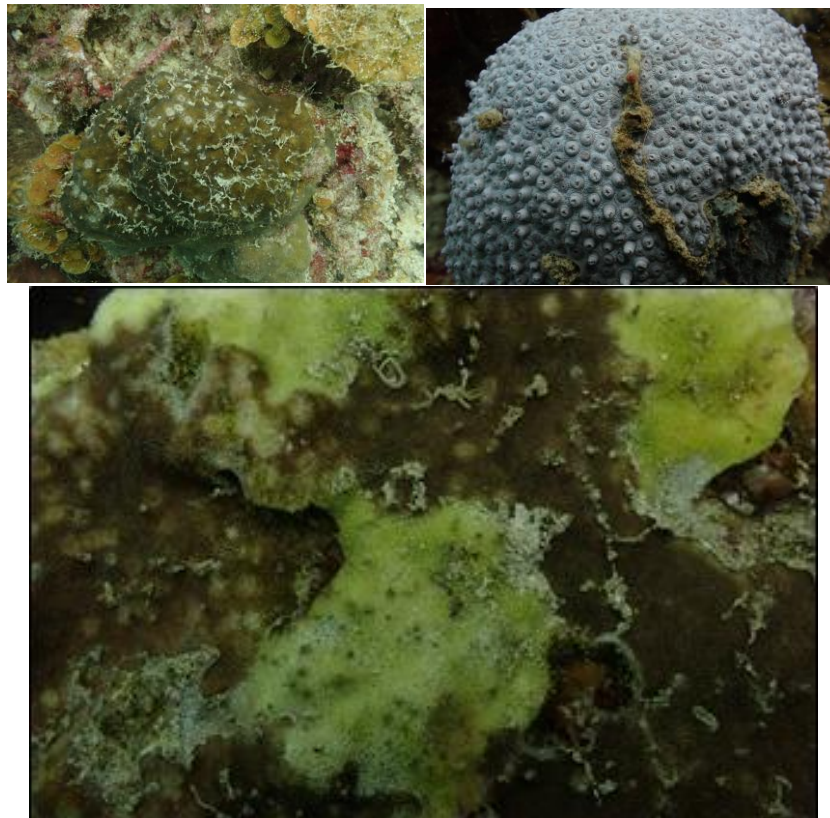
Gambar 7. Rata-rata (\pm SE) biomassa famili ikan kunci pada Zona Larang Tangkap dan Zona tangkap setelah tiga monitoring di Teluk Triton. Jumlah dari (a) Tiga famili ikan kunci, (b) Serranidae, (c) Lutjanidae, dan (d) Haemulidae. Panel kiri: (e) jumlah dari tiga famili ikan fungsional, (f) Acanthuridae, (g) Scaridae, dan (h) Siganidae. Lihat lampiran untuk uji Statistiknya.

Tantangan

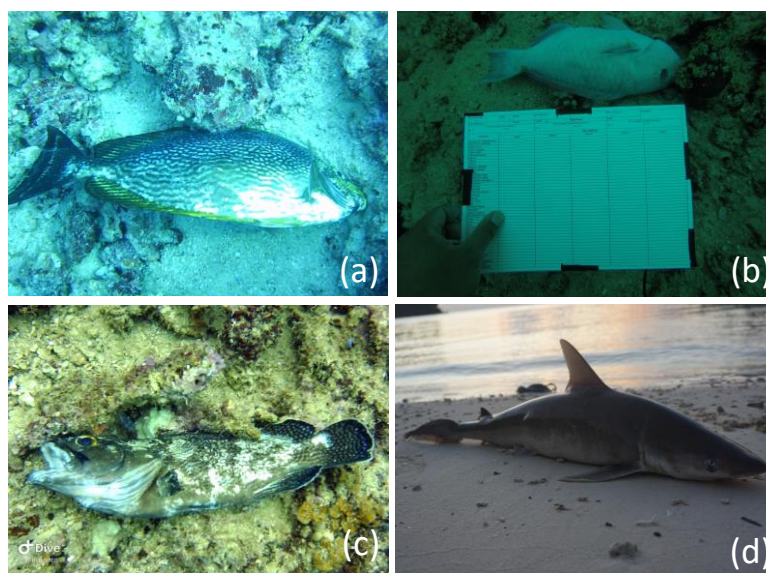
- Tim menemukan banyak ikan mati selama monitoring di KKPD Kaimana. Lokasi terbanyak tempat ditemukannya ikan mati adalah di sekitar perairan Teluk Triton (Gambar 10).
- Ijin petuanan yang tidak jelas menjadi kendala tim saat melakukan monitoring, menyebabkan adanya pembayaran ijin petuanan kepada masyarakat yang bukan petuanan.
- Pada beberapa lokasi monitoring, tim terkendala arus yang kuat dan *visibility* yang kurang baik.
- Adanya perusahaan perikanan disekitar daerah Namatota, yang memiliki wilayah operasi penangkapan ikan di sekitar KKPD.
- Tim menemukan bagan-bagan yang beroperasi di daerah Mae-mae.
- Banyak nelayan yang dijumpai oleh tim pada saat melakukan monitoring, namun tim masih belum dapat memastikan alat tangkap yang digunakan oleh nelayan untuk mencari ikan.



Gambar 8. Terjadi kompetisi antara sponge dan karang (a) serta antara alga dan karang (b, c). (Foto: Awaludinnoer-TNC)



Gambar 9. Terjadi sedimentasi (Foto: Awaludinnoer-TNC)



Gambar 10. Ikan yang ditemukan mati selama monitoring, ikan Baronang (a), ikan kakatua (b), ikan kerapu (c), Ikan Hiu (d).

REKOMENDASI PENGELOLAAN

Adanya *overgrowth* alga dan meningkatnya tutupan karang mati di beberapa lokasi monitoring, rendahnya biomasa ikan, tidak ditemukannya hiu sebagai puncak rantai makanan di ekosistem terumbu karang, 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 banyak ikan mati selama pelaksanaan monitoring menjadi tanda bahwa adanya ketidakseimbangan ekosistem laut di perairan KKPD Kaimana, dimana hal ini memerlukan penelitian lanjutan untuk memastikan penyebab terjadinya kematian masal ikan.

Tim monitoring juga menemukan petuanan yang meminta uang sebagai ijin untuk melakukan kegiatan monitoring di KKPD Kaimana, dimana selama pelaksanaan monitoring ada 2 pertemuan dengan petuanan untuk pembayaran biaya melakukan monitoring di wilayah petuanan kepulauan Dramai dan daerah Namatota. Hal ini menandakan belum adanya pemahaman dan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan KKPD Buruway. Selain itu terdapat 2 lokasi monitoring yang tidak dapat diambil data, karena mendapat larangan dari nelayan di lokasi tersebut dengan alasan yang tidak jelas.

Berdasarkan hasil monitoring tersebut, beberapa rekomendasi yang dapat diberikan bagi pengelola:

- Mengaktifkan kembali patroli pengawasan sehingga dapat mengelola dan memastikan aktifitas manusia baik nelayan maupun wisatawan agar tidak memberikan dampak negatif bagi kesehatan terumbu karang dan perikanan di KKPD Kaimana.
- Melakukan sosialisasi adanya kawasan konservasi dan aturan-aturannya.
- Melakukan kerjasama dengan adat dan petuanan, terutama dalam membuat aturan yang baku mengenai arif masuk kawasan, termasuk pembagiannya.
- Minimalisasi pembangunan yang memberikan dampak negatif terhadap terumbu karang (Adanya sedimentasi, blooming algae dan lain-lain).
- Melakukan kajian/survei lanjutan untuk mengatasi fenomena yang tidak lazim, seperti banyaknya ikan yang mati, *algae blooming*, penyakit karang dan lain-lain).

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., Reyntar, K., and Spalding, M., & Perry, A. 2011. Reefs at risk revisited^[1]_[SEP]
- BPS. 2019. Kaimana Dalam Angka. Badan Pusat Statistika
- 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.
- Stanley DG. 2015. Early History of Scleractinian Coral and Its Geological Consequences. Departement of Paleobiology, US National Museum of Natural Historu. 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>.
- 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.

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/)

Gambar sampul, Paus serta foto lainnya merupakan dokumentasi selama pelaksanaan kegiatan monitoring kesehatan karang di KKPD Kaimana.

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 (herbivora) 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		

Lampiran 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 terjadi perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap?</i>	Interaksi <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Figure 3a) Hard Coral	0,514	0,030	0,383
3b) Soft Coral	0,884	0,135	0,673
3c) Recently Dead Coral	0,011	0,685	-
3d) Rubble	0,001	0,398	0,623
3e) Other Algae	0,000	0,466	-
3f) CCA	0,015	0,687	-

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 terjadi perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap?</i>	Interaksi <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Figure 4a) Fisheries Families	0,003	0,034	0,895
4b) Serranidae	0,000	0,693	-
4c) Lutjanidae	0,045	0,048	0,832
4d) Haemulidae	0,069	0,154	0,457
Figure 4e) Functional Families	0,000	0,702	-
4f) Acanthuriadae	0,000	0,455	0,324
4g) Scaridae	0,000	0,332	0,368
4e) Siganidae	0,498	0,080	-

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 ± 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 ± 2,4	19,2 ± 3,8	29,6 ± 5,9	36,1 ± 3,7	27,6 ± 5,3	39,4 ± 3,9	45,1 ± 3,3
Soft Coral	16,0 ± 2,7	15,1 ± 2,7	13,0 ± 2,5	12,8 ± 1,8	16,9 ± 5,8	10,7 ± 2,6	3,9 ± 0,8
Bleached Coral	<1	0	0,07 ± 0,05	<1	0	0	0
Rubble	31,0 ± 4,0	16,9 ± 2,3	27,5 ± 4,7	31,3 ± 4,0	16,0 ± 3,2	22,1 ± 4,0	22,7 ± 2,9
CCA	<1	0,8 ± 0,3	1,6 ± 0,6	<0,1	2,9 ± 1,7	1,3 ± 0,7	1,3 ± 0,4
Other Algae	4,3 ± 1,2	7,5 ± 2,6	3,9 ± 0,8	1,9 ± 0,7	8,7 ± 2,0	12,9 ± 4,9	5,9 ± 1,4
Functionally Important	381,5 ± 133,4	483,9 ± 119,8	2.132,4 ± 1.172,7	558,0 ± 103,2	479,9 ± 87,5	340,8 ± 93,2	309,4 ± 56,9

Acanthuridae	151,9 ± 70,7	377,4 ± 108,4	1.837,2 ± 1.164,8	39,8 ± 53,4	334,7 ± 87,6	173,3 ± 55,0	193,3 ± 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