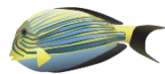




LAPORAN STATUS EKOLOGI KKPN SAP WAIGEO SEBELAH BARAT TAHUN 2021



Tutupan Karang



Ikan Fungsional



Ikan Target

oleh

Irman Rumengan, Purwanto, Dariani Matualage, Habema F Monim, Aser Burdam, Elvis Mambroku, Imanuel Mofu, Awaludinnoer, Nugraha Maulana, Mulyadi, La Hamid, Daud Orisoe, Bernadus Duwit



CONSERVATION
INTERNATIONAL



Konservasi
Alam Nusantara
Untuk Indonesia Lestari



SARAN SITASI

Irman Rumengan, Purwanto, Dariani Matualage, Habema F Monim, Aser Burdam, Elvis Mambraku, Imanuel Mofu, Awaludinnoer, Nugraha Maulana, Mulyadi, La Hamid, Daud Orisoe, Bernadus Duwit. 2021. *Laporan Status Ekologi KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat Tahun 2021*. Universitas Papua, Unit Pelaksana Teknis Daerah KKP Raja Ampat, Yayasan Konservasi Alam Nusantara, Conservation International, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Manokwari, Waisai, dan Sorong, Indonesia.

Foto Sampul: ©Awaludinnoer-Yayasan Konservasi Alam Nusantara

Tata Letak Peta: Irman Rumengan-Universitas Papua

Pendahuluan

Kepulauan Raja Ampat merupakan bagian dari Bentang Laut Kepala Burung Papua, Provinsi Papua Barat, Indonesia, memiliki luas kawasan mencapai 4 juta ha yang terdiri dari laut dan daratan, juga merupakan kawasan prioritas global untuk konservasi karena memiliki keanekaragaman hayati terumbu karang terbesar di Bumi (Veron *et al.*, 2009; Allen & Erdmann 2009, 2012; Mangubhai *et al.*, 2012). Hasil survei menunjukkan bahwa perairan Raja Ampat adalah rumah bagi 574 spesies karang, atau 75% spesies karang keras yang dikenal di dunia, 699 spesies moluska, dan 1.437 spesies ikan (Donnelly *et al.*, 2002; Veron *et al.*, 2009; Allen & Erdman 2009, 2012).

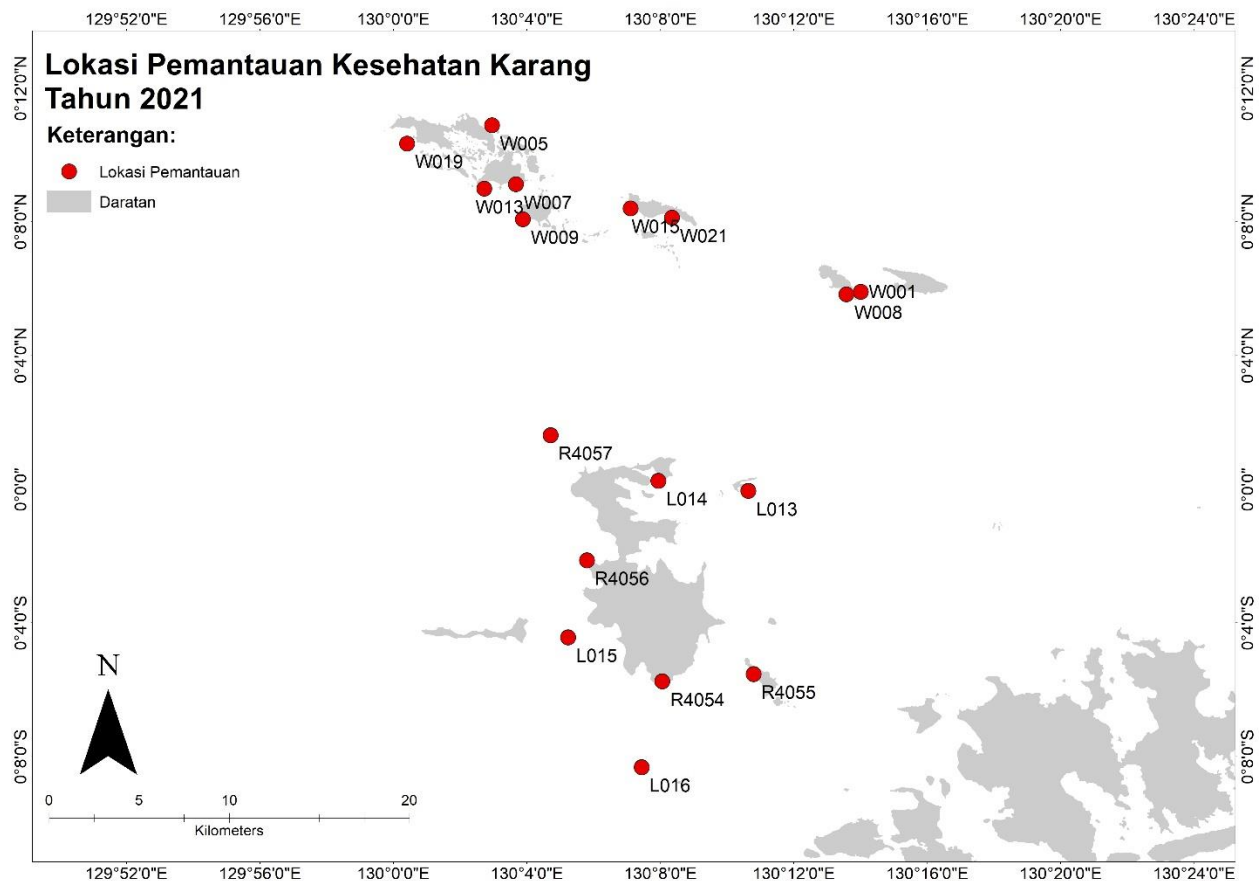
Kawasan terumbu karang merupakan kawasan yang sangat penting bagi biota laut serta masyarakat sekitar. Sebagai rumah bagi biota laut, penyumbang sumber protein untuk masyarakat setempat, dan sebagai kawasan pencarian untuk meningkatkan ekonomi khususnya di bidang perikanan. Menurut Larsen *et al.*, (2011). Masyarakat di Raja Ampat bergantung pada kawasan terumbu karang untuk sumber makanan dan meningkatkan perekonomian melalui perikanan dan pariwisata. Ancaman terhadap terumbu karang di Indonesia, termasuk di Raja Ampat yaitu adanya ancaman dari penggunaan metode penangkapan ikan yang merusak seperti peledak, racun, dan penangkapan ikan berlebihan (Ainsworth *et al.*, 2008; Varkey *et al.*, 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), termasuk di perairan Raja Ampat (Awaludinnoer *et al.*, 2020).

Kawasan Konservasi Perairan (KKP) di Raja Ampat dibentuk sebagai upaya melindungi dan melestarikan keanekaragaman hayati untuk mendukung pemanfaatan berkelanjutan. Untuk mendukung pengelolaan KKP yang efektif dibentuklah jejaring KKP di Raja Ampat yang terdiri dari KKP yang dikelola oleh pemerintah daerah dan pemerintah pusat. Taman Wisata Perairan Raja Ampat yang terdiri dari 5 wilayah pengelolaan merupakan KKP yang dikelola oleh pemerintah Provinsi Papua Barat melalui UPTD BLUD KKPD Raja Ampat. Sedangkan KKP yang dikelola oleh pemerintah pusat adalah Suaka Alam Perairan (SAP) Raja Ampat dan SAP Waigeo Sebelah Barat. Pemerintah pusat membentuk Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional Satuan Kerja Raja Ampat untuk mengelola SAP Raja Ampat dan SAP Waigeo Sebelah Barat.

SAP Waigeo Sebelah Barat ditetapkan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No KEP.65/MEN/2009 dengan luas 271.630 ha dan terletak di perairan dan pulau-pulau di sebelah barat Pulau Waigeo seperti Pulau Wayag, Sayang, Ai, In, Quoy, Bag dan Uranie. SAP Waigeo Sebelah Barat termasuk Kepulauan Wayag yang terkenal dengan gugusan pulau kapur atau karst yang sangat indah sehingga menjadi salah satu destinasi wisata utama di Raja Ampat. Terdapat dua desa terdekat yang merupakan pemilik hak ulayat pulau-pulau tersebut yaitu Desa Saleo dan Salpele yang sebagian besar masyarakat nya adalah nelayan yang tergantung dari sumber daya perikanan. Tujuan utama pembentukan SAP Waigeo Sebelah Barat adalah untuk melestarikan habitat, fungsi reproduksi dan stok ikan serta memastikan perikanan dan penggunaan sumber daya laut lainnya yang berkelanjutan. Pengelola SAP Waigeo Sebelah Barat adalah Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kupang yang membentuk Satuan Kerja (Satker) KKPN Raja Ampat

yang mengelola secara langsung di lapangan. Dalam aktivitas pengelolaan KKPN Satker Raja Ampat bekerjasama dengan masyarakat dan UPTD KKPD Raja Ampat.

Monitoring atau pemantauan kesehatan terumbu karang dilakukan secara rutin sebagai bagian dari usaha pengelolaan dan untuk melihat status ekologi SAP Waigeo Sebelah Barat. Status ekologi dilihat dari indikator utama yaitu data terumbu karang dan biomass ikan. Data pemantauan kesehatan terumbu karang digunakan untuk mendukung pengembangan rencana pengelolaan, menilai efektivitas zonasi, dan juga untuk mendukung pengelolaan yang adaptif. Metode pemantauan menggunakan protokol yang dikembangkan oleh Green & Wilson (2009) dan dimodifikasi oleh Ahmadia *et al.* (2012). Jumlah lokasi pemantauan tahun 2021 yaitu 17 lokasi termasuk di dalam kawasan SAP Waigeo Sebelah Barat dan lokasi kontrol di luar kawasan (gambar 1). Lokasi pemantauan terdiri dari 9 lokasi (6 lokasi pada Zona Larang Tangkap dan 3 lokasi pada Zona Pemanfaatan) dalam SAP Waigeo Sebelah Barat dan 8 lokasi kontrol. Khusus untuk analisis data statistik, jumlah lokasi pemantauan ikan yang digunakan adalah sebanyak 9 lokasi dan 8 lokasi untuk analisis data *benthic*. Data pemantauan pada tahun 2012 digunakan sebagai data *baseline* dan pemantauan tahun 2014, 2016, 2018 dan 2021 digunakan sebagai data pengulangan untuk mengevaluasi perubahan kondisi ekologi setelah zonasi dan implementasi rencana pengelolaan.



Gambar 1. Peta lokasi titik pemantauan di KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat Tahun 2021

Pemantauan kesehatan terumbu karang tahun 2021 dilaksanakan mulai dari Tanggal 27 hingga 29 Maret 2021. Tim pemantauan terdiri dari staf Program Sains untuk Konservasi - LPPM UNIPA, BLUD UPTD KKP Raja Ampat, Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN), Conservation International (CI), Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, mahasiswa Universitas Papua, dan kru Kapal KLM Kurabesi Explorer.

Ringkasan Hasil Monitoring 2021

Kondisi terumbu karang di KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat pada tahun 2021 secara umum dalam kondisi yang baik, karena tutupan karang keras hidup yang cukup dominan dan kondisi ikan yang diamati menunjukkan rantai makanan yang sehat karena masih ditemukan ikan target dan ikan herbivora dengan berbagai ukuran. Namun pada beberapa lokasi pemantauan ditemukan terumbu karang dalam kondisi *bleaching* (karang memutih) walau dalam presentase yang kecil baik itu pada karang keras, karang lunak, maupun pada *anemone*. Selain itu, ditemukan juga banyak patahan karang (*rubble*) yang telah ditumbuhi alga (Gambar 2), serta sampah plastik di dasar dan permukaan perairan.



Gambar 2. Patahan karang dan tutupan karang keras hidup yang ditemukan di SAP Waigeo Sebelah Barat tahun 2021

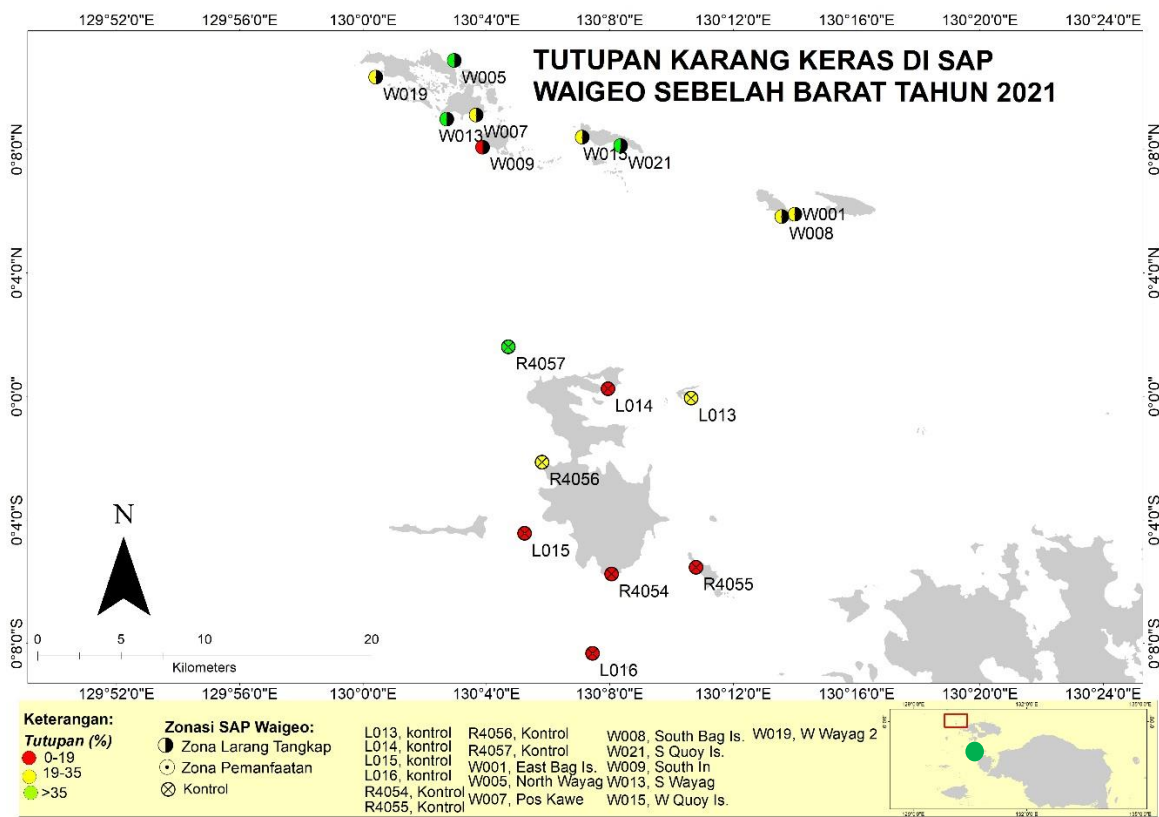
Kondisi ikan secara umum masih sehat dan seimbang, karena masih ditemukan ikan karnivora dan predator dengan ukuran besar seperti ikan kerapu, kakap, hiu, bubara, dan ikan jenis herbivora (ikan baronang, kulit pasir dan kakatua) serta ikan-ikan ukuran kecil lainnya, seperti ikan teri dan ikan oci. Ikan yang berkelompok besar (*schooling*) ditemukan selama monitoring (Gambar 3). Tim pemantau menjumpai ikan dalam kelompok sedang hingga besar dengan jenis Ikan Oci dan Lalosi (*Caesio* sp.), *Naso*, *Macolor Macularis*, *Letrinidae*, dll.



Gambar 3. Schooling Ikan Ekor Kuning/*Caesio cuning* (kiri) dan Ikan Kakap/*Macolor niger* (kanan) ditemukan di SAP Waigeo Sebelah Barat tahun 2021

Keadaan Benthic tahun 2021

Status tutupan karang keras pada tahun 2021 dapat dilihat pada Gambar 4. Presentase tutupan karang keras di dalam SAP Waigeo Sebelah Barat umumnya lebih dari 19-35% kecuali di W009 (*South In*) yang kurang dari 19%. Sebaliknya, di lokasi kontrol atau di luar kawasan SAP Waigeo Sebelah Barat persentase tutupan karang keras umumnya kurang dari 19%. Hanya 1 lokasi yang memiliki tutupan karang keras lebih dari 35% (R4057).



Gambar 4. Peta Tutupan Karang Keras di SAP Waigeo Sebelah Barat

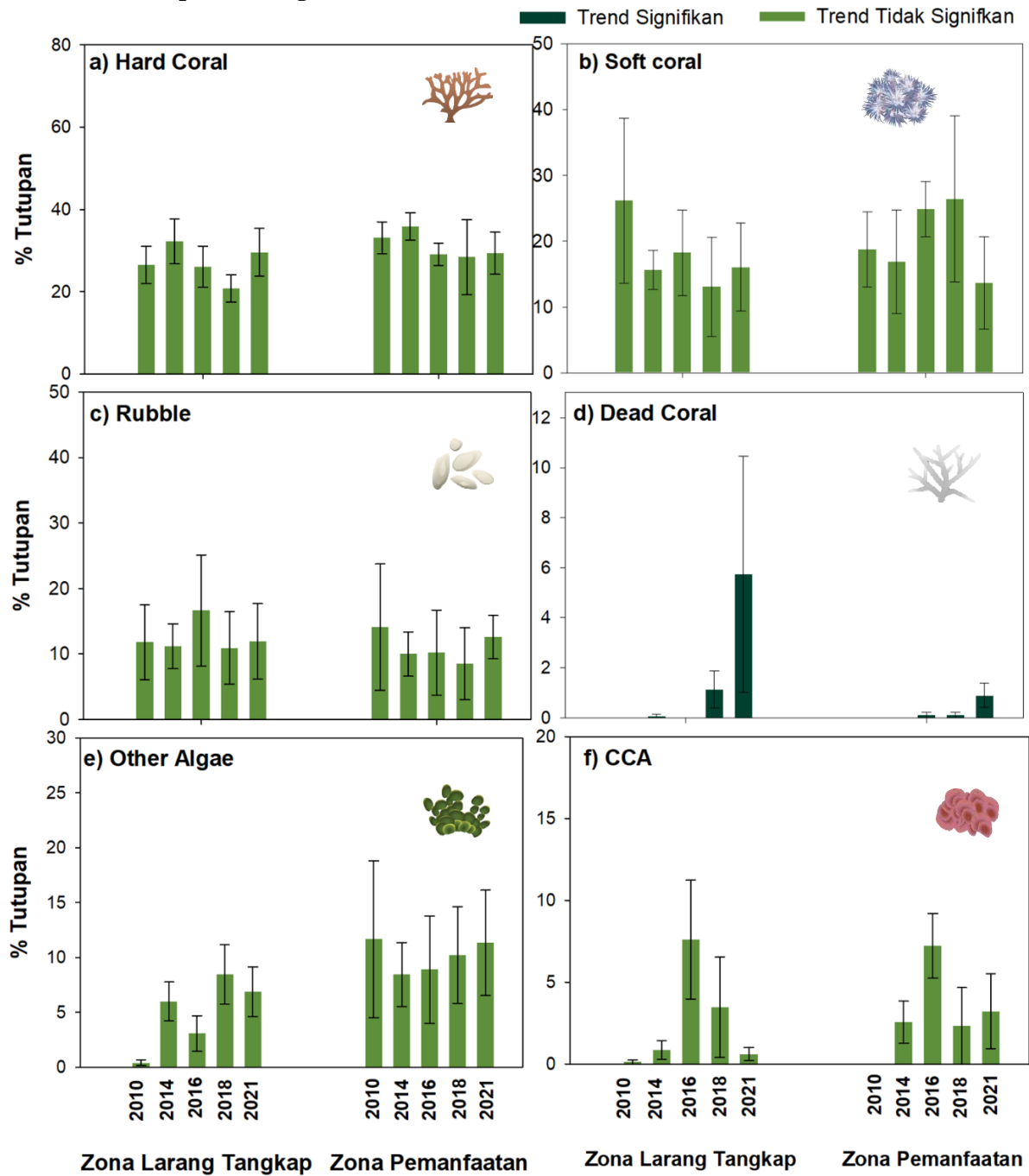
Jika dibandingkan dengan rata-rata tutupan karang keras hidup untuk masing-masing indikator di kawasan Bentang Laut Kepala Burung (BLKB) Tahun 2017-2019 (Tabel S4), tutupan karang keras di SAP Waigeo Sebelah Barat (Tabel 1) lebih rendah. Kondisi ini bisa jadi disebabkan oleh faktor alami lokasi SAP Waigeo Sebelah Barat yang relatif terbuka sehingga selalu terkena gelombang besar. Berbeda dengan keadaan karang lunak (*Soft Coral*) sebesar 15,17% yang lebih tinggi dibandingkan dengan di BLKB (10,5%). Patahan karang atau *rubble* (12,17%) lebih rendah dibandingkan dengan di BLKB (22,1%). Patahan karang yang ditemukan merupakan patahan karang lama (bukan merupakan patahan karang baru akibat bom), namun dapat menjadi kekhawatiran jika diikuti oleh peningkatan alga. Kondisi Alga lain sebesar 8,54%, lebih tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata di BLKB (5,2%). Peningkatan alga dapat menjadi ancaman bagi karang untuk tumbuh, jika patahan karang tersebut telah ditumbuhi oleh alga yang mengakibatkan adanya kompetisi pertumbuhan alga dengan terumbu karang.

Tabel 1: Tutupan karang per kategori dan biomasa famili ikan kunci di SAP Waigeo Sebelah Barat Tahun 2021. Semua nilai merupakan nilai rata-rata \pm standard error.

Tutupan Karang (%)		Biomassa Ikan (kg / ha)	
<i>Karang Keras</i>	29,50 \pm 3,84	<i>herbivora</i>	222,65 \pm 61,40
<i>Karang Lunak</i>	15,17 \pm 4,62	<i>Acanthuridae</i>	81,54 \pm 19,08
<i>Karang Memutih</i>	0,63 \pm 0,54	<i>Scaridae</i>	75,53 \pm 24,44
<i>Patahan Karang</i>	12,17 \pm 3,62	<i>Siganidae</i>	65,58 \pm 40,89
CCA	1,58 \pm 0,92	<i>karnivora</i>	120,25 \pm 44,82
<i>Other Algae</i>	8,54 \pm 2,23	<i>Haemulidae</i>	9,58 \pm 3,69
		<i>Lutjanidae</i>	92,99 \pm 43,41
		<i>Serranidae</i>	17,68 \pm 5,60

Umumnya tren tutupan karang pada tahun 2021 (Gambar 7) terlihat stabil, kecuali karang mati yang mengalami peningkatan dibanding periode-periode sebelumnya. Walaupun tren alga masih dianggap stabil, tetapi peningkatan karang mati ini dapat meningkatkan pertumbuhan alga lain di tahun-tahun mendatang. Sistem Zonasi yang dilakukan di kawasan ini terlihat tidak berpengaruh terhadap kondisi karang, kecuali pada tutupan alga lain. Tutupan alga lain pada Zona Larang Tangkap lebih rendah bila dibandingkan pada Zona Pemanfaatan.

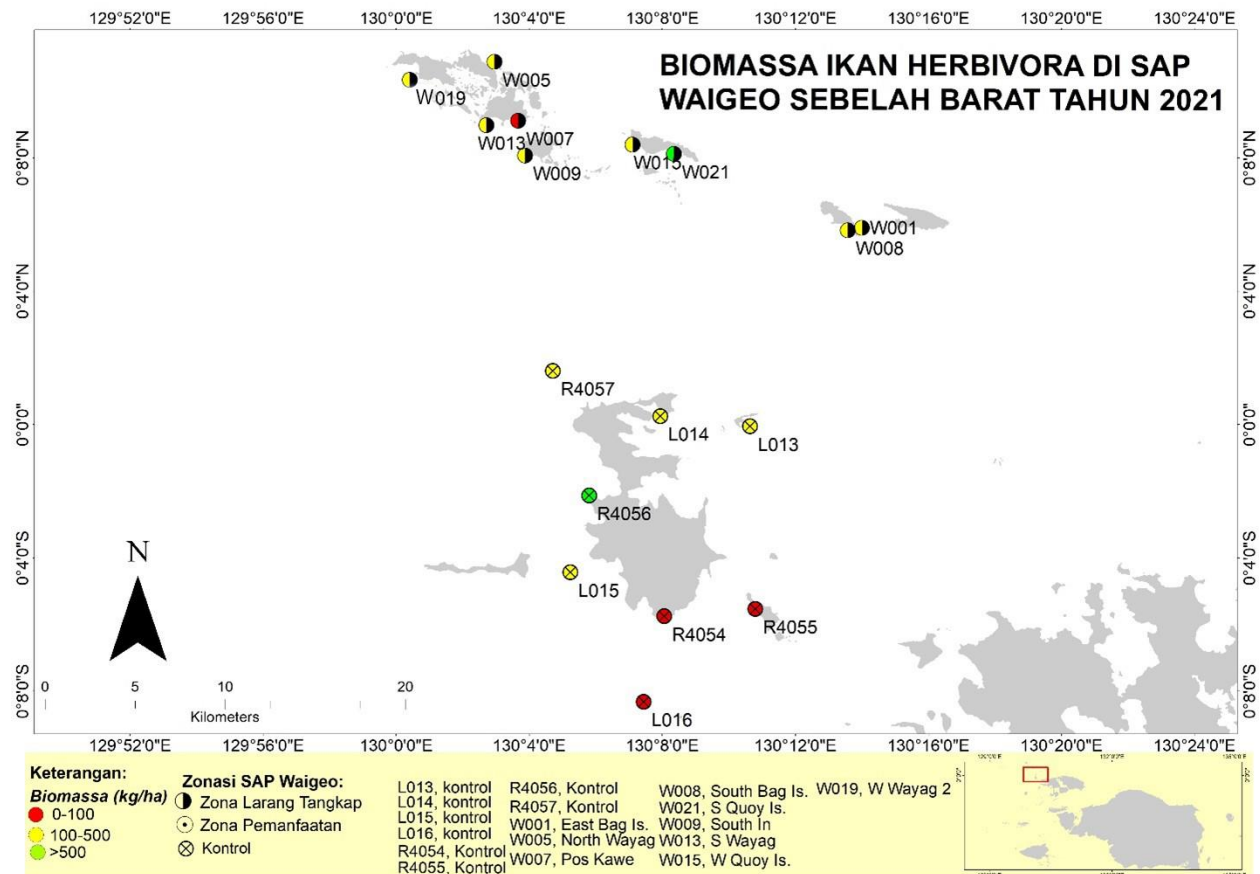
Persentase Tutupan Karang



Gambar 7. Rata-rata (\pm Simpangan Error) persentase tutupan karang setelah monitoring keempat pada KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat. 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 dan macroalgae selain Crustose Coralline Algae (CCA, dapat dilihat pada bagian f). Lihat Lampiran untuk uji statistik

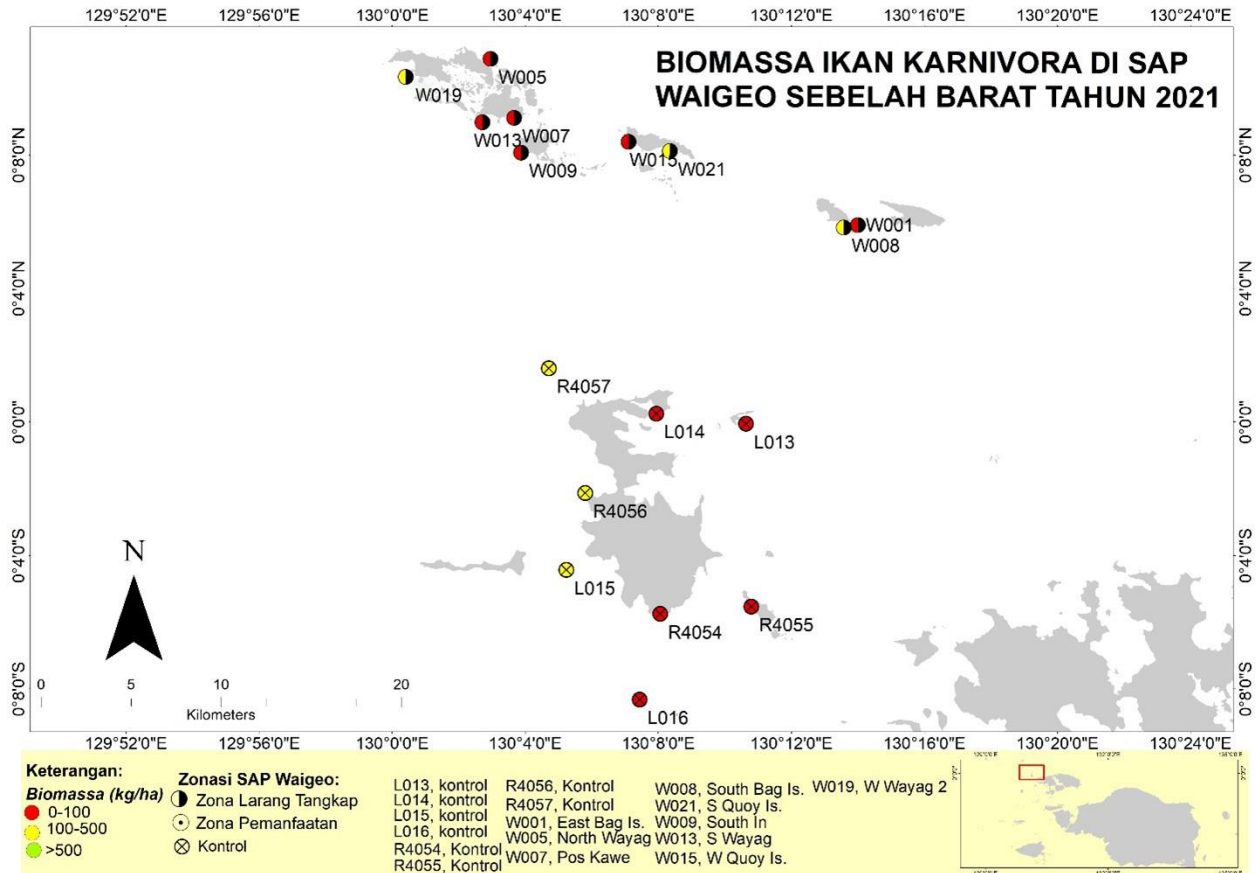
Keadaan Biomassa Ikan 2021

Biomassa ikan herbivora dapat dilihat pada Gambar 5. Biomassa ikan herbivora di dalam SAP Waigeo Sebelah Barat umumnya lebih besar dari 100 kg/ha, kecuali di lokasi Pos Kawe yang hanya memiliki biomassa kurang dari 100 kg/ha (62,87 kg/ha). Demikian juga di lokasi kontrol di luar SAP Waigeo Sebelah Barat yang umumnya lebih dari 100 kg/ha, kecuali di 3 lokasi yang memiliki biomassa kurang dari 80 kg/ha, yaitu L16 (Eagle Rock), R4054 (Selatan Kawe), dan R4055 (Kontrol).



Gambar 5. Peta Biomassa Ikan Herbivora (*Famili Acanthuridae, Scaridae, Siganidae*) di SAP Waigeo Sebelah Barat

Berbeda dengan kondisi biomassa ikan herbivora, biomassa ikan target atau karnivora di SAP Waigeo Sebelah Barat umumnya kurang dari 100 kg/ha, kecuali di 3 lokasi, yaitu W008/South Bag Island (176,44 kg/ha), W019/West Wayag 2 (207,47 kg/ha), dan W021/South Quoy Island (432,38 kg/ha).



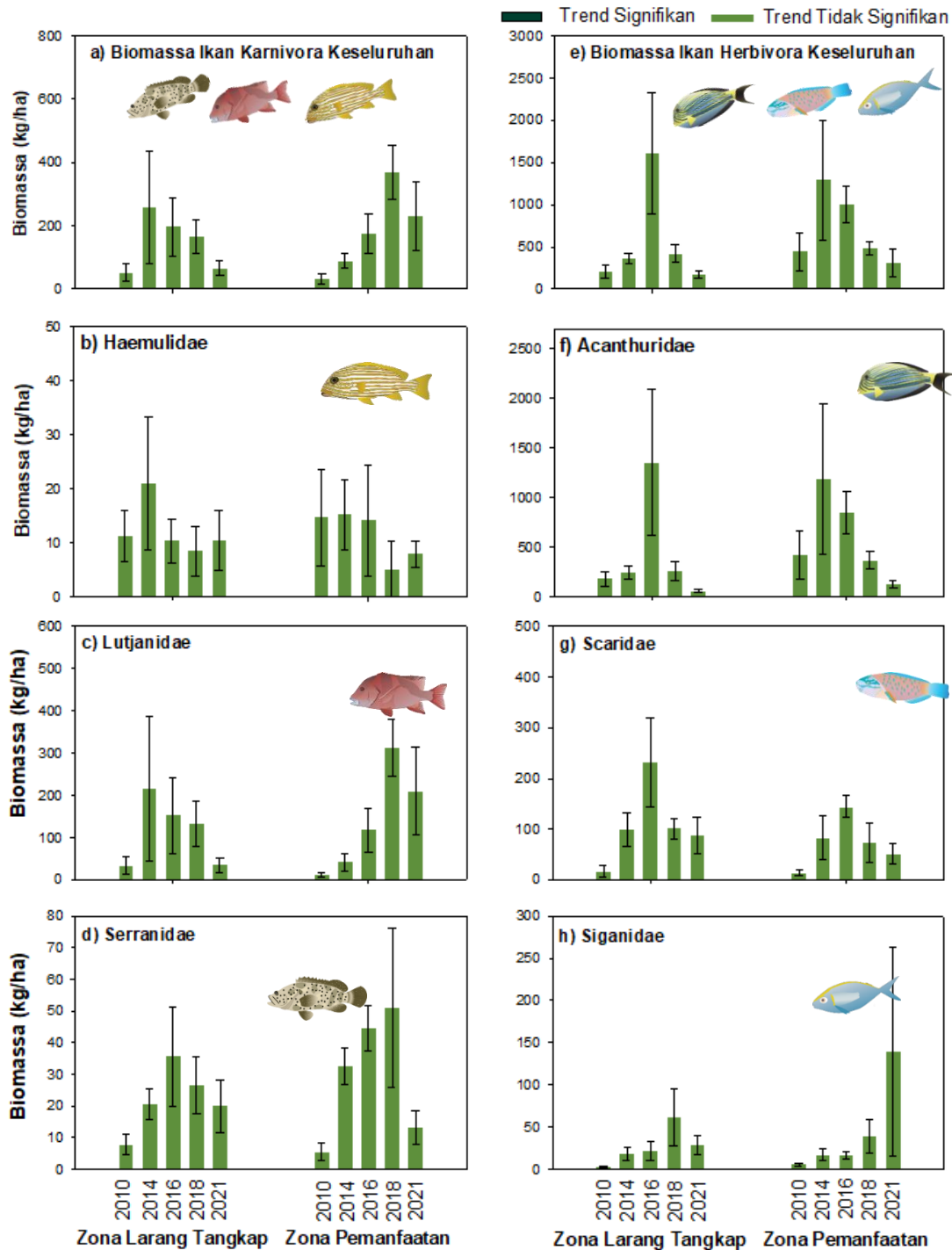
Gambar 6. Peta Biomassa Ikan Karnivora (*Famili Haemulidae, Lutjanidae, dan Serranidae*) di SAP Waigeo Sebelah Barat

Secara umum biomassa ikan herbivora dan ikan target di SAP Waigeo Sebelah Barat tahun 2021 (Tabel 1) lebih rendah bila dibandingkan dengan biomassa di BLKB tahun 2017-2018 (Tabel S4). Secara famili, biomassa kelompok ikan *Acanthuridae* (kulit pasir), *Scaridae* (kakatua), *Haemulidae* (Rajabau) dan *Serranidae* (Kerapu) masih lebih rendah jika dibandingkan dengan biomassa famili ikan yang sama di BLKB. Rendahnya biomassa kelompok ikan ini perlu menjadi perhatian dari pengelola SAP Waigeo Sebelah Barat dan juga masyarakat.

Kondisi biomassa ikan herbivora terlihat menurun setelah tahun 2016 dan hampir sama dengan kondisi pada *baseline*. Ini terutama terjadi pada kelompok famili Ikan Kulit Pasir (*Acanthuridae*) dan Ikan Kakatua (*Scaridae*). Kondisi biomassa ikan karnivora tertinggi pada tahun 2018 dan mengalami penurunan pada tahun 2021 ini, terutama pada kelompok Ikan Kakap (*Lutjanidae*), dan Ikan Kerapu (*Serranidae*).

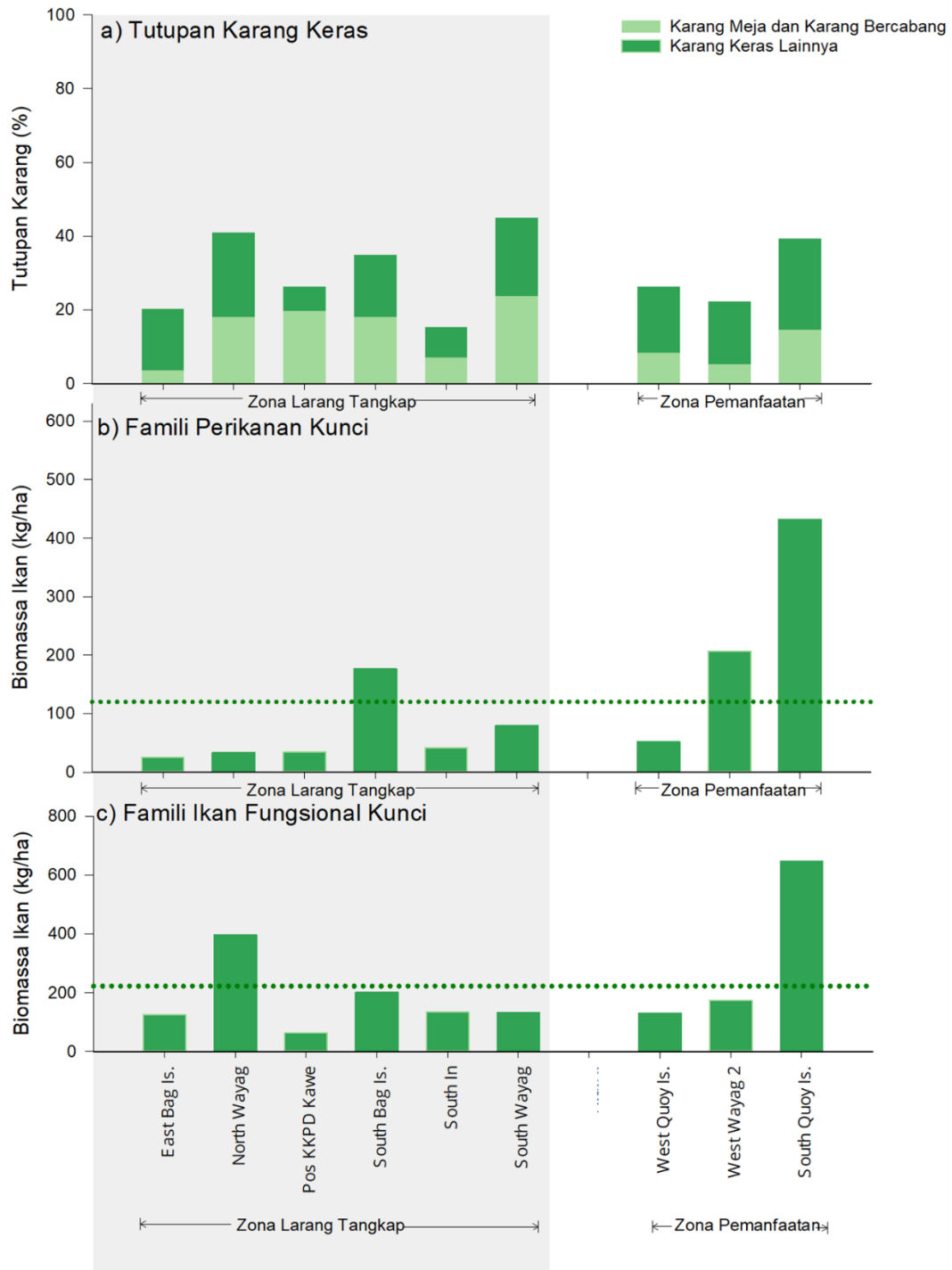
Penurunan biomassa ikan herbivora dan ikan target secara umum pada tahun 2021 terjadi di kedua zona (Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan). Hal ini mengindikasikan adanya tekanan aktivitas penangkapan ikan oleh masyarakat dan rendahnya kepatuhan terhadap sistim dan aturan zonasi. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar zona dan antar tahun pengamatan (hasil uji statistik dapat dilihat pada Tabel S3), tetapi khusus untuk kelompok famili *Acanthuridae* (Ikan Kulit Pasir) terdapat perbedaan biomassa ikan di Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan.

Biomassa kelompok famili Acanthuridae lebih tinggi di Zona Pemanfaatan dibandingkan pada Zona Larang tangkap.



Gambar 8. Rata-rata (\pm SE) biomassa famili ikan kunci pada Zona Larang Tangkap dan Zona pemanfaatan setelah lima kali monitoring di SAP Waigeo Sebelah Barat. (a) Jumlah dari ketiga famili perikanan target, (b) Serranidae, (c) Lutjanidae, dan (d) Haemulidae. Panel kiri: (e) jumlah ketiga famili ikan herbivore kunci, (f) Acanthuridae, (g) Scaridae, dan (h) Siganidae. Lihat Lampiran untuk uji statistik

Tutupan Karang dan Biomassa Ikan di Masing-Masing Lokasi



Gambar 9. Rata-rata persentase tutupan karang (a), biomassa famili Ikan Perikanan Kunci (b), dan biomassa famili ikan fungsional, (c) di masing-masing lokasi di KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat Tahun 2018. Daerah yang diarsir adalah lokasi Zona larang tangkap. Garis menunjukkan rata-rata untuk setiap indicator di KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat Tahun 2021.

Presentase tutupan karang tertinggi terlihat pada lokasi *South Wayag* dan diikuti oleh *North Wayag*, kedua lokasi tersebut termasuk dalam Zona Larang Tangkap. *South Quoy Island* yang masuk dalam Zona Pemanfaatan memiliki tutupan karang keras dan biomassa ikan yang cukup tinggi. Terlihat bahwa untuk biomassa ikan pada zona pemanfaatan lebih tinggi dibandingkan dengan biomassa pada zona larang tangkap, sedangkan untuk tutupan karang di zona larang tangkap lebih tinggi dibandingkan dengan zona pemanfaatan (Gambar 9).

Secara umum kondisi terumbu karang di SAP Waigeo Sebelah Barat relatif stabil. Tutupan karang keras hidup relatif stabil dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan antar tahun pemantauan. Sedangkan kondisi biomassa ikan sedikit mengalami tren penurunan pada tahun 2021 jika dibandingkan dengan data monitoring tahun 2018, walaupun secara statistik tidak signifikan. Tren penurunan biomassa ikan ini diduga akibat adanya aktivitas penangkapan ikan di dalam kawasan SAP Waigeo Sebelah Barat. Menurunnya atau bahkan berhentinya kunjungan wisatawan ke SAP Waigeo Sebelah Barat akibat pandemi *Covid-19* diduga mengakibatkan masyarakat yang sebelumnya mendapatkan penghasilan dari pariwisata beralih menjadi menangkap ikan sebagai pengganti penghasilan dari sektor pariwisata.

Rekomendasi

Lokasi pemantauan yang memiliki kondisi biomassa ikan tertinggi selama pemantauan tahun 2021 yaitu di *South Quoy*. Lokasi tersebut perlu mendapatkan pengawasan yang lebih intensif, agar kondisi tutupan karang dan ikan terus terjaga. Sehingga dapat berdampak pada ketersediaan ikan di KKPN SAP Waigeo Sebelah Barat serta lokasi lainnya. Selain lokasi tersebut lokasi-lokasi lainnya yang masih dapat pulih kondisi karang dan biomassa ikannya perlu dijaga dan dilakukan pengawasan yang rutin.

Terlihat adanya peningkatan tutupan patahan karang (*rubble*) dan karang mati (*Dead Coral*) pada hampir semua lokasi pengamatan dan juga pada periode pengamatan (2012-2021). Hal ini cukup mengkhawatirkan jika kondisi ini terus berlangsung akan berpengaruh pada kondisi karang keras yang ada di wilayah perairan SAP Waigeo Sebelah Barat.

Temuan terbaru dari team pemantau yaitu banyak ditemui sampah-sampah plastik yang terapung di permukaan perairan dan juga sampah plastik yang tersangkut di terumbu karang, hal ini dapat mempengaruhi kehidupan ekosistem terumbu karang dan biota laut lainnya.

Berdasar hasil pemantauan tersebut, beberapa rekomendasi bagi pengelola SAP Waigeo Sebelah Barat adalah:

- Meningkatkan aktifitas patroli pengawasan sehingga dapat mengelola dan memastikan aktifitas masyarakat yang menangkap ikan tidak memberikan dampak negatif bagi penurunan biomassa ikan di SAP Waigeo Sebelah Barat.
- Melakukan kajian dampak pandemi Covid-19 terhadap beralihnya pekerjaan masyarakat dari sektor pariwisata ke sektor perikanan, yang dapat mempengaruhi kondisi biomassa ikan di KKPD Selat Dampier, Raja Ampat.
- Melakukan penelitian lanjutan mengenai sampah yang ada di perairan, sosialisasi ke masyarakat dan juga memikirkan solusi untuk mengurangi sampah plastik.

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. Volume I-III. Tropical Reef Research, Perth.
- Burke, L., Reytar, K, an Spalding, M., & Perry, A. 2011. Reefs at Risk Revisited.
- Donnelly R, Neville D, and Mous PJ (2003). Report on a Rapid Ecological Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua, Eastern Indonesia, hel October 30-November 22, 2002.
- 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, 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>.
- Purwanto, Awaludinnoer, Harris J, Ardiwijaya R, 2017. Ecological Status of Misool MPA 2015 Report. Indonesia Coastal and Ocean Program Report No. 01/17 The Nature Conservancy.
- 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 M, and Peterson N. 2009. Delineating the Coral Triangle. *Galaxea*, 11:91-100.

Sumber Gambar

Gambar Ikon Ikan dan karang diambil dari the *Integration and Application Network*, University of Maryland Center for Environmental Science (ian.umces.edu/imagelibrary/) yaitu: *Serranidae* Christina Thurber; *hard coral* - Diana Kleine; *Lutjanidae*, *Haemulidae*, *soft coral*, and *rubble* - Tracey Saxby; *Acanthuridae*, *Scaridae*, *macroalgae*, *CCA*, and *soft coral* – Joanna Woerner; *Siganidae* – Dieter Tracey.

Lampiran. Informasi Tambahan

Dalam laporan ini, kami menyajikan data karang dan ikan yang telah dirangkum menjadi beberapa indikator kunci yang dipilih untuk mencerminkan tujuan manajemen, menginformasikan kepada 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 (karnivora). Kriteria lain termasuk memilih spesies dari berbagai tingkat trofik, kelompok fungsional, sejarah hidupnya, dan wilayah jelajah. Dengan beberapa pertimbangan tersebut, kami menyajikan data ringkasan indikator sebagai berikut.

Tabel S1. Indikator Ekologi

	Indikator	Definisi	Penjelasan
Kelompok Karang / Kategori PIT	Hard Coral/Karang Keras	Semua taksa karang scleractinian serta taksa dengan kerangka kalsium karbonat (<i>Heliopora, Millepora, Tubipora</i>)	Hard coral adalah dinding pelindung terumbu karang, yang berkontribusi pada biodiversitas, pertumbuhan terumbu karang secara umum dan habitat ikan
	Soft Coral/Karang Lunak	Semua karang lunak	Karang lunak berkontribusi pada biodiversitas dan nilai keindahan terumbu karang.
	Dead Coral/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..
	Rubble/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.
	Other Algae/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
	Crustose Coralline Algae, 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/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 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	Kulit Pasir/Butana	
	Scaridae	Kakatua	
Siganidae	Baronang		

Tabel S2. Hasil Pengujian ANOVA Dua Faktor Perbedaan antar Waktu (Tahun) dan antar Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan 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 Pemanfaatan?</i>	Interaksi <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Gambar 3a) Hard Coral	0,442	0,236	0,953
3b) Soft Coral	0,822	0,489	0,778
3c) Rubble	0,972	0,809	0,985
3d) Dead Coral	0,069	0,834	-
3e) Other Algae	0,516	0,015	0,587
3f) CCA	0,012	0,414	0,840

Catatan: Warna kuning menyatakan tren signifikan

Tabel S3. Hasil Pengujian ANOVA Dua Faktor Perbedaan antar Waktu (Tahun) dan antar Zona Larang Tangkap dan Zona Tangkap untuk Biomassa Ikan Target (Karnivora) dan Kelompok Ikan Herbivora

	Tahun <i>Apakah terjadi perubahan antar waktu?</i>	Zona <i>Apakah terjadi perbedaan antara Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan?</i>	Interaksi <i>Apakah perbedaan zona menyebabkan perubahan antar waktu?</i>
Figure 4a) Karnivora keseluruhan	0,013	0,315	0,390
4b) Haemulidae	0,527	0,842	0,985
4c) Lutjanidae	0,017	0,360	0,177
4d) Serranidae	0,037	0,294	0,760
Figure 4e) Herbivora keseluruhan	0,000	0,205	0,583
4f) Acanthuridae	0,000	0,062	0,606
4g) Scaridae	0,001	0,295	0,985
4e) Siganidae	0,165	0,396	0,614

Tabel S4: Tutupan karang per kategori dan biomassa famili ikan indikator kunci di BLKB Periode Tahun 2017-2018. Semua nilai merupakan nilai rata-rata ± standard error.

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