



Barefoot
conservation

Barefoot Conservation

Laporan Kemajuan Penelitian

2022-2023

BAREFOOT CONSERVATION

Laporan Kemajuan Penelitian 2022-2023

For any questions regarding the data, findings or projects mentioned in this report, please contact our Head of Science, Josie Chandler, via j.f.chandler@outlook.com

All photos by Josie Chandler and Iris Uijttewaal.



Daftar Isi

1. Perihal	4
2. 2022 Kemajuan Penelitian	5
2.1 Reef Check (Pemeriksaan Terumbu Karang)	5
2.1.1 Kilasan	5
2.1.2 Hasil	5
2.1.2.1 Data Benthos	6
2.1.2.2 Data Ikan	7
2.1.2.3 Data Invertebrata	8
2.1.2.4 Data Pengaruh	8
2.1.2 Rencana Reef Check 2023	9
2.2 Proyek Pemulihan Terumbu Karang	10
2.2.1 Kilasan	10
2.2.1.1 Tempat Perawatan “Education”	11
2.2.1.2 Tempat Perawatan “Stock Nursery”	11
2.2.1.3 Tempat Perawatan “Research Nursery”	11
2.2.2 2022 Hasil	12
2.2.2.1 Hasil Tempat Perawata “Research”	12
2.2.2.2 Hasil Penanaman	13
2.2.2.2.1 Uji Penanaman	13
2.2.2.2.2 Penanaman Karang Tanpa Konsolidasi	14
2.2.3 Karang Hitam dalam Proyek Pemulihan Karang	15
2.2.4 Pemantauan Level Ekosistem	15
2.2.5 Rencana – rencana Proyek Pemulihan untuk 2023	16
2.3 Proyek Manta Ray	17
2.3.1 Kilasan	17
2.3.2 Hasil – hasil 2022	18
2.3.3 Rencana Proyek Manta untuk 2023	18
2.4 Pemantauan Kerusakan karena Jangkar	19
2.5 Proyek Karang Hitam	19
2.6 Proyek Cyanobacteria	20
2.7 Proyek Pembersihan Pantai	20
3. Keterlibatan Komunitas Arborek	21
3.1 Permusyawarahan dengan Kepala Kampung	21
3.2 Klub Ilmiah Anak – anak	21
3.3 Permagangan Sekolah Tinggi dan Universitas	22
4. Kesimpulan	23



1 Perihal

Barefoot Conservation merupakan suatu Yayasan Indonesia (Konservasi Jejak Kaki Indonesia: AHU-0004531.AH.01.04.) yang bekerja demi melestarikan kehidupan – kehidupan laut Raja Ampat yang tiada duanya, melalui pemantauan, penelitian, dan pelatihan ilmiah bagi komunitas setempat. Barefoot telah berjalan sejak tahun 2016 dan telah mengumpulkan data kesehatan terumbu karang, populasi Manta, limbah laut, dan bintang laut “mahkota duri” selama bertahun – tahun, menyediakan dataset jangka panjang yang sangat berharga mengenai ekosistem selama jangka waktu tertentu. Selain itu, tahun ini di 2022, banyak proyek – proyek baru telah dimulai, yang paling relevan diantaranya proyek pemulihan terumbu karang, tapi juga proyek karang hitam, pemantauan cyanobacteria, dan pemantauan kerusakan karang oleh jangkar. Semua proyek ini akan dijelaskan lebih mendetail di halaman berikut, termasuk latar belakang, kemajuan, dan tujuan di tahun 2023.

Tim Peneliti kami di Barefoot saat ini terdiri dari tiga lulusan ilmu pengetahuan kelautan dari Indonesia: Afryan Maris Pappang Simon (Hasanuddin University of Makassar), Victor Hendrico (Universitas IPB), Felicita Laura Annemarie (Victoria University of Wellington), seorang peneliti Manta dari Plymouth University (UK) Lena Pollet, dan Kepala Peneliti Josie Chandler (James Cook University) yang saat ini bekerja secara jarak jauh di Australia. Manajer Proyek, instruktur selam, para divemaster, dan dokter kami juga banyak terlibat dalam proyek – proyek ilmiah.

Meskipun perjuangan melawan Covid yang telah mempengaruhi pemantauan kami di 2020/2021, kami telah mencapai banyak di tahun ini baik dalam ilmiah maupun di kegiatan dan pelatihan komunitas. Kami mencapai tujuan – tujuan survei untuk Reef Check (Pemeriksaan Terumbu Karang) dan telah melihat beberapa hasil yang menjanjikan di tahun pertama proyek pemulihan karang kami. Terlebih lagi, kami telah membangun fondasi kuat untuk 2023 yang lebih kuat juga, dengan banyaknya kolaborasi – kolaborasi positif dan berbagai proyek baru yang akan segera dimulai di Januari 2023. Laporan ini menyediakan informasi terbaru mengenai kemajuan proyek – proyek ilmiah besar kami di 2022.

Semua proyek kami saat ini berlangsung di Barefoot, hanya mengumpulkan data pengamatan, dan hasil – hasil penelitian tetap berada di dalam Indonesia. Pengajuan izin – izin yang berkepentingan telah direstui oleh Kepala Kampung Arborek, Bapak Juan, dan Kepala BLUD, Pak Safry, sebelum memulai proyek – proyek yang telah disebutkan sebelumnya.

2 Kemajuan Penelitian

2.1 Reef Check

2.1.1 KILASAN

Pemantauan jangka panjang terumbu – terumbu karang yang mengelilingi Pulau Arborek telah dijalankan sejak tahun 2016. Metodologi survei Reef Check telah diikuti secara rinci untuk mengkaji kesehatan terumbu karang, termasuk tutupan benthos, kelimpahan ikan & kelimpahan invertebrate. Pengaruh – pengaruh lainnya terhadap terumbu karang seperti pemutihan (bleaching), penyakit, sampah, dan predasi juga dikaji selama proses survei berlangsung.

‘Situs – situs Pemantauan Inti’ yang saat ini secara berulang dipantau setiap enam bulan sebagai berikut: Barefoot Jetty, Main Jetty, Juan’s Bay, Juan’s Reef, West Mansuar dan Isai’s Garden (lihat gambar 1). Memantau situs – situs dengan waktu jangka panjang bertujuan untuk mencatat fluktuasi – fluktuasi alami dan antropogenik (berkaitan dengan manusia) pada kesehatan terumbu karang yang terjadi dalam wilayah Selat Dampier dan menghimbau para pengelola akan perubahan – perubahan yang tidak lazim. Semua data akan dilaporkan kepada otoritas kelautan setempat di Waisai, BLUD serta dikirimkan ke Reef Check Indonesia, setiap 6 bulan.

Semua situs berada didalam kawasan dilindungi yang dikelola oleh Taman Laut Raja Ampat. Arborek Jetty dan Barefoot Jetty telah dipilih sebagai ‘terumbu – terumbu karang terpengaruh’ untuk mendokumentasikan efek – efek penyelam dan pariwisata terhadap terumbu karang setempat (pengaruh antropogenik menengah). Teluk Juan (Juan’s Bay) dan Terumbu Karang Juan (Juan’s Reef) telah dipilih sebagai terumbu – terumbu karang terpengaruh untuk mendokumentasikan efek pembudidayaan ikan buatan manusia (sekarang telah diberhentikan), terhadap terumbu – terumbu setempat (pengaruh antropogenik menengah). Mansuar Barat (West Mansuar) dan Taman Isai (Isai’s Garden) merupakan terumbu karang dengan pengaruh antropogenik rendah.

Situs – situs pemantauan tambahan disurvei saat situs – situs inti telah dipantau dalam periode 6 bulan. Situs – situs tambahan sebagai berikut: Arborek Tip (Ujung Arborek) / Arborek Timur (East Arborek), JPP, Arborek Utara (North Arborek), South Arborek (Arborek Selatan), Arborek Barat (Arborek West).



Gambar 1: Situs – situs survei Barefoot Conservation disekitar Pulau Arborek. Situs – situs yang ditandai merah adalah ‘situs pemantauan inti’ yang dipantau setidaknya 6 bulan sekali, situs ditandai hijau adalah ‘situs pemantauan tambahan’ yang dipantau jika ada celah kesempatan.

NAMA SITUS	SITUS INTI?	# SURVEI DI 2022
Barefoot Jetty	YES	4
Main Jetty	YES	3
Juan’s Bay	YES	4
Juan’s Reef	YES	4
West Mansuar	YES	4
Isai’s Garden	YES	3
Arborek Tip/East Arborek	YES	2
JPP	NO	2
North Arborek	NO	2
South Arborek	NO	2
TOTAL		32

Tabel 1: Tabel situs – situs survei Reef Check yang dilaksanakan di 2022.

2.1.2 HASIL DI TAHUN 2022

Di tahun 2022 total 32 survei telah dilaksanakan disekitar Pulau Arborek dan kawasan setempat (lihat gambar 1 dan tabel 1), data ini telah dikirimkan ke Reef Check Indonesia.

Secara keseluruhan, tim kami melatih 72 sukarelawan mancanegara dan 2 siswa/siswi sekolah tinggi setempat dari Kampung Sawinggrai untuk menjalankan survei – survei ilmiah mengikuti metodologi Reef Check. Kemampuan – kemampuan ini akan digunakan untuk menjalankan survei – survei laut di sepanjang dunia, berkontribusi terhadap data kesehatan terumbu karang hingga kanca internasional. Memampukan ilmuwan – ilmuwan sipil dan siswa/siswi untuk mengumpulkan data ini akan meningkatkan pemahaman kita akan ancaman – ancaman terhadap terumbu karang saat ini dan menghimbau keputusan – keputusan pengelola demi perlindungan terumbu karang.

2.1.2.1 Data Benthos

Gambar 2 menunjukkan distribusi tutupan benthos di masing – masing situs pemantauan, terbagi oleh kelompok benthos. Juan's Reef ditemukan memiliki tutupan karang keras (hard coral) tertinggi (48%, $SD=0.049$), sedangkan South Arborek memiliki tutupan karang keras terendah (9%, $SD=0.085$).

Meski tutupan karang keras di Juan's Reef dan Juan's Bay cenderung tinggi, data ini tidak mencakup keanekaragaman – hayati spesies dan perlu dicatat bahwa tutupan karang di situs – situs ini sebagian besar monospesifik dengan dominansi oleh karang tanduk rusa *Acropora* yang cepat tumbuhnya dan beberapa species *Montipora* bentuk foliose. Data kelimpahan ikan yang rendah dari situs – situs ini mendemonstrasikan tutupan karang yang tinggi tidak selalu mengindikasikan terumbu karang yang sehat. Ada juga proporsi tertinggi spesies Nutrient Indicator Algae (NIA) di kedua situs ini yang kemungkinan merupakan hasil dari masukan

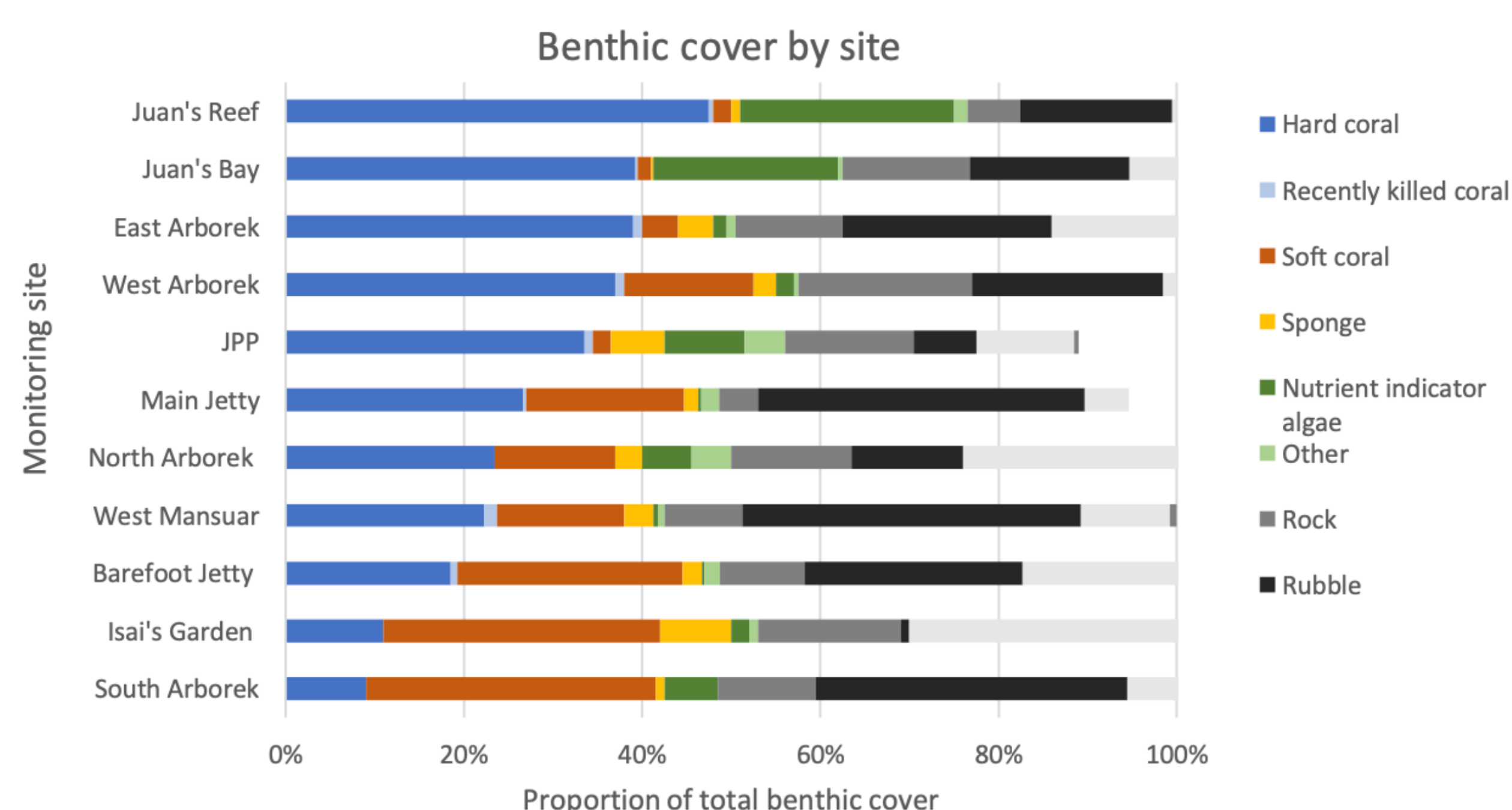
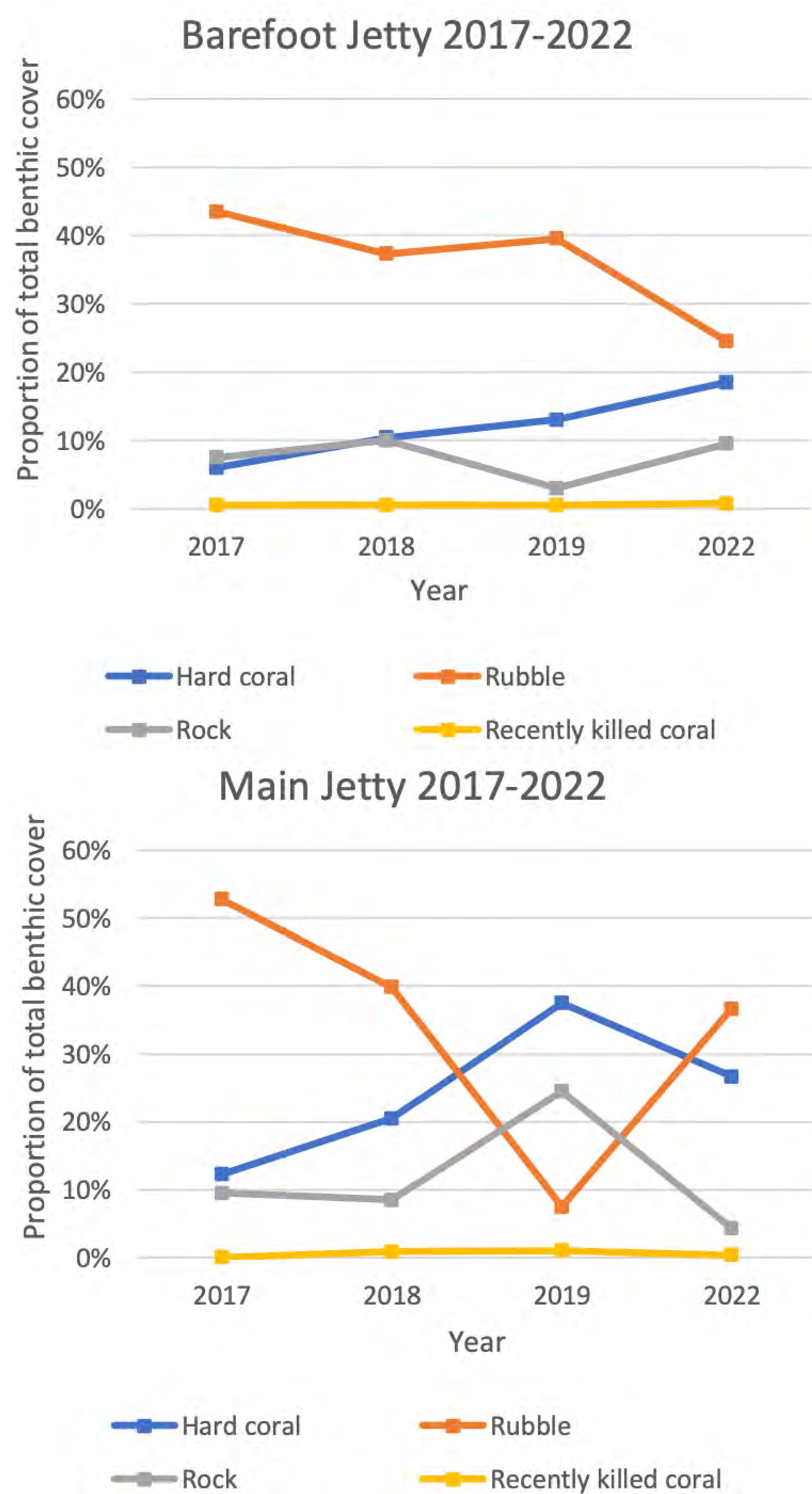


Figure 2: Variasi komposisi benthos di 11 situs survei di Selat Dampier. Legenda: Hard Coral (Karang Keras), Recently Killed Coral (Karang Baru Mati), Soft Coral (Karang Empuk non Scleractinia), Sponge (Spons), Nutrient Indicator Algae (Alga Indikator perubahan kadar Nutrisi / Unsur Organik), Other (Lainnya), Rock (Batuan), Rubble (Puing Karang Mati).

unsur organik dari tempat budidaya ikan yang sebelumnya pernah ada di kedua situs ini.

Akan jadi penting untuk melanjutkan memantau tutupan karang keras di situs – situs ini di sepanjang waktu, dan pengujian air akan menentukan jika kualitas karang yang berkurang dikarenakan kualitas air yang rendah / buruk atau faktor – faktor antropogenik lainnya (lihat bagian 2.6 Proyek Cyanobacteria).



Gambar 3: Mengamati perubahan pada tutupan karang keras (dan kelompok benthos lainnya) di Barefoot Jetty dan Main Jetty seiring waktu berjalan (2017-2022). Tren data tidak konklusif dan dapat mewakili fakta bahwa survei – survei dijalankan di lokasi yang agak berbeda tiap tahunnya.

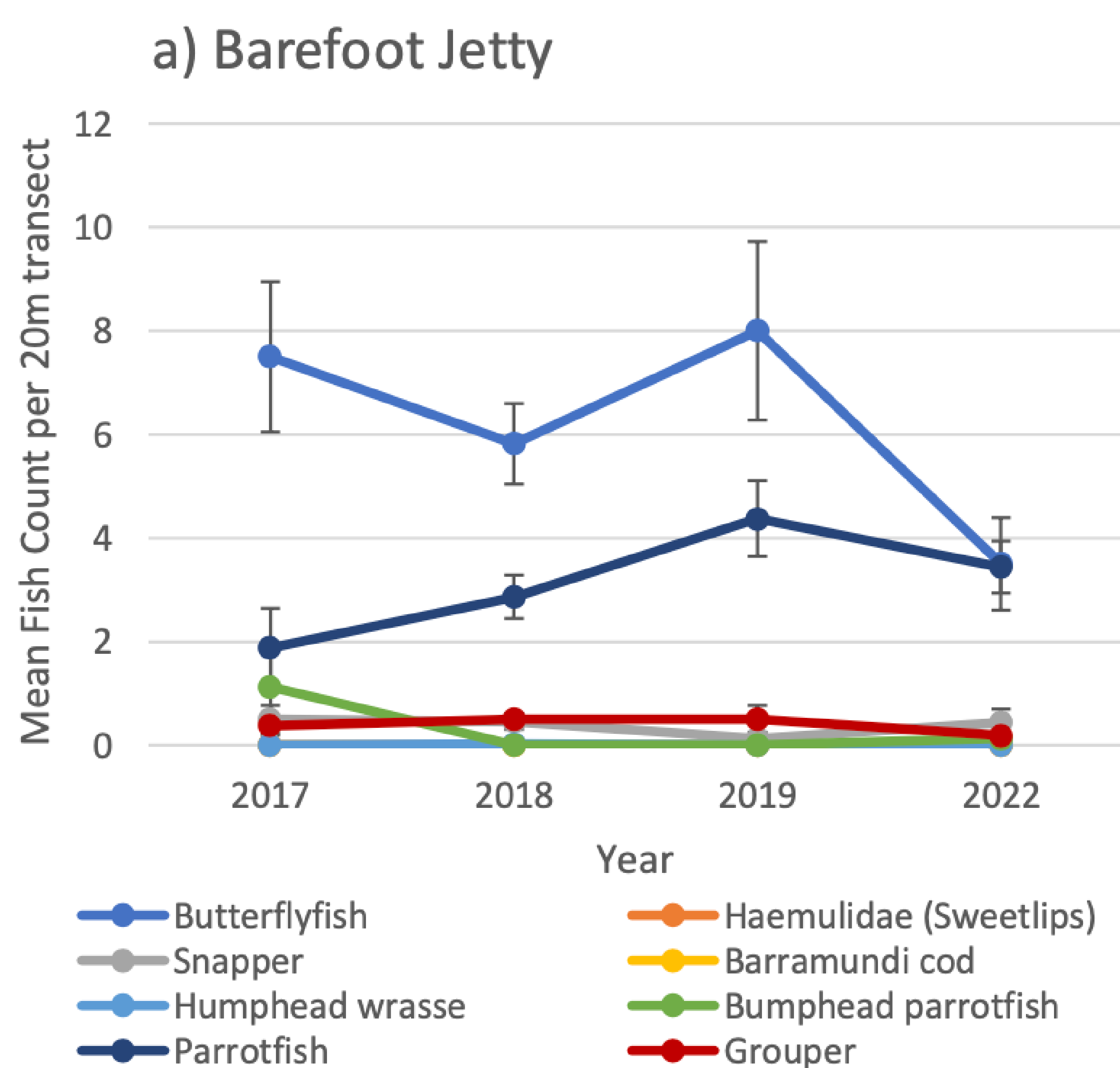
Di Barefoot Jetty tren data menunjukkan naiknya tutupan karang keras seiring waktu berjalan, sedangkan tutupan patahan karang berkurang. Data yang optimis ini semoga dapat di tingkatkan oleh Proyek Pemulihan Karang di situs ini. Di Main Jetty, tutupan karang keras telah meningkat secara perlahan antara tahun 2017 dan 2019, namun diantara tahun 2019 dan 2022, adanya penurunan tajam, sedangkan tutupan patahan karang meningkat pesat. Perubahan ini mungkin dikarenakan kerusakan karang oleh para penyelam, atau dikarenakan faktor – faktor yang belum diketahui. Terlebih lagi, karang – karang yang baru mati tetap rendah tutupannya di sepanjang tahun, yang menunjukkan bahwa karang tidak terlihat sekarat di situs kami sama sekali.

2.1.2.2 Data Ikan

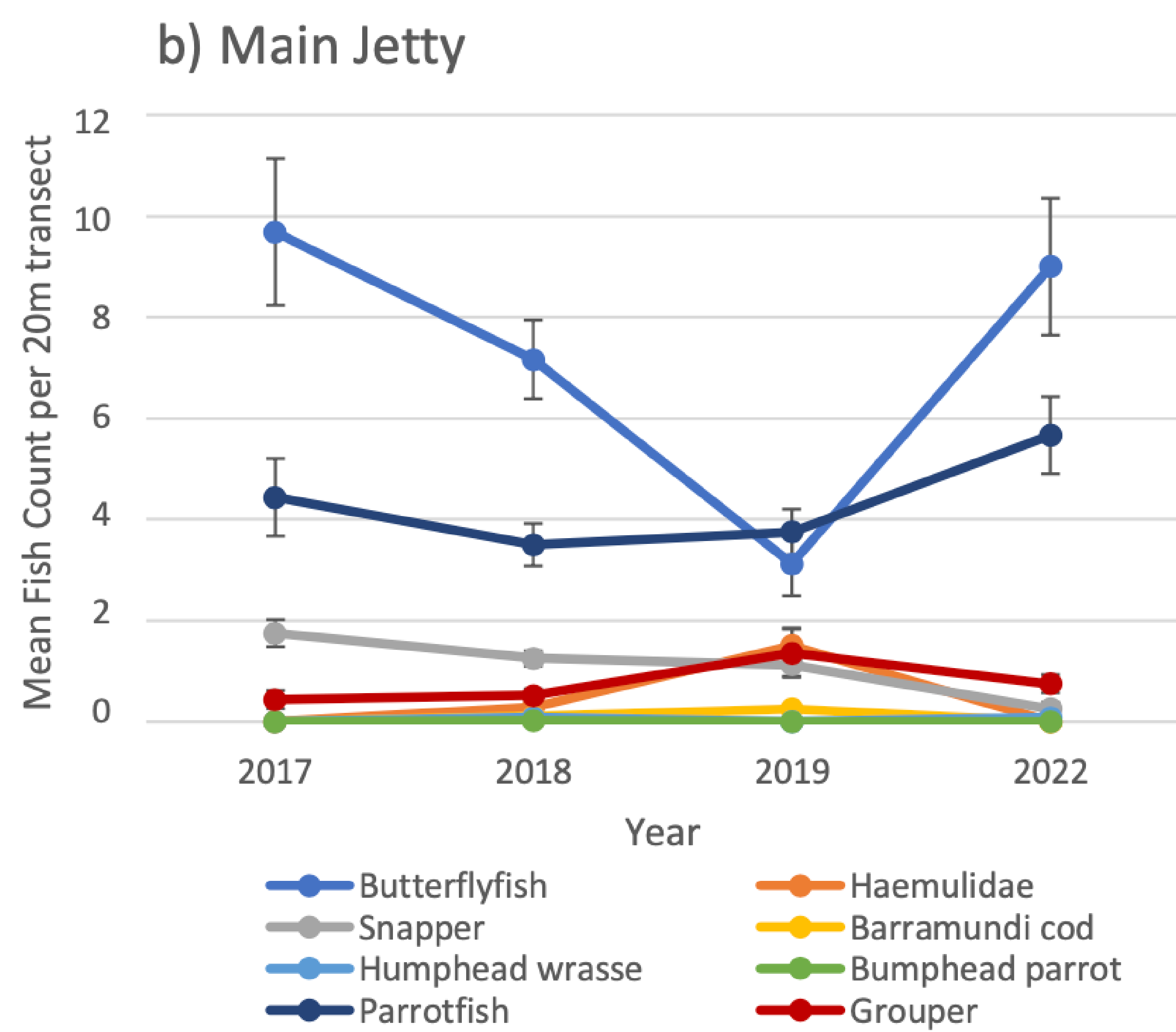
Gambar 4 menunjukkan data dari Barefoot Jetty dan Main Jetty, dimana hitungan ikan telah dibandingkan berdasarkan waktu (2017-2022). Kedua situs menunjukkan densitas tertinggi butterflyfish (ikan kupu) dan parrotfish (ikan kakaktua), dengan rata-rata hitungan snapper (kakap), grouper (kerapu), dan Haemulidae (sweetlips (kaci - kaci)) yang lebih tinggi ditemukan di Main Jetty dibandingkan dengan Barefoot Jetty.

Karena butterflyfish utamanya corallivore obligat (hanya bisa makan karang), perubahan dalam populasi sering kali bisa mengindikasikan perubahan pada tutupan karang keras, sehingga mereka hanya di survei sebagai spesies indikator. Namun di Main Jetty, tren menurun pada butterflyfish (2017-2019) tidak mencocoki data benthos dari situs ini, karena karang keras hanya ditemukan bertambah selama tahun-tahun ini. Kemungkinan populasi butterflyfish bereaksi dengan penyebab stress lainnya, atau data yang dikumpulkan tidak benar-benar mewakili keadaan populasi. Meningkatnya densitas ikan yang ada di antara tahun 2019 dan 2022 di Main Jetty mungkin bisa disebabkan oleh usaha-usaha pemulihan yang telah membawa penambahan tutupan karang ke situs ini. Akan ada rencana pemantauan tren ini untuk beberapa tahun kedepan.

Di Barefoot Jetty, densitas butterflyfish, parrotfish, dan spesies lainnya telah mengalami penurunan di antara tahun 2019-2022. Ini merupakan penemuan menarik, karena keberadaan manusia di perkemahan Barefoot sebenarnya lagi menurun selama waktu ini (pandemi Covid-19) dan juga pengaruh pariwisata kemungkinan tidak menjelaskan penurunan



Gambar 4a: Variasi dalam hitungan ikan berdasarkan waktu di dua situs in fish counts over time at two sites a) Barefoot Jetty and b) Main Jetty between 2017-2022.



Gambar 4b: Variasi dalam hitungan ikan berdasarkan waktu di dua situs in fish counts over time at two sites a) Barefoot Jetty and b) Main Jetty between 2017-2022.

populasi ikan di situs ini. Butterflyfish juga bukan spesies ikan pancingan yang diincar, jadi juga bukan karena tekanan pemancingan yang bertambah. Justru kemungkinan adanya kaitan dengan keadaan terumbu karang, yang meskipun bertambah, tetap mengalami degradasi (<20% tutupan karang keras). Pentingnya di waktu kedepan untuk melihat data ikan tahun 2023 di Barefoot Jetty untuk melihat jika populasi terus berkurang atau tidak. Semoga pengaruh proyek pemulihan di situs yang terdegradasi akan membawa penambahan populasi ikan di 5 tahun kedepan.

Meski densitas mereka cenderung rendah, densitas grouper (kerapu) terlihat cenderung stabil di kedua situs, yang juga baik karena ikan-ikan ini sering diincar oleh nelayan. Namun populasi snapper (kakap), yang juga spesies perikanan yang diincar terlihat menurun secara perlahan di Main Jetty dan hampir tidak ada di Barefoot Jetty, jadi hal ini sebaiknya dipantau di tahun mendatang. Jumlah Barramundi cod (kerapu punggung bongkok), humphead wrasse (ikan napoleon), dan bumphead parrotfish (ikan kakaktua raksasa) yang rendah tidak mengejutkan karena mereka merupakan ikan yang cenderung langka.

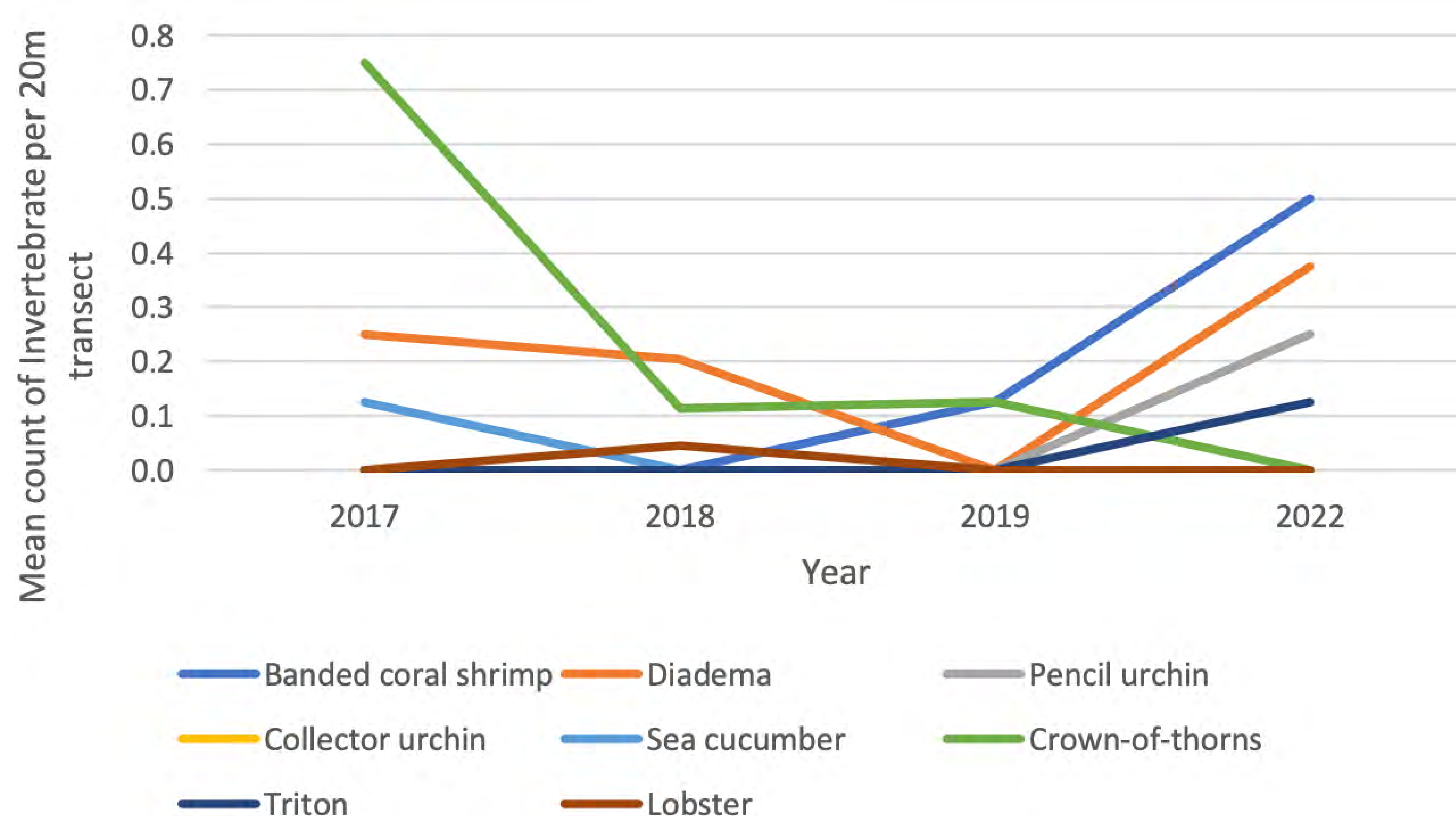
2.1.2.3 Data Invertebrata

Data Invertebrata dari Main Jetty (gambar 5) menunjukkan dua temuan utama; pertama, sejak tahun 2017 jumlah rerata bintang laut Mahkota Duri telah berkurang secara relevan dan sekarang tetap dibawah baku mutu 'pewabahan'. Pengurangan dalam jumlah ini kemungkinan berkaitan dengan tindakan interventif yang diambil oleh pemerintah setempat di tahun 2017/2018 setelah pemerintah dihimbau mengenai densitas tinggi Mahkota Duri, melalui program pemantauan kita. Kedua, hampir semua spesies invertebrata sasaran telah bertambah jumlahnya diantara tahun 2019 dan 2022, disamping lobster, dan bulu babi kolektor. Nantinya penting untuk memantau kelimpahan lobster, karena spesies ini merupakan spesies perikanan sasaran yang saat ini jumlahnya rendah.

2.1.2.4 Data Pengaruh

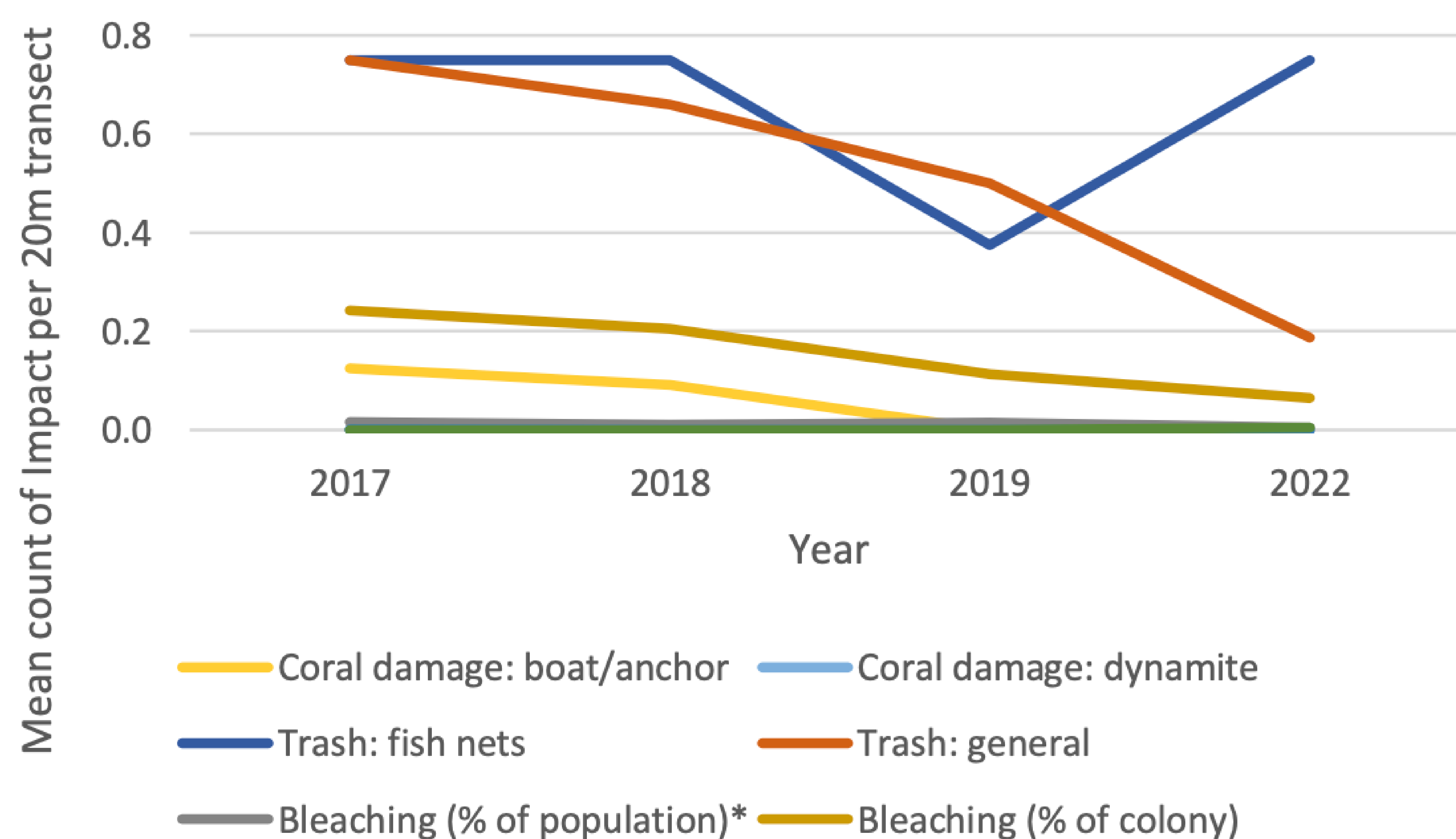
Data Pengaruh dari Main Jetty (gambar 6) menunjukkan pengurangan umum pada semua kerusakan karang antara tahun 2017-2022, dengan hanya sampah jaring ikan yang menunjukkan penambahan tahun ini. Ini baik untuk dilihat, dan pengurangan yang relevan pada 'Trash; general' bisa dikarenakan oleh pembersihan pantai secara rutin yang telah dijalankan oleh Barefoot, termasuk pantai terdekat ke Main Jetty. Hal ini juga bias disebabkan oleh meningkatnya kemawasan terhadap masalah pencemaran oleh plastik.

Lumayan bagus melihat tingkat penyakit tetap rendah, namun hal ini merupakan sesuatu yang kerap kali sulit dideteksi oleh ilmuan sipil laut yang baru dilatih. Saat kami memantau pengaruh peningkatan pariwisata dan eutrofikasi situs – situs ini nantinya akan jadi penting untuk memantau kemunculan penyakit di tahun mendatang.



Gambar 5: Variasi hitungan invertebrate berdasarkan waktu di Main Jetty antara 2017-2022.

Legenda: Banded coral shrimp (Udang Karang Belang), Diadema (Bulu Babi Hitam), Pencil Urchin (Bulu Babi Pensil), Collector Urchin (Bulu Babi Kolektor), Sea Cucumber (Teripang Laut), Crown-of-Thorns (Bintang Laut Mahkota Duri), Triton (Keong Triton Raksasa), Lobster (Panuliridae).



Gambar 6: Variasi hitungan 'pengaruh' berdasarkan waktu di Main Jetty antara 2017-2022.

Legenda: Coral damage: boat/anchor (Kerusakan karang karena jangkar / kapal), Coral damage: dynamite (Kerusakan karang karena pengeboman dengan dinamit untuk memancing ikan), Trash: fish nets (Sampah jaring ikan), Trash: general (Sampah umum, biasanya sampah domestik atau sampah dari kegiatan sehari – hari masyarakat), Bleaching (% of Population) (Pemutihan pada Karang dari sekian % Populasi), Bleaching (% of colony) (Pemutihan pada Karang dari sekian % koloni individual), Black Band (Karang yang terkena penyakit Black Band), White Band (Karang yang terkena penyakit White Band).

2.1.3 RENCANA REEF CHECK UNTUK 2023

Untuk survei – survei mendatang, data pemantauan jangka panjang kami akan mendapatkan keuntungan dari identifikasi tutupan benthos beresolusi lebih tinggi. Dengan hal ini dicatat, dari 2023 hingga mendatang kami akan memulai survei tahunan di masing – masing situs pemantauan inti, mengidentifikasi karang hingga level genus. Hal ini akan membutuhkan keahlian spesialis dan hanya staf peneliti yang dilatih dalam teknik – teknik identifikasi tingkat sulit yang akan diperbolehkan untuk mengumpulkan data ini.

Ditahun 2023 kami akan menambahkan empat situs pemantauan tambahan pada ‘lokasi pemantauan inti’, lokasi – lokasi ini diantara lain; South-West Arborek (Arborek Barat Daya), Lalosi, Manta Sandy, dan JPP. Tiga situs pertama telah dimasukkan karena mereka telah diidentifikasi sebagai situs kunci yang sedang mengalami peningkatan populasi cyanobacteria dan alga makro dan kami berencana memantau secara dekat hal ini sebagai bagian dari program pemantauan cyanobacteria (lihat Bagian 2.6: Proyek Cyanobacteria). Selain itu, JPP telah ditambahkan dikarenakan tingginya jumlah kejadian kerusakan oleh jangkar yang telah diamati di situs ini di tahun 2022, yang kami juga akan pantau secara dekat (lihat Bagian 2.4: Pemantauan Kerusakan karena Jangkar).

Kami juga akan mengambil tindakan untuk memastikan survei – survei tetap dilaksanakan secara konsisten di titik – titik yang sama, nantinya akan di dimampukan dengan penggunaan titik – titik mulai GPS dan kemungkinan penanda apung (marker buoy). Ini akan memastikan data yang dikumpulkan dapat dibandingkan secara langsung setiap tahunnya.



2.2 Proyek Pemulihan Terumbu Karang (Reef Restoration Project)

2.2.1 KILASAN

Proyek Pemulihan Terumbu Karang Barefoot dimulai di November 2022, setelah menerima izin dari Bapak Juan (Kepala Kampung), Bapak Buce (pemilik lahan) dan Pak Safry (Kepala BLUD).

Selagi kami berusaha untuk melindungi terumbu karang di skala yang lebih besar dengan mengajar para sukarelawan untuk mengurangi jejak kaki karbon mereka, membatasi pencemaran dan memakan ikan yang dapat dusumberkan secara berkesinambungan, di skala lokal kami juga telah memulai pemulihan ekosistem aktif yang akan membawa keuntungan lingkungan dan sosio – ekonomi bagi Raja Ampat. Proyek ini telah dimulai sebagai proyek pilot kecil, untuk menguji kemampuan untuk secara efektif memulihkan terumbu karang yang mengalami degradasi di Pulau Arborek. Jika metode – metodenya berhasil, kami berencana untuk menggunakan teknik – teknik kami untuk memulihkan terumbu – terumbu karang di daerah yang telah mengalami kerusakan parah oleh labuhan kapal (misal: Crossover Reef).

Teknik pemulihan yang kami pergunakan di Barefoot adalah metode ‘tamankarang’, dimanapatahankarangdibesarkanditempatperawatan karang selama kurang lebih 1 tahun sebelum ditanamkan ke tempat tujuan akhir mereka. Kami memilih metode ini dikarenakan metode ini membutuhkan kuantitas karang yang sangat sedikit di awal untuk memulai proses pemulihan, dan dapat berlanjut ‘beternak’ karang selama bertahun – tahun berdasarkan pada patahan awal. Metode ini telah digunakan di proyek – proyek pemulihan secara internasional, dan didiskusikan secara luas di Webinar Bali Reef Rehabilitation Network dan Konferensi Australian Marine Sciences, kedua acara yang telah dihadiri oleh para ilmuan Barefoot.

Untuk proyek pemulihan, tidak ada patahan karang yang dipanen dari karang sehat, hanya karang yang rusak ‘secara kebetulan’ yang dipilih. Karang – karang ini nantinya akan mati dan dengan demikian menggunakan mereka dalam proyek pemulihan dapat menyediakan karang kesempatan kedua, dan di waktu yang bersamaan, tidak ada kerusakan yang dialami oleh terumbu – terumbu karang sehat. Ini merupakan tahap penting pada bagian proyek ini, kami tidak pernah menyebabkan kerusakan terhadap karang dalam proses pemulihan ini.

Tiga tempat perawatan karang telah dibuat, dengan tujuan yang berbeda - beda:

- Tempat Perawatan Education (Pendidikan)
- Tempat Perawatan Stock (Pasokan)
- 2.2.1.3 Tempat Perawatan Research (Penelitian)

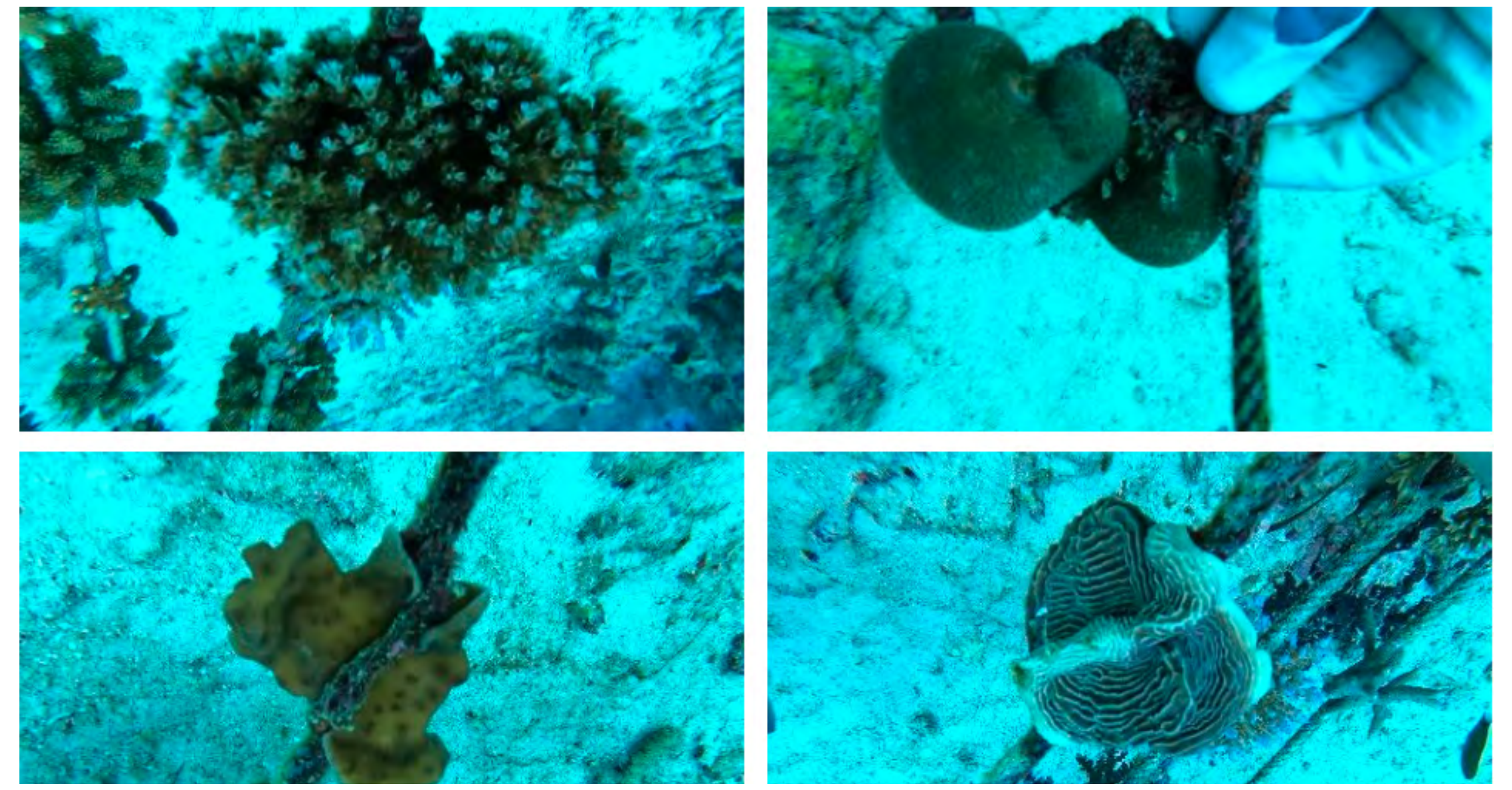
2.2.1.1 Tempat Perawatan Education (Pendidikan)

Tempat Perawatan 1: Tempat Perawatan Education dibuat dengan tujuan untuk kegiatan komunitas. Semua tali karang yang dipasang di tempat perawatan ini dibuat dengan bantuan komunitas setempat, khususnya anak – anak setempat. Tempat perawatan ini utamanya digunakan untuk memperkenalkan anak – anak setempat dengan proyek untuk menyediakan pemahaman lebih mendalam akan terumbu karang dan membangun dedikasi terhadap alam laut dari umur muda. Masing – masing tali karang di tempat perawatan mempunyai penanda yang ditandai dengan nama mereka (lihat gambar 7), supaya mereka dapat memeriksa karang mereka selama masa pertumbuhan karang. Ini merupakan langkah pertama dalam proses menyediakan magang dan padaakhirnyapemekerjaandalamproyekpemulihan karang, bagi para remaja. Pentingnya bagi mereka untuk dilibatkan dalam setiap langkah proyek ini.

Sebelum memulai proyek pemulihankarang, banyak kelas mengenai karang diajarkan kepada anak – anak setempat, termasuk topik – topik seperti ancaman bagi terumbu karang dan pendekatan pemulihan yang berbeda – beda. Setelah mendiskusikan topik – topik ini, anak – anak membantu menentukan metode terbaik yang digunakan pada proyek pemulihan terumbu di Barefoot, bersama – sama dengan bimbingan tim peneliti kami.

2.2.1.2 Tempat Perawatan Stock (Pasokan)

Tempat Perawatan 2 adalah Tempat Perawatan Stock. Tempat perawatan ini direncanakan secara matang untuk secara spesifik membesarkan karang yang lebih langka dan bertumbuh lebih lambat daripada spesies *Acropora* yang kerap ditemukan, tapi menyediakan peran – peran ekologis penting dalam suatu ekosistem. Karang – karang yang kami telah pilih untuk dibesarkan di tempat perawatan ini akan terus menyediakan pasokan untuk penanaman karang di kawasan yang mengalami degradasi terumbu karang selama bertahun – tahun dan memungkinkan terumbu – terumbu yang kami pulihkan untuk disediakan dengan keanekaragaman spesies dan wujud pertumbuhan, yang penting bagi ekosistem yang sehat dan bertahan lama. Karang – karang dalam tempat perawatan ini mencakup *Acroporid* tabular, karang foliose seperti *Pachyseris* dan *Montipora*, berbagai jenis spesies *Pocilloporid*, *Turbinaria*, *Galaxea*, *Porites*, *Hydnophora*, dan seterusnya.



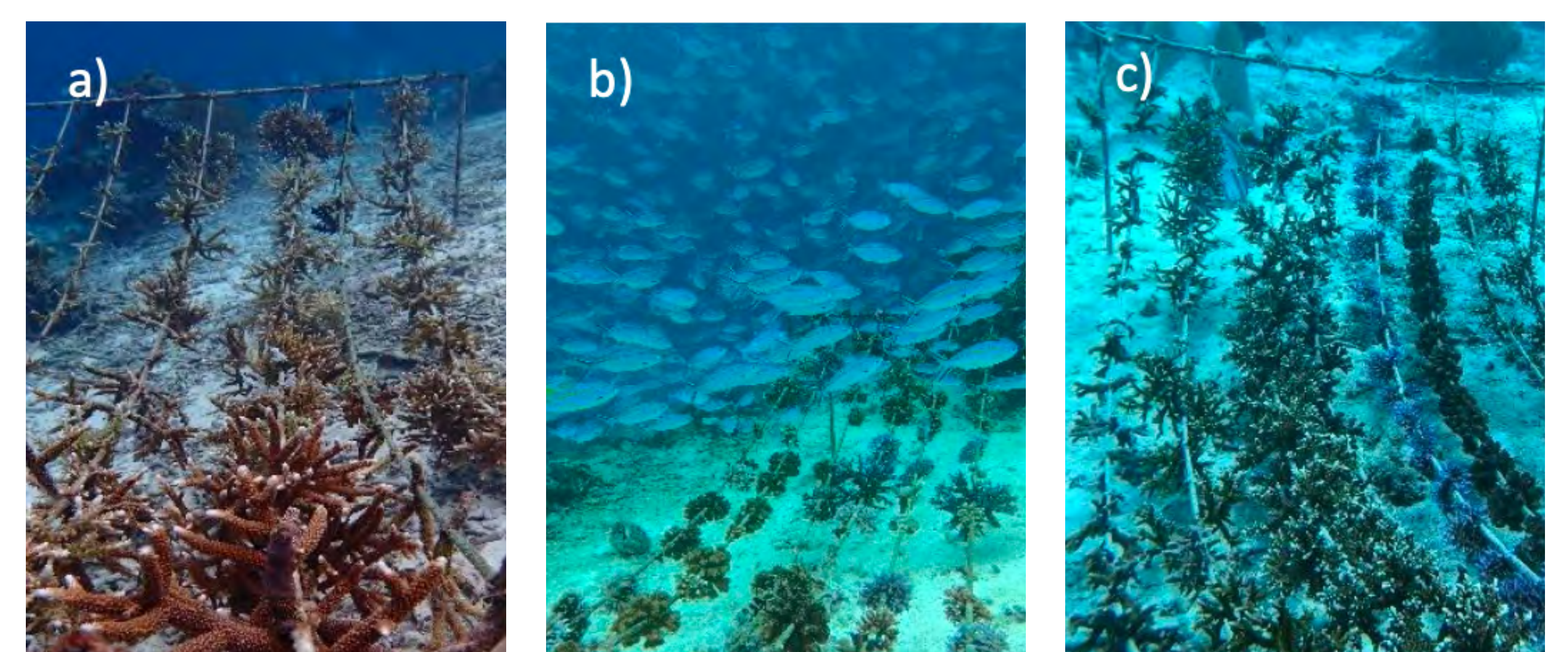
Gambar 8: Genera karang langka di Tempat Perawatan 2 (tempat perawatan stock) bertumbuh dengan baik di tali setelah 12 bulan; *Galaxea*, *Cyphastrea*, *Turbinaria* dan *Pachyseris*.



Figure 7: Teaching Arborek children about corals and restoration techniques and children making coral ropes for the Educational Nursery.

2.2.1.3 Tempat Perawatan Research (Penelitian)

Tempat Perawatan 3 adalah Tempat Perawatan Research. Tempat Perawatan ini digunakan untuk menguji metode / spesies mana yang akan menyediakan pertumbuhan optimal dan sebaiknya dimanfaatkan selagi proyek diperluas. Misalnya, pertumbuhan dan survivabilitas 5 wujud pertumbuhan karang yang berbeda dan 10 spesies karang berbeda dibandingkan selama 12 bulan di tahun 2022. Hasil studi ini (dijelaskan dibawah) telah mendemonstrasikan spesiesmanayangakanmenjadipembangun terumbukarang penting yang dapat dibesarkan dengan cepat di tempat perawatan, danlainnyayangtidak cocok untuk teknik tempat perawatan di tali. Semua data bermanfaat dalam studi ini, jadi kami tidak pernah mengganti karang – karang yang mati atau mengalami kerusakan, karena karang – karang tersebut penting untuk mengumpulkan informasi ini. Di tahun 2023 proyek penelitian akan berkaitan dengan menguji ukuran pengawal optimal bagi karang yang bertumbuh dari patahan karang.



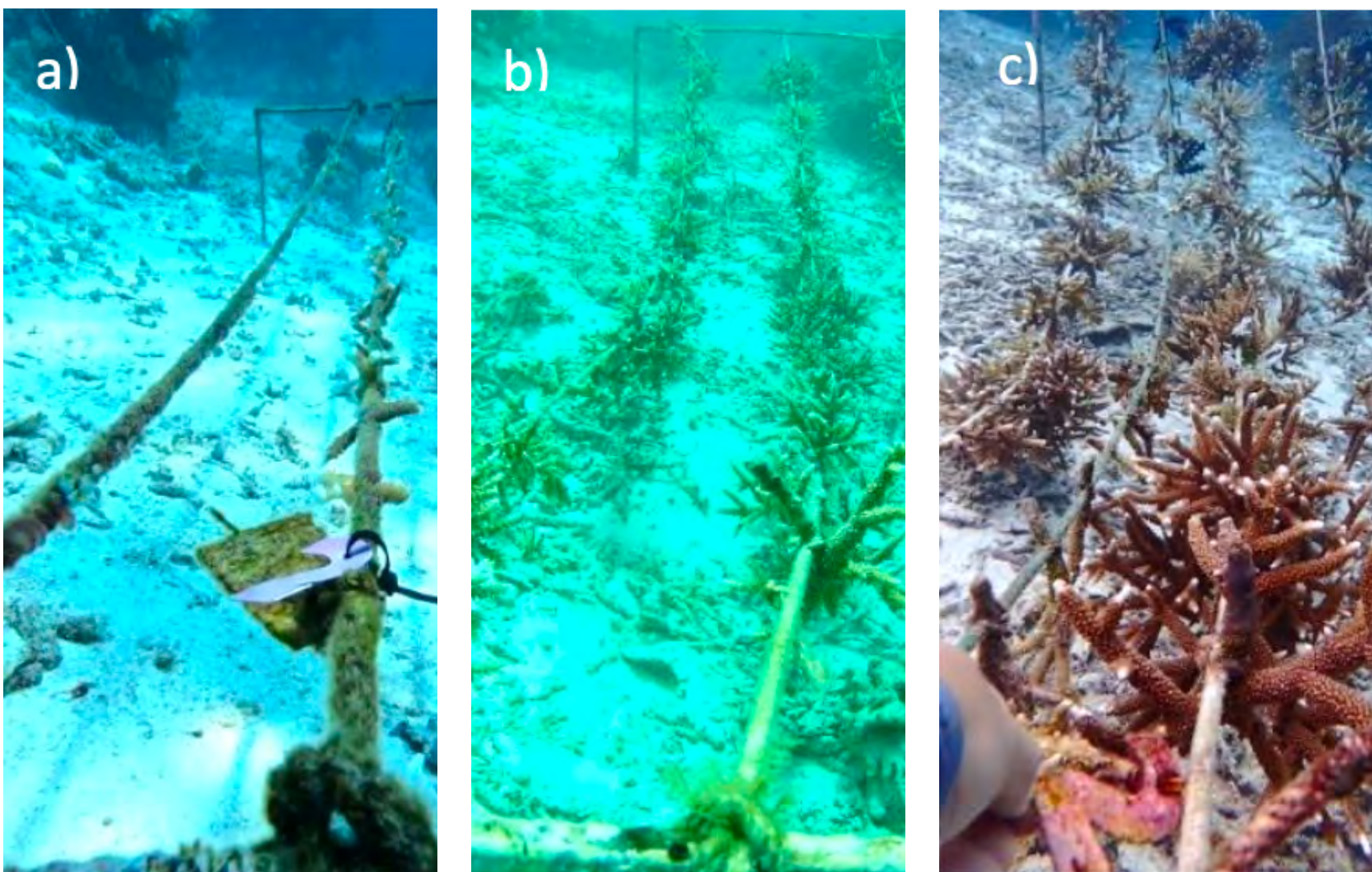
Gambar 9: a) Tempat Perawatan Educational, b) empat Perawatan Stock dan c) Tempat Perawatan Research, semua menunjukkan pertumbuhan yang cenderung baik selama 10 bulan.

2.2.2 HASIL DI TAHUN 2022

Secara keseluruhan, pertumbuhan di semua tiga tempat perawatan cenderung baik, mendemonstrasikan bahwa lokasi yang dipilih menyediakan kondisi – kondisi bagus, termasuk arus air kuat dan cahaya. Namun. Dikarenakan jarak dari terumbu karang alami, dapat diamati bahwa tali – tali yang ada ditumbuhi oleh algae, spons dan tunikata, kemungkinan dikarenakan pembabatan (grazing) alami oleh para herbivora di situs berpasir ini cenderung rendah. Dari awal, beberapa mortalitas dialami dikarenakan hal ini, namun tim menemukan bahwa kunjungan rutin ke tempat perawatan untuk mengikis dan membersihkan tali – tali (1-2 kali seminggu) mencegah sebagian besar pertumbuhan algae berlebih terjadi.

Kami memfoto tiap tali di tempat perawatan setiap 2 bulan (lihat gambar 10), untuk memantau pertumbuhan dan survivabilitas semua karang dan menciptakan database tingkat pertumbuhan kualitatif untuk spesies yang berbeda – beda. Foto – foto ini juga bermanfaat untuk dapat memantau secara jelas tampilan pertumbuhan karang selagi menghimbau komunitas dan anak – anak setempat akan kemajuan proyek. Untuk pemantauan kuantitatif, pengukuran pertumbuhan dan survivabilitas dijalankan bagi masing – masing patahan, namun hanya untuk tali di Tempat Perawatan Research.

Dalam 12 bulan semenjak tempat – tempat perawatan dibangun, kami telah berhasil menyelesaikan ‘tahap pertumbuhan’ untuk karang di tempat perawatan karang 1 dan 3, dan telah memulai menanam karang – karang ini di tempat tujuan akhir mereka (lihat bagian Penanaman). Beberapa patahan dari karang – karang di Tempat Perawatan Karang Stock juga telah diambil untuk menyediakan keanekaragaman – hayati bagi situs – situs penanaman, karang – karang ini terus bertumbuh di tali.



Gambar 10: Pertumbuhan karang di satu tali difoto selama periode sepuluh bulan; a) tali 002 di hari 1, b) tali 002 setelah 6 bulan, c) tali 002 setelah 10 bulan.

2.2.2.1 Hasil Tempat Perawatan Research

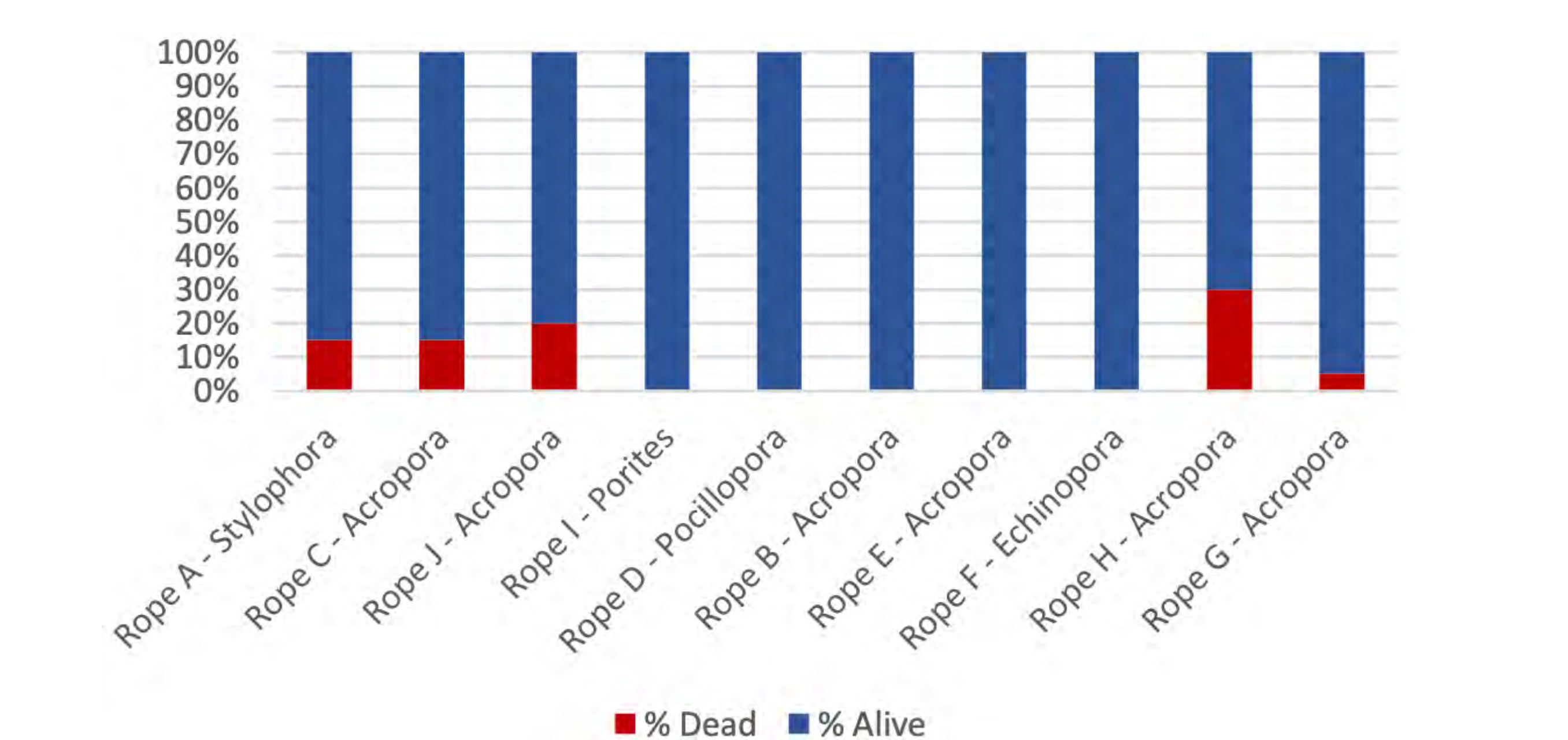
Untuk proyek penelitian pada pertumbuhan dan survivabilitas yang dijalankan tahun lalu, 10 spesies karang berbeda dibandingkan, masing – masing spesies memiliki 20 replika pada tali yang sama (lihat gambar 11). Di awal proyek pada November 2021, patahan 20 x ~6cm dipasang dalam setiap tali. Setiap patahan dalam satu tali diambil dari koloni indukan yang sama supaya semua karang dalam satu tali identik secara genetika dengan satu sama lain, dengan ukuran awal yang sama. Ini menyediakan rancangan optimal untuk membandingkan pertumbuhan dan survivabilitas antar spesies. Kesepuluh spesies yang dibandingkan antara lain: Stylophora pistillata, Pocillopora verrucosa, Porites rus, Echinopora spp, dan 6 Acropora spp. yang berbeda. Sepuluh spesies yang terpilih juga terdiri dari lima wujud pertumbuhan terpisah: 2 x corymbose, 2 x staghorn (tanduk rusa), 2 x tabular, 2 x digitate and 2 x hispidose. Ini tidak hanya menyediakan perbandingan antar spesies dan genera, tapi juga antar wujud pertumbuhan yang lumrah.

Rope label	Genus	Growth form	No. of replicates
A	Stylophora	Corymbose	20
B	Acropora	Staghorn	20
C	Acropora	Tabular	20
D	Pocillopora	Digitate	20
E	Acropora	Tabular	20
F	Echinopora	Corymbose	20
G	Acropora	Hispidose	20
H	Acropora	Staghorn	20
I	Porites	Digitate	20
J	Acropora	Hispidose	20



Gambar 11: Tabel yang menjabarkan masing – masing 10 tali (A-J) dalam Tempat Perawatan Research, yang diukur setiap bulan pertumbuhannya dan dipantau mortalitasnya. Foto menunjukkan tali A-J dari kiri ke kanan.

Secara keseluruhan, survivabilitas dalam pengujian cenderung tinggi, hanya 17 dari 200 patahan yang mati dalam periode 10 bulan, memberikan tingkat keseluruhan survivabilitas sebesar 85%. Lima dari sepuluh tali menunjukkan mortalitas 0% selama pengujian berlangsung, dengan lima tali lainnya menunjukkan tingkat mortalitas antara 5-40% (lihat gambar 12).



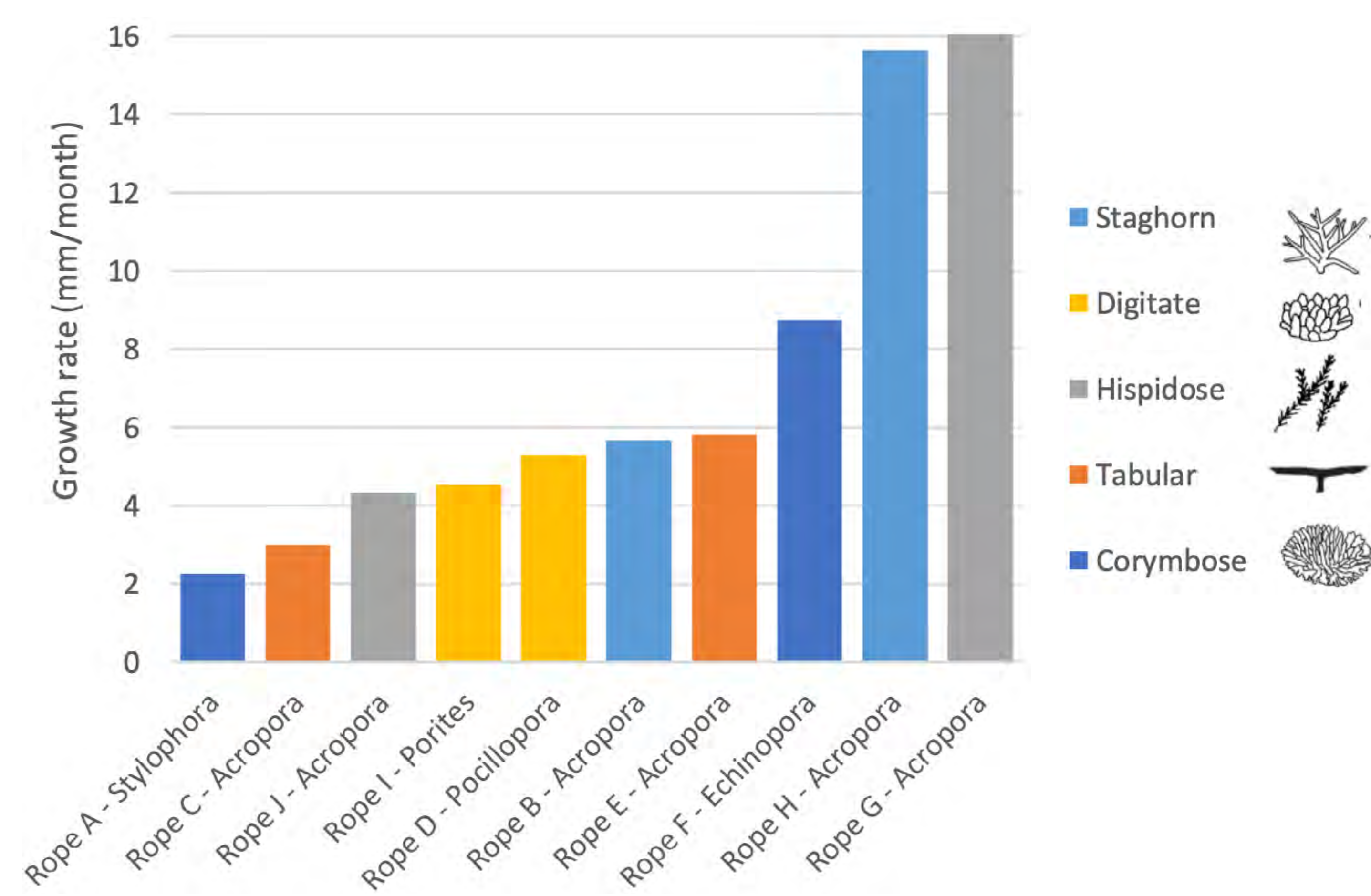
Gambar 12: Tingkat mortalitas karang di tali A-J dalam Tempat Perawatan Research. Tali diurutkan berdasarkan tingkat pertumbuhan (lihat gambar 13).

Pertumbuhan antara spesies cukup bervariasi, yang telah diprediksi sebelumnya. Pertumbuhan paling lambat ditunjukkan oleh spesies *Stylophora pistillata* (tali A) hanya dengan rerata pertumbuhan 2.26 mm (SD=1.38) per bulan, dibandingkan dengan spesies dengan pertumbuhan tercepat, *Acropora* spp hispidose (tali G) yang bertumbuh sebesar 16.04 mm per bulan (SD=6.93). Gambar 13 menampilkan tingkat pertumbuhan setiap spesies karang yang berbeda – beda. Adanya beberapa hasil yang mengejutkan, contohnya tingkat pertumbuhan *Echinopora corymbose* (tali F) yang lebih cepat dibandingkan dengan *Acropora* tanduk rusa (tali B) dan juga tingkat pertumbuhan *Acropora* hispidose yang sangat lambat di tali J. Tali ini menunjukkan tingkat mortalitas yang cukup tinggi (20%) dikarenakan ditumbuhi oleh spons, dan bias saja spons ini juga memperlambat pertumbuhan. Menariknya tali A, *Stylophora pistillata*, mengalami stress selama durasi studi, menunjukkan sisi dorsal (punggung) yang memutih (bleaching) selama lebih dari 10 bulan (lihat gambar 14). Kemungkinan kedalaman atau lokasi tempat perawatan tidak menyediakan kondisi yang layak untuk pertumbuhan karang tersebut.

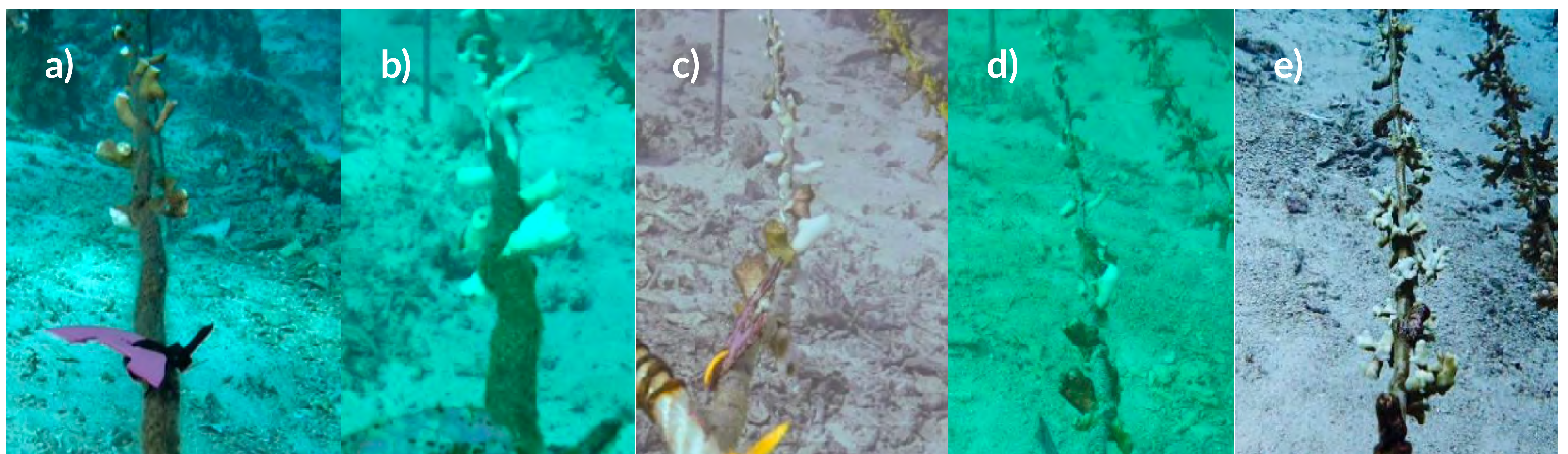
Temuan – temuan ini menyediakan pandangan yang bermanfaat kedalam kapabilitas dan wujud

pertumbuhan spesies karang yang berbeda – beda untuk bertahan dan bertumbuh dalam lingkungan tempat perawatan. Misalnya, spesies yang digunakan di tali A, C, dan J memiliki tingkat mortalitas lebih tinggi dan pertumbuhan lebih lambat daripada kebanyakan karang lainnya, menunjukkan bahwa karang – karang tersebut tidak cocok untuk digunakan dalam tempat perawatan di waktu mendatang. Namun tali I, D, B, E, dan F, meski bukan jenis yang tumbuh cepat, menunjukkan 100% tingkat survivabilitas dan pertumbuhan yang konsisten dan berkesinambungan. Karang – karang tersebut layak dicakupkan dalam tempat perawatan di waktu mendatang dan mengindikasikan bahwa spesies selain *Acropora* dapat dibesarkan dengan baik dengan menggunakan metode perawatan ini.

Satu kekurangan dari studi ini ialah batasan kemampuan untuk secara akurat mengukur pertumbuhan berdasarkan waktu. Tingkat pertumbuhan yang telah ditampilkan disini hanyalah linear (dimana dua titik terlebar koloni diukur), yang tidak memperhitungkan kealamian pertumbuhan karang yang 3 Dimensi. Ini meremehkan tingkat pertumbuhan 'asli', namun tanpa kemampuan untuk mencatat volume yang bertambah seiring berjalannya waktu, ini merupakan metode terbaik yang kami bisa manfaatkan. Metode ini masih menjadi cara yang berharga untuk membandingkan pertumbuhan antar spesies, memfoto tali setiap bulan juga menyediakan informasi kualitatif tambahan mengenai pertumbuhan karang yang 3 Dimensi..



Gambar 13: Perbandingan tingkat pertumbuhan dari genera dan bentuk pertumbuhan karang yang berbeda, di dalam pembibitan. Tingkat pertumbuhan diambil selama 10 bulan.



Gambar 14: Pengamatan menarik: Tali A dengan *Stylophora pistillata* menunjukkan warna pucat (bleaching) selama durasi studi, namun 17 dari 20 patahan masih tetap hidup dan bertumbuh (tapi dengan lambat) setelah 10 bulan. Pemutihan hanya terlihat di permukaan dorsal pada koloni, dengan warna normal di permukaan ventral (dada) mengindikasikan pemutihan yang disebabkan oleh stress karena cahaya. Tali A hanya satu – satunya tali di tempat perawatan research yang mengalami pemutihan. a) hari 1; b) 1 bulan; c) 3 bulan; d) 5 bulan; e) 10 bulan

2.2.2.2 Hasil Penanaman

Pada akhir tahun 2022, tahap dua proyek pemulihan – proses penanaman dimulai. Ini dilakukan setelah membesarkan karang di tempat perawatan selama 12 bulan.

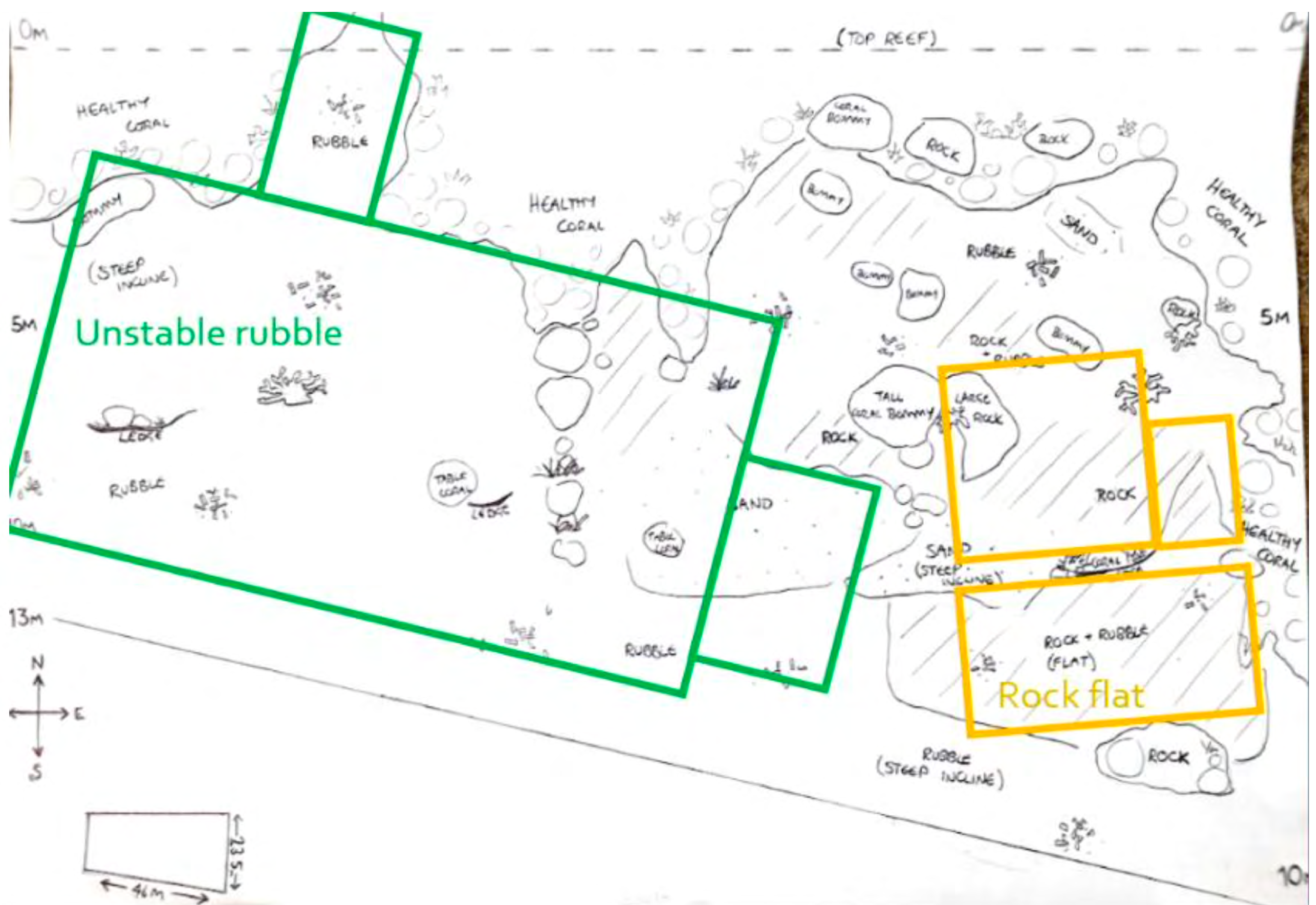
Penanaman karang dijalankan dengan dua cara yang berbeda dikarenakan adanya dua kawasan yang sangat berbeda bagi situs pemulihan: 1) puing tak terkonsolidasi, dan 2) suatu wilayah dataran batu dan karang batu besar (bommie) yang tandus (lihat gambar 15). Sastra dan jurnal ilmiah telah diulas secara mendalam untuk memahami metode – metode yang telah digunakan di masa lalu, dan metode – metode mana yang nantinya paling tepat untuk situs – situs khusus kami. Sebuah konferensi ilmiah juga telah dihadiri (Konferensi Australia Marine Sciences), dimana teknik – teknik pemulihan modern dibahas.

2.2.2.2.1 Pengujian Penanaman

Sebuah ujian eksperimental dirancang untuk substrat dataran batu, dengan tujuan untuk membandingkan tiga metode transplantasi yang berbeda dalam sastra ilmiah. Ketiga metode yang diuji antara lain: a) Jepitan Karang (Coral Clip) (Suggett 2020), b) Semen dengan campuran khusus

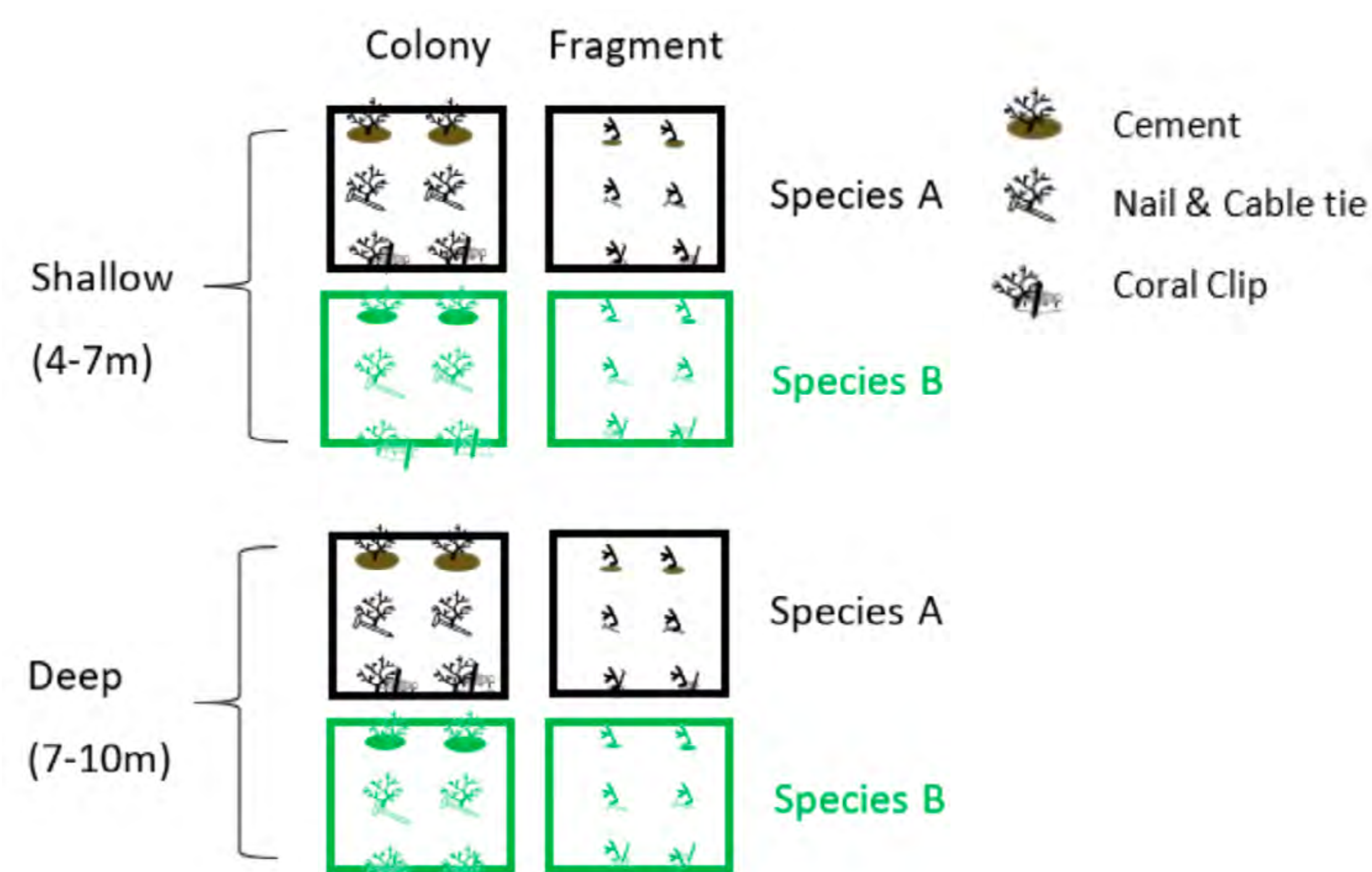
(Unsworth et al 2021) dan c) paku & ikat kabel (Unsworth et al 2021). Hasil – hasil ujian ini akan menginformasikan langkah – langkah proses penanaman berikutnya, dimana sejumlah besar koloni nantinya perlu ditransplantasikan secara efektif ke situs. Memilih metode yang tepat di tahap awal ini sangatlah penting dikarenakan kondisi hidrodinamika unik situs transplantasi kami yang akan membuat transplantasi efektif cukup sulit.

Ujian ini dilaksanakan di Desember 2022 di Arborek Tip, dan melibatkan transplantasi 6 karang dalam sebuah kuadrat berukuran 1m², dengan delapan kuadrat replica. Dalam kuadrat 1m², tiga teknik berbeda digunakan untuk mentransplantasikan 6 karang, dengan 2 replika pada setiap metode. Empat dari delapan kuadrat berada di kedalaman 7-10m (dalam) dan empat lainnya berada di kedalaman 4-7m (dangkal). Di setiap kedalaman, dua kuadrat berisi patahan – patahan karang kecil, sedangkan 2 lainnya berisi seluruh koloni karang dan dua kuadrat berisi spesies A (*Pocillopora verrucosa*) sedangkan dua kuadrat lainnya berisi spesies B (*Porites rus.*). Rancangan eksperimental dibahas dalam diagram dibawah (gambar 16), beserta foto – foto (gambar 17). Eksperimen ini akan menguji tiga teknik transplantasi yang berbeda dan keefisienannya untuk patahan kecil dan seluruh koloni.

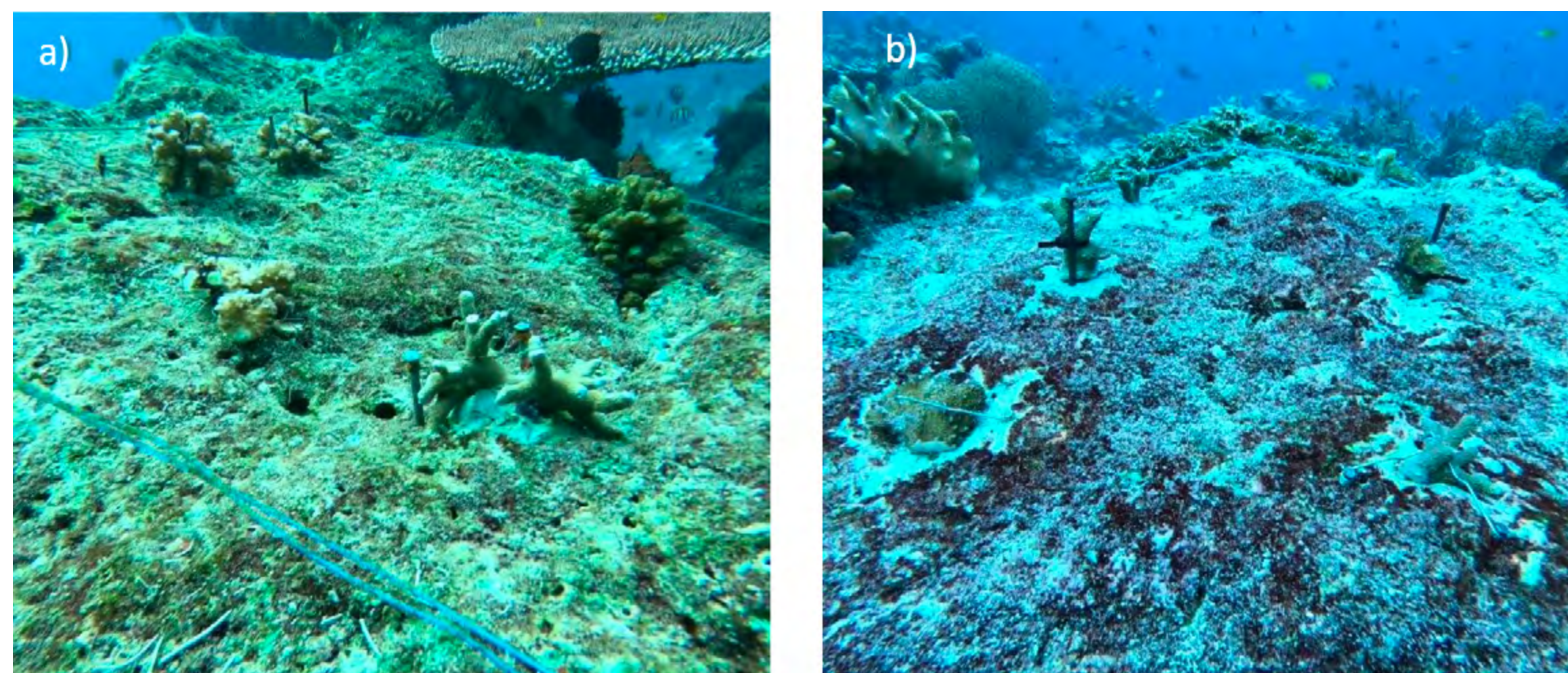


Gambar 15: Peta situs pemulihan di Arborek Tenggara (South East), terpisah menjadi dua tipe terumbu karang utama: Unstable rubble (Puing tidak stabil) dan rock flat (dataran batu). Kedua wilayah ini akan dipulihkan dengan teknik – teknik yang berbeda

Pada bulan Maret, setelah percobaan berjalan selama tiga bulan, kami akan menganalisis hasilnya dan menggunakannya untuk menginformasikan keputusan kami tentang metode terbaik untuk memindahkan banyak koloni dari pembibitan ke area substrat keras ini.



Gambar 16: Rancangan eksperimental ujian transplantasi di Arborek Timur, menguji tiga metode transplantasi berbeda pada dua spesies, dua ukuran karang, dan di dua jenis kedalaman.



Gambar 17: Foto ujian transplantasi secara in situ, a) menunjukkan kuadrat 1m2 dengan 6 seluruh koloni yang ditransplantasikan dengan menggunakan tiga metode berbeda, b) menunjukkan 6 patahan karang yang ditransplantasikan dengan tiga metode.

2.2.2.2.2 Situs transplantasi puing tanpa konsolidasi

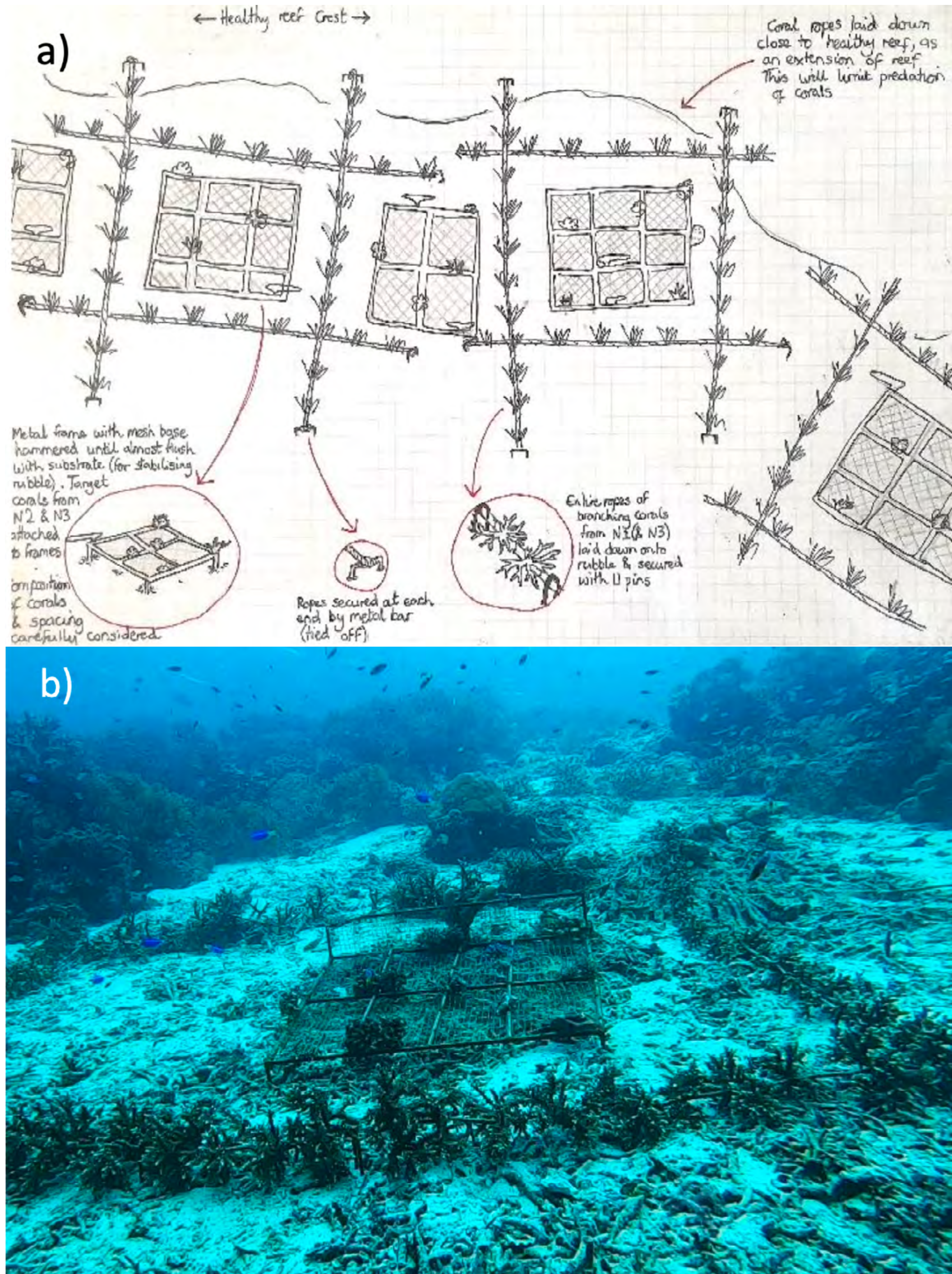
Wilayah kedua di situs pemulihan kami merupakan wilayah puing tak terkonsolidasi. Wilayah ini kemungkinan tidak akan pulih secara alami, dikarenakan kealamian puing yang cenderung bergerak yang tidak akan membiarkan penetapan anakan karang atau pengikatan patahan bersama – sama dalam stabilisasi. Kondisi situs ini dianalisis dan tidak ada penjelasan yang dapat ditemukan sebagai penyebab karang tidak dapat didukung disini, seusa substrat menjadi stabil. Tugas utama memulihkan situs ini ialah menstabilisasikan substrat ini, yang akan memungkinkan anakan karang alami untuk mengambil alih di waktu mendatang. Namun, pemulihan wilayah puing terkenal cukup sulit.

Sebuah rencana dikembangkan untuk menstabilkan substrat terumbu karang dengan menggunakan matriks seluruh tali karang, dan struktur penstabil dari logam. Metode ini belum pernah diuji sebelumnya. Tali dipilih dari Tempat Perawatan 1 (tempat perawatan education) dimana setiap koloni pada tali ini merupakan karang – karang Acropora tanduk rusa besar yang multidimensional. Karang – karang ini dipilih dikarenakan karang tanduk rusa bertumbuh secara alami di pasir/puing di turunan dan berperan sebagai penstabil substrat, sehingga proses alami ini ditiru dengan menanam tali karang kami dengan cara ini. Tali karang disusun dalam matrix bersilangan (criss-cross) (lihat gambar 18), dan

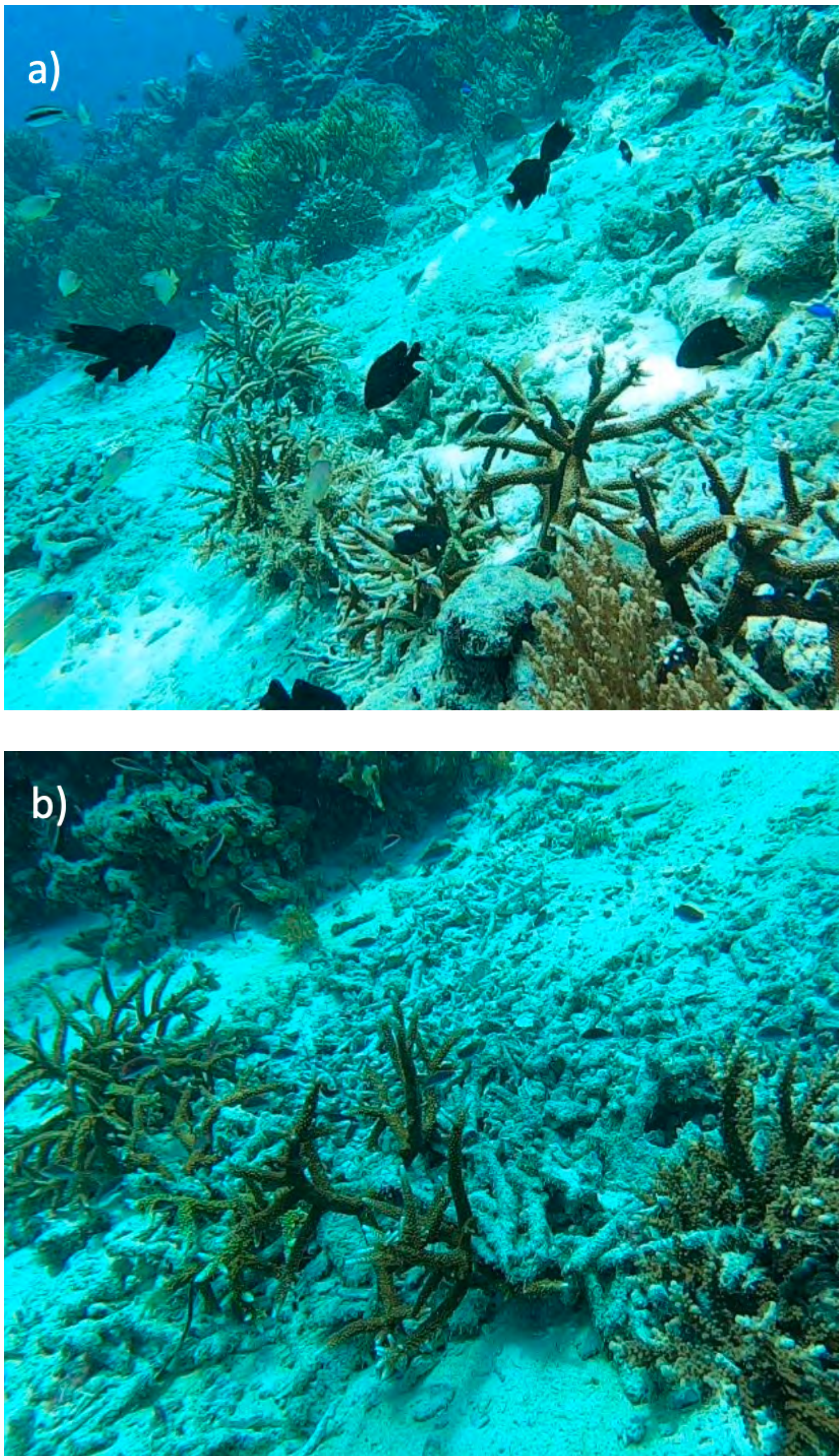
diamankan dengan pin besi yang dimartil hingga kedalam substrat. Dalam pusat masing – masing persegi, sebuah logam penstabil struktur diamankan. Struktur – struktur logam dirancang dengan 5 ‘kaki’ logam yang dimartil dalam – dalam ke substrat, dan bingkai logam dimartil hingga jaring mesh tertanam kokoh kedalam substrat dan mengamankan secara ketat semua puing dibawahnya. Karang dipilih dari Tempat Perawatan 2 dan 3 untuk dipasang pada bingkai – bingkai logam ini, dengan pertimbangan jeli pada jarak, keanekaragaman – hayati spesies dan komposisi terumbu karang alami. Tujuan rancangan ini ialah untuk mencetuskan stabilisasi dengan karang yang bertumbuh cepat, selagi menunggu kedatangan dan perkembangan anakan karang yang nantinya akan mengikuti.

Rencana tersebut diimplementasikan, dimulai dari bagian terdangkal degradasi terumbu karang dan akan bergerak lebih dalam secara perlahan seiring waktu berjalan saat tali karang dan bingkai baru ditambahkan. Pendekatan ini akan memungkinkan pemangsaan secara herbivora oleh ikan terumbu karang dan mencegah kematian massal oleh spons invasive atau keong drupella, seperti yang telah dilaporkan di usaha – usaha Penanaman sebelumnya.

Tiga tali Acropora tanduk rusa awalnya dipasang dan dipantau selama 1 bulan, sebelum rencana lainnya diimplementasikan. Ini untuk menguji kalau karang nantinya jadi ditutupi pasir, atau terlalu stress saat ditanam langsung ke puing karang. Koloni karang pada tiga tali dipantau dimonitor setelah 3 hari, 1 minggu, 2 minggu, dan 4 minggu, dan hasilnya membuktikan survivabilitas yang sangat baik (100%) (lihat gambar 19). Setelah dua bulan ditanam, ikan dan kepiting komensal telah berpindah ke koloni karang yang secara aktif menghentikan pergerakan puing menuruni turunan. Pengujian di bulan – bulan kedepan akan menentukan jika koloni dapat bertumbuh di kelajuan yang cukup cepat untuk mencegah puing karang menutupi karang tersebut. Kami akan memantau ini secara dekat dalam enam bulan berikutnya.



Gambar 18: Rancangan awal stabilisasi puing karang dan b) tali karang dan bingkai stabilisasi setelah diimplementasikan di situs pemulihan.



Gambar 19: Tali karang setelah ditransplantasikan ke situs puing selama dua bulan. Gambar a) menunjukkan karang terasosiasi ikan yang sekarang telah menghuni koloni karang, b) menunjukkan karang berusaha untuk mencegah jatuhnya puing karang jauh ke turunan, selayaknya dalam sistem alami.

2.2.3 Karang Hitam dalam Proyek Pemulihan Terumbu Karang

Sebagai lingkupan baru pada penelitian pemulihan, kami mengujikemampuanakanmemulihkanKarangHitam,karena ini belum pernah diuji sebelumnya. Kami secara oportunistik mengumpulkan patahan Antipatharia yang telah ditemukan mengapung bebas, setelah jangkar kapal telah mematahkan koloni besar. Patahan karang hitam dipasangkan dengan menggunakan spons dan jepitan karang, untuk melihat jika karang langka ini dapat secara permanen terpasang kembali dan bertumbuh, dengan beberapa bantuan. Patahan karang hitam diamankan bersama koloni karang keras di pengujian penanaman karang, dan karang tersebut juga akan dipantau selama 6-12 bulan berikutnya. Hasil mengenai transplantasi karang hitam akan dipresentasikan di laporan tahun depan.



Gambar 20: Karang hitam (panah putih) dipasang dengan jepitan karang dalam kuadrat transplantasi karang

2.2.4 Pemantauan tingkat Ekosistem

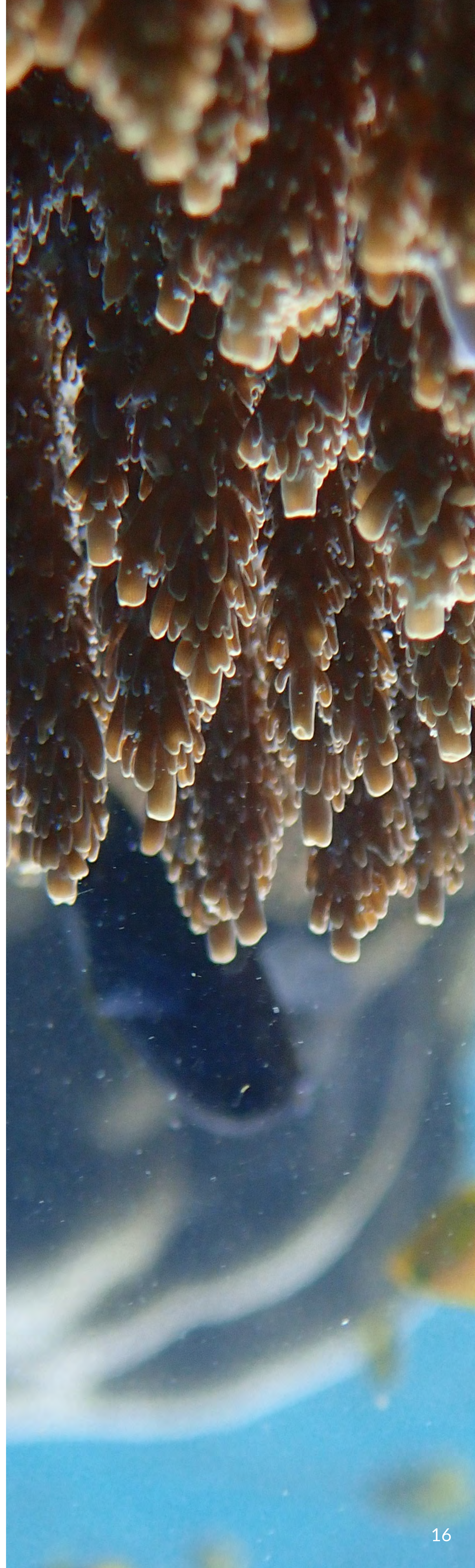
Sebagai tambahan pada pemantauan pertumbuhan karang dan survivabilitas dalam tempat perawatan, dan survivabilitas/pemasangan karang – karang yang ditanam, proyek pemantauan tingkat ekosistem jangka panjang juga telah disiapkan. Proyek ini akan mengkaji perubahan ekosistem seluruh lingkupan pemulihan selama 5 tahun (ikan, tutupan benthos hingga genus, invertebrata, rekrutmen anakan karang, kerumitan struktural). Proyek pemantauan jangka panjang melibatkan pemantauan tiga situs: 1) situs pemulihan, 2) sebuah situs control yang belum dipulihkan, dan 3) sebuah situs acuan yang sehat. Pemantauan dilaksanakan setiap 4 bulan, menggunakan metodologi serupa dengan Reef Check, namun dengan parameter tambahan seperti rekrutmen anakan karang, ID benthos tingkat genus, dan pengkajian kerumitan struktural. Pemantauan berlangsung 6 bulan sebelum usaha pemulihan dan akan berlangsung sampai setidaknya tahun 2027. Dataset ini akan menjadi salah satu dari segelintir proyek penelitian pemulihan karang jangka panjang (> 1 tahun) dan akan bertujuan untuk menginformasikan ilmu pengetahuan pemulihan dengan temuan – temuan kami akan pemulihan ekosistem jangka panjang.

2.2.5 Restoration Project Plans for 2023

Di tahun 2023 lebih banyak karang dari tempat perawatan kami akan ditanamkan (tali dan koloni), memanfaatkan teknik – teknik yang telah kami uji. Di Februari 2023, sebuah proyek penelitian baru akan disiapkan dalam Tempat Perawatan Research, dimulai dari patahan kecil lagi. Tahun ini karang – karang akan diukur lebih rutin (setiap bulan) untuk mencatat perubahan kecil dalam tingkat pertumbuhan yang terjadi selama tahun tersebut, berdasarkan ukuran patahan dan keadaan alam. Ukuran optimum untuk penanaman pertama sebuah karang juga akan ditelaah.

Beberapa pengaturan yang wajib dibutuhkan akan dilaksanakan pada bingkai – bingkai karang dan tambahan tempat perawatan keempat juga sedang direncanakan – untuk karang yang bertumbuh lambat yang tidak cocok untuk tempat perawatan karang dengan tali. Ini akan memungkinkan kami untuk memperluas jumlah spesies berbeda yang kami tanamkan ke situs – situs pemulihan kami, untuk memastikan keanekaragaman – hayati tinggi dapat dicapai.

Karena proyek pemulihan sejauh ini telah terbukti berhasil selama tahap pilotnya, kami akan memulai pembahasan dengan pemerintah mengenai pemulihan beberapa situs yang akhir – akhir ini telah dipengaruhi oleh labuhan kapal (misal: Crossover Reef). Kami akan mendiskusikan kemungkinan untuk menaikkan tingkatan metode kami dan mempersiapkan tempat – tempat perawatan bertali dengan skala besar di situs – situs tersebut.





2.3 Proyek Manta

2.3.1 KILASAN

Program Manta telah meningkat pesat pada tahun 2022. Sejak Oktober kami telah mempekerjakan Ilmuan Proyek Manta yang telah mengawasi kemajuan proyek - proyek penelitian manta dan kegiatan manta lainnya.

Di tahun 2022 (dan 2021) kami cukup beruntung dapat mengamati Manta (*M. alfredi*) selama setahun penuh, tanpa musim – musim manta yang spesifik yang biasanya ada di Raja Ampat. Ini kemungkinan hasil dari kejadian – kejadian cuaca Gelombang (Oscillation) Selatan El Niño / La Niña yang tidak lazim selama beberapa tahun terakhir yang telah mempengaruhi berbagai parameter lingkungan, kemungkinan besar termasuk ketersediaan mangsa (plankton) dalam Raja Ampat. Manta terlihat tiap bulannya, namun penampakan puncaknya terjadi di Februari/Maret, Agustus dan Oktober hingga Desember.

Barefoot melaksanakan pelatihan bagi para sukarelawan dan staf untuk ekologi dan ancaman terhadap manta, cara berinteraksi dengan manta secara bertanggung – jawab mengikuti Kode Amanah (Code of Conduct), dan cara meng-ID manta. Selesai dilatih, para sukarelawan dapat mengumpulkan foto – foto ID (identifikasi) Manta juga mengumpulkan data mengenai demografik individual seperti jenis kelamin, ukuran, tingkat kedewasaan, wujud warna, dan spesies. Ilmuan manta kami juga mengumpulkan data mengenai kondisi abiotik dan biotik, perilaku dan luka – luka pada manta. Kami juga memulai mengumpulkan data jumlah pelanggaran Kode Amanah oleh kapal dan penyelam di situs – situs manta kunci seperti Blue Magic dan Manta Sandy.

Untuk membantu meningkatkan keefisienan penyocokan foto – foto ID terhadap database kami yang mencakup lebih dari 300 individu, kami mengundang ex – sukarelawan (Stef) kembali ke Barefoot yang telah mengerjakan pengembangan perangkat lunak untuk mempercepat proses ID. Stef telah mengerjakan program ini sebagai bagian dari skripsi universitasnya dalam bidang teknik (engineering) perangkat lunak. Program yang ia kembangkan telah menyediakan proses yang lebih singkat dan lebih efisien saat meng-ID individu manta.

Tahun ini ilmuan manta kami telah membangun relasi dengan ilmuan setempat dalam wilayah untuk membantu penelitian mereka yang berlangsung melalui ilmu pengetahuan sipil. Kami berlanjut menyediakan foto – foto ID bagi para ilmuan manta setempat yang beroperasi di Indonesia, untuk memperluas jangkauan penelitian mereka.

Relasi baru lainnya telah dibangun dengan kunjungan ke kapal liveaboard. Ilmuan manta kami secara rutin mengunjungi dua kapal liveaboard untuk menyediakan presentasi sore bagi tamu mereka mengenai manta ray dan menyebarkan kemawasan akan Kode Amanah dan pentingnya berinteraksi dengan manta dengan benar.

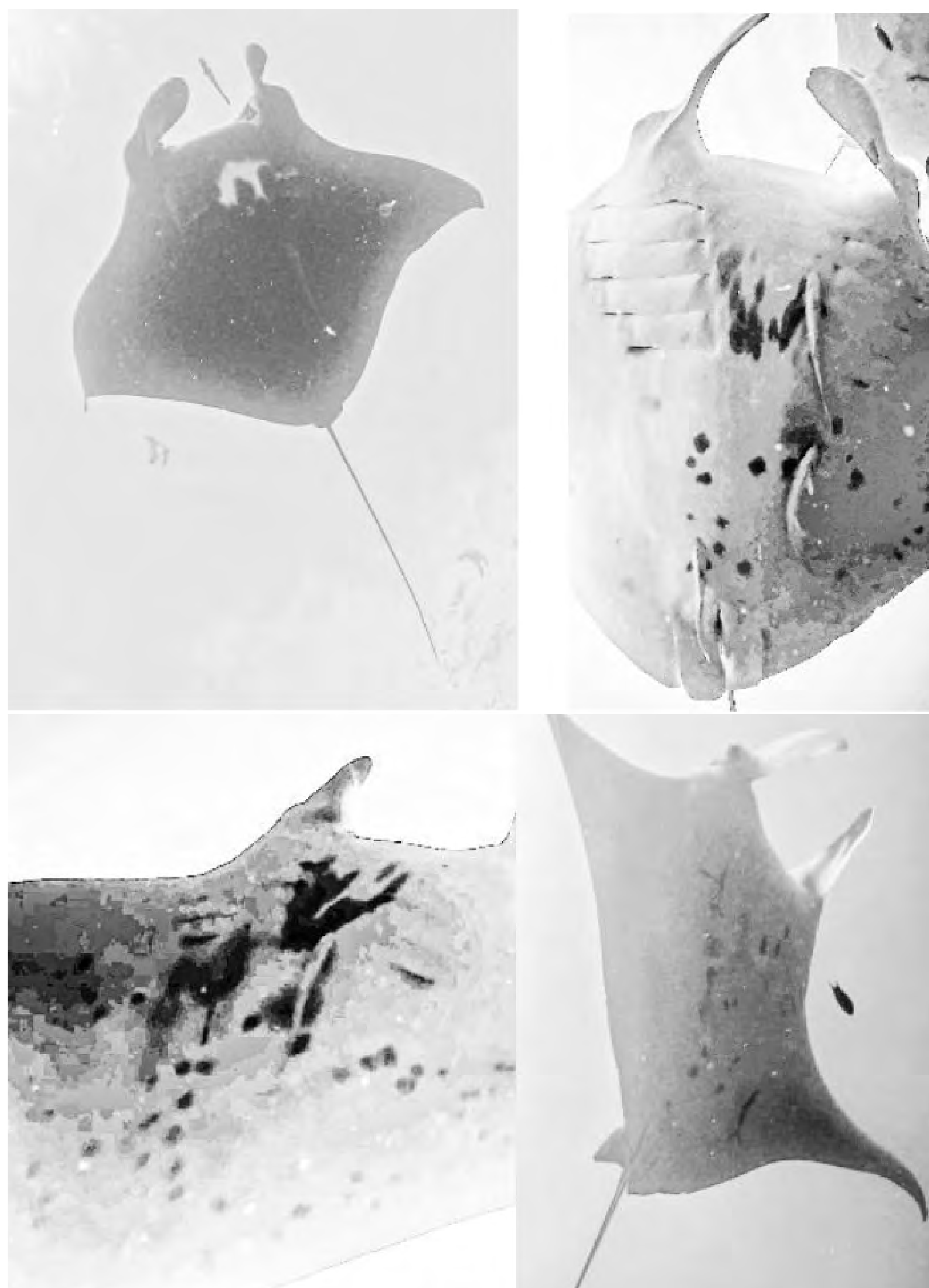
Presentasi ini telah diterima dengan sangat baik dan presentasi ini juga menyediakan kesempatan untuk mengumpulkan foto – foto ID dari para tamu, mereka juga terus menyediakan foto manta ray meski sudah pergi dari Arborek.



Gambar 21: Ilmuan Manta, Lena Pollet, berpresentasi saat berada di kapal liveboard yang sedang berkunjung. Para tamu dihibau akan Kode Amanah untuk menyelam bersama manta.

2.3.2 HASIL DI TAHUN 2022

Ditahun2022kamidapatmengenali68penampakan ulang manta terumbu (reef manta (*M.alfredi*)) dari database ID kami dan menemukan 9 individu baru, yang belum pernah terlihat sebelumnya. Secara keseluruhan,rasiomantachevrondenganmelanistik yakni 1:1. Database kami saat ini memiliki 309 individu manta ray



Gambar 22: Four dari individu – individu baru telah difoto selama tahun 2022. Masing – masing manta ini telah dinamai dan diberi nomor dan ditambahkan ke database kami, supaya kami dapat memantau mereka saat kami melihat kembali penampakan individu yang sama

Untuk manta ray Oceanic (*M.birostris*) kami melihat 3 individu yang berbeda, termasuk satu individu dengan tanda ventral yang sangat pucat (lihat gambar 23). Ini sangatlah langka karena manta Oceanic pada umumnya memiliki segitiga gelap yang mencolok dibawah insang kelima mereka, pinggiran gelap hingga ke sisi ventral sayap mereka dan tanda gelap disekitar mata dan mulut mereka. Tanda ventral terang yang terlihat dalam video kami dan kurangnya pigmentasi di sisi dorsal, mengklasifikasikan individu ini sebagai manta ray wujud warna 'leukistik' (Venables et al., 2019), yang sangat langka, khususnya untuk manta Oceanic. Pertemuan yang luar biasa ini telah dicatat dengan elasmobranch.id. Database kami saat ini memiliki 11 manta ray Oceanic.



Gambar 23: Seekor *M.birostris* 'leukistik' langka terlihat di Blue Magic pada Maret 2022.

2.3.3 RENCANA PROYEK MANTA DI TAHUN 2023

Di tahun 2023 kami berencana untuk terus bekerja dengan para ilmuwan manta di Indonesia dan berkontribusi bagi tujuan penelitian setempat.

Dengan ilmuwan manta ray waktu-penuh di tim kami, kami akan memperluas penelitian kami untuk mencakupkan data tambahan pada setiap penyelaman manta termasuk kondisi lingkungan dan interaksi sosial.

Kami berharap dapat meningkatkan jumlah kapal liveboard yang dapat kami kunjungi untuk presentasi serta bekerja sama dengan kapal – kapal liveboard untuk mengumpulkan data jumlah kapal di situs – situs manta yang populer yang tidak terlihat dari Arborek. Kami berencana untuk memperluas dengan lebih jauh lagi database ID kami, dengan proses yang lebih efisien untuk meng-ID manta ray dan penggunaan kamera yang lebih baik.

2.4 Pemantauan Kerusakan Karena Jangkar

Pada tahun 2022 kami memperhatikan naiknya jumlah kapal pribadi yang berlabuh sembarangan, khususnya didekat situs selam populer JPP. Kerap kali kami meminta kapten kapal untuk pindah, dan beberapa kapten kapal telah memberitahukan kami bahwa situs ini ditegaskan sebagai 'situs berlabuh yang aman' di sebuah program aplikasi melaut.

Sesegera mungkin kami berencana untuk menentukan nama aplikasi yang menyebabkan wisatawan menjangkarkan kapal mereka di JPP dan menghubungi developernya, meminta mereka untuk menghapus situs ini dari daftar situs penjangkaran kapal. Di awal tahun 2023 kami juga akan memasang penanda apung yang menyatakan bahwa penjangkaran di situs ini dilarang keras dan para pelanggar akan didenda. Hal ini telah disetujui oleh Bapak Juan.

Selain itu, kami telah memulai pemantauan kerusakan oleh jangkar yang berasal dari kapal pribadi di situs ini dan akan meplaporkan kapal – kapal yang bertanggung – jawab ke pimpinan setempat, dan juga BLUD. Gambar – gambar dibawah diambil pada 28th Desember dimana satu katamaran ditemukan menjatuhkan rantai sepanjang 24m diatas seluruh terumbu karang. Kerusakan karangnya besar dengan banyak karang meja, masif, dan submasif pecah dan terbalik. Karang hitam ukuran besar 3m x 3m juga sepenuhnya terlepas oleh jangkar. Kami memiliki beberapa video dan gambar yang menunjukkan tingkat kerusakannya.



Gambar 24: Foto pemantauan kerusakan oleh jangkar yang dialami situs JPP pada Desember 2022.

2.5 Proyek Karang Hitam

Pada Juni 2022, kami mengundang seorang ahli internasional Karang Hitam (Antipatharia), Erika Gress dari James Cook University, ke Barefoot Conservation untuk memberikan presentasi mengenai kepentingan ekologis Karang Hitam, dan mengapa Raja Ampat merupakan situs yang penting bagi karang tersebut. Erika telah bekerja dengan tim kami selama dua kunjungan untuk mempersiapkan program pemantauan yang akan mendokumentasikan keberadaan Karang Hitam disekitar Selat Dampier, sebagai aspek tambahan bagi program pemantauan jangka panjang kami. Data ini akan menyediakan informasi unik mengenai keanekaragaman spesies dan preferensi habitat Karang Hitam di Raja Ampat, sesuatu yang belum pernah didokumentasikan sebelumnya. Kami sangat senang dapat memulai proyek penelitian yang menggembirakan ini dan bekerja dengan Erika di masa mendatang untuk memahami lebih dalam mengenai Ordo karang yang jarang diteliti ini.

Seperti yang telah dibahas diatas, Karang Hitam juga telah diinkorporasikan dengan proyek pemulihan terumbu karang kami. Penelitian ini juga menjadi yang pertama dari jenisnya, menguji peluang pemulihan karang hitam setelah mengalami kerusakan, misalnya karena jangkar. Ini merupakan proyek menggembirakan lainnya untuk dipantau di tahun 2023.



Gambar 25: Karang Hitam di situs selam Arborek Tip dan Erika memberikan presentasi mengenai Karang Hitam

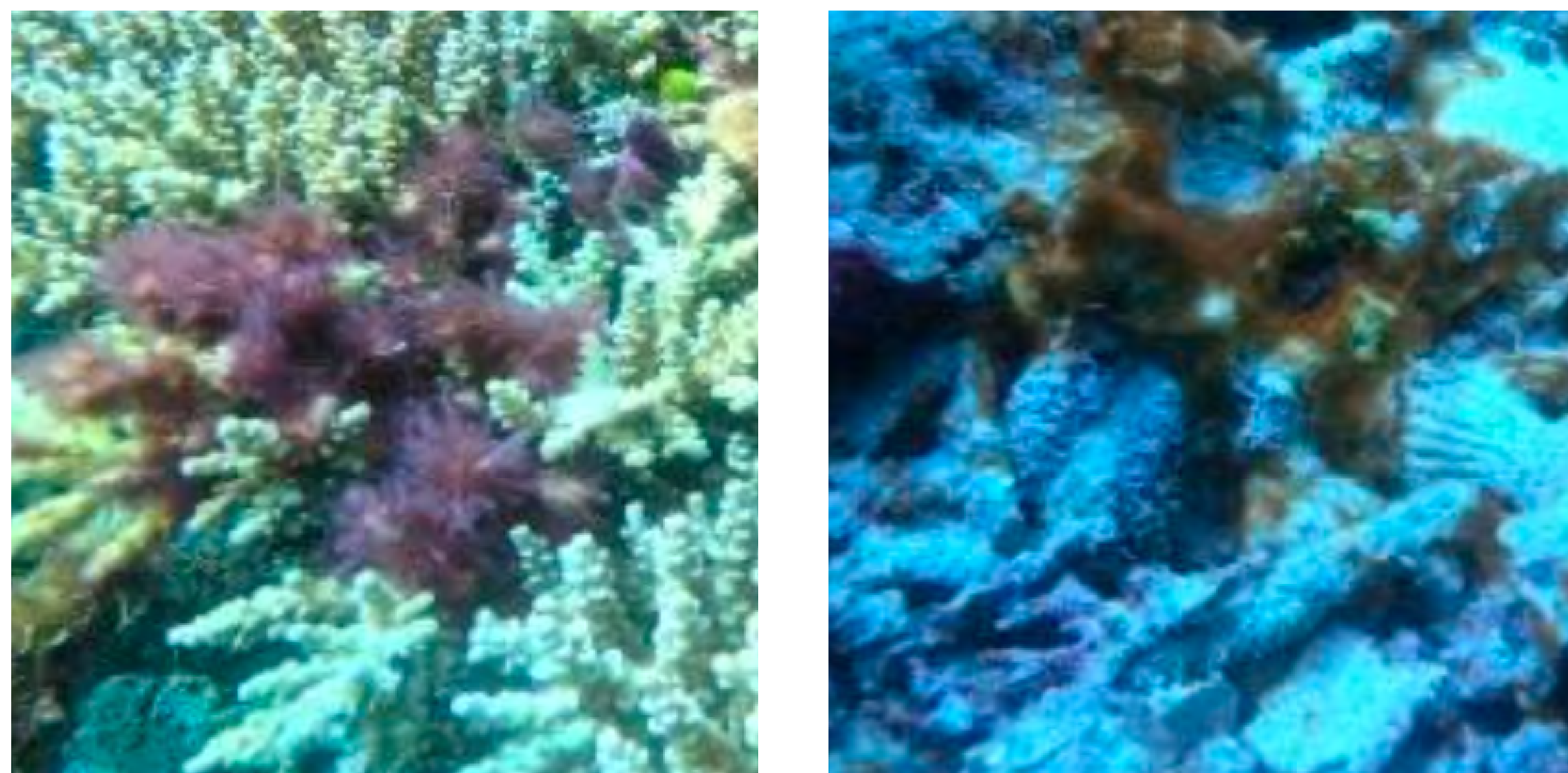
2.6 Proyek Cyanobacteria

Pada tahun 2022 Erika Gress, dan para ilmuwan pengunjung lainnya, menegaskan bahwa keberadaan cyanobacteria dan penyakit karang cenderung lebih tinggi di Raja Ampat dibandingkan tahun – tahun sebelumnya. Khususnya, telah dicatat bahwa situs – situs dengan kunjungan berfrekuensi tertinggi oleh para wisatawan, menunjukkan tingkat cyanobacteria yang meningkat (misal: Manta Sandy dan Main Jetty Arborek).

Keberadaan cyanobacteria sangat terikat dengan eutrofikasi dari unsur organik berlebih yang dapat disebabkan oleh densitas manusia yang tinggi, misalnya di lokasi – lokasi pariwisata. Dalam situasi ekstrem, seperti yang telah dialami di Karibia, eutrofikasi dan khususnya cyanobacteria dapat menyebabkan mortalitas massal seluruh sistem terumbu karang dengan mengkerubuti karang dan mengurangi kadar oksigen.

Dikarenakan hal – hal ini, Erika dan Barefoot Conservation telah mempersiapkan protocol pemantauan untuk memulai pelacakan keberadaan cyanobacteria di berbagai situs diseluruh Arborek dan wilayah yang lebih luas. Selain memantau keberadaan cyanobacteria, Otoritas Taman Laut Raja Ampat (BLUD) juga telah dihubungi dan dihimbau akan situasinya dan disediakan dengan kesaksian tertulis akan masalah ini. Agar dapat memastikan jika kualitas air yang buruk disekitar Arborek dan situs – situs selam pariwisata populer di wilayah tersebut memang berkontribusi bagi eutrofikasi (dan juga degradasi karang melalui penyakit dsb), Barefoot Conservation akan mengontrak perusahaan untuk menjalankan serangkaian pengujian air, untuk membandingkan kualitas air di banyak situs dan mendapatkan bukti situasi tersebut.

Pada tahun 2023, pertemuan dengan BLUD akan dilanjutkan untuk mendiskusikan rencana tindakan untuk masalah ini, selagi Barefoot akan menyediakan data pemantauan kritis mengenai keberadaan cyanobacteria dan data empiris mengenai kualitas air.



Gambar 26: Cyanobacteria difoto di situs – situs selam populer disekitar Selat Dampier

2.7 Proyek Pembersihan Pantai

Setiap Rabu pembersihan pantai dilaksanakan disekitar pulau, dengan bantuan para sukarelawan dan anak – anak setempat dan data sampah yang ada dikumpulkan. Situs pembersihan pantai berubah – ubah setiap minggunya antara pantai Utara, Selatan, Timur, dan Barat Arborek. Setelah semua sampah telah dikumpulkan dalam karung, sampah dipilah menjadi beberapa kategori, dan kuantitas masing – masing kategori dihitung. Selain mengumpulkan data bermanfaat bagi pengelola setempat, kegiatan ini juga merupakan alat pendidikan yang bermanfaat, untuk anak – anak (dan para sukarelawan) untuk mulai memperhatikan jenis sampah yang paling sering ada.



Gambar 27: Pembersihan pantai mingguan dilaksanakan oleh tim Barefoot dan anak – anak Arborek. Memilah sampah plastik menjadi beberapa kategori dan mencatat data hitungan untuk masing – masing jenis



3 Keterlibatan Komunitas Arborek

3.1 Kerjasama dengan para Tetua Kampung

Kami selalu meminta izin dari Kepala Kampung kami, Bapak Juan, sebelum maju dengan proyek baru, dan juga para penduduk kampung yang tanahnya berada didekat situs kami. Kami mendekati Bapak Juan untuk membahas pemulaian proyek pemulihan terumbu karang di tahun 2021, dan di tahun 2021 kami berbicara dengan beliau mengenai menginkorporasikan karang hitam kedalam proyek ini juga. Masalah – masalah lingkungan lainnya yang juga kami temui melalui pemantauan, seperti kerusakan karang juga dipresentasikan kepada Bapak Juan tahun ini.

Kami merencanakan acara komunitas bernama ‘Hari Pemulihan Karang’ untuk Desember 2022 dan membagikan undangan keseluruhan kampung. Acara akan dibuka oleh Kepala Kampung, diikuti oleh pemberkatan dari pihak gereja, para pembicara tamu, dan lalu presentasi oleh para Peneliti Barefoot mengenai proyek pemulihan karang, menyediakan informasi terbaru dan menunjukkan foto – foto. Acara akan selesai dengan kesempatan untuk membuat tali karang bersama anak – anak, atau menyelam dan melihat tempat perawatan karang dan perjamuan makanan akan dilaksanakan. Namun, acara ini terpaksa dibatalkan di hari sebelum acara dikarenakan keadaan – keadaan diluar kendali kami, sehingga harus diundur hingga Februari.

3.2 Klub Sains Anak - anak

Pada tahun 2022 kami banyak bekerja dengan anak – anak setempat di Arborek. Kami menyelenggarakan banyak kelas dan kegiatan ilmiah di Barefoot, berusaha meningkatkan pengetahuan kehidupan laut mereka dan menyediakan mereka dengan pendidikan relevan untuk dapat menjadi warga yang bertanggung – jawab dan berpikiran secara ekologis dan bahkan berkembang dalam bidang konservasi lautan jika mereka berminat. Kami menyediakan sesi – sesi Discover Scuba Diving dengan beberapa remaja setempat, untuk lebih memperkenalkan mereka dengan menyelam, kami berharap dapat mengikuti ini dengan kualifikasi Open Water di tahun depan.

Di Desember kami meluncurkan ulang program Ocean Warriors kami, dimana anak – anak Arborek dihadihi cap untuk perbuatan positif yang relevan dengan laut, misalnya menghadiri kelas sains, bergabung dengan pembersihan pantai atau melakukan hal – hal baik lainnya demi lautan. Pesta peluncuran mengumpulkan lebih dari 50 anak – anak penghadi dan membuat kartu Ocean Warriors, dimana cap mereka akan dikumpulkan dan mereka dapat bekerja untuk hadiah seperti t-shirt ‘Ocean Warriors’, penjelajahan dengan snorkeling, dan piknik.

3.3 Local High School and University Internships

Tahun ini kami mempekerjakan dua remaja setempat dari Kampung Sawinggrai sebagai pemagang di Barefoot. Edy dan Melando bergabung dengan kami dari Sekolah Papua Bantuan Anak dan menetap selama 2 minggu. Selama sibuk magang mereka menjalani pelatihan metode survei Reef Check, juga berbagai topik lainnya seperti memancing berlebih, plankton, pasang-surut laut, arus laut, dan bahkan fotografi bawah air. Mereka memahami dengan sangat singkat selama magang bersama kami dan mampu lulus ujian Reef Check mereka dengan tepat waktu, keduanya berkualifikasi sebagai Reef Check Ecodivers, yang akan menjadi kualifikasi berharga untuk ditambahkan ke CV mereka. Di tahun 2023 kami berencana menyediakan kesempatan – kesempatan magang di waktu kedepan dan bahkan pekerjaan paruh waktu yang berkaitan dengan proyek pemulihan bagi beberapa remaja Arborek.

Pada tahun 2023 kami berencana untuk mengundang para mahasiswa/siswi dari Universitas Papua (UNIPA) ke Barefoot Conservation selama 4 bulan. Pemagangan ini akan memungkinkan para mahasiswa/siswi mengumpulkan data untuk skripsi mereka serta meningkatkan kemampuan selam dan kerja lapangan mereka, dibawah bimbingan tim peneliti kami. Kami berharap ini dapat memulai relasi yang berkelanjutan dengan UNIPA, dimana Barefoot bisa berperan penting dalam membantu para pelajar muda setempat berkembang menjadi para ilmuwan kelautan di masa mendatang.



Gambar 28: 'Science for Kids' klas di Barefoot Conservation.



Gambar 29: Pesta peluncuran Ocean Warriors, sebuah klub yang sedang berlangsung dimana anak - anak Arborek mendapatkan hadiah dari menghadiri kelas – kelas dan kegiatan sains atau melakukan 'perbuatan baik' bagi lautan



Gambar 30: Pemagang Edy & Melando menetap di Barefoot selama 2 minggu dimana mereka menghadiri kelas – kelas topik ilmu pengetahuan kelautan dan menjalani pelatihan Reef Check

4 Kesimpulan

Tahun 2022 merupakan tahun yang produktif. Kami telah mempersiapkan dan membuat kemajuan besar dalam proyek pemulihan kami, melampaui tujuan survei Reef Check kami, berkontribusi bagi database Manta ID di wilayah setempat, melatih para pelajar setempat dalam teknik survei, mengajar remaja setempat cara menyelam, dan memulai penelitian novel pada karang hitam dengan pimpinan para ahli, merupakan beberapa dari banyak pencapaian kami. Tim penelitian kami juga telah bertambah menjadi tim lima orang, yang artinya kapasitas untuk proyek penelitian baru dan menggembirakan juga telah berkembang. Tambahan seorang Kepala Penelitian juga memampukan kami untuk meningkatkan proyek penelitian kami, menyediakan konsistensi, dan memberikan kami kapasitas untuk menjangkau para kolaborator, untuk bekerjasama dengan para peneliti dan institusi di wilayah setempat.

Tahun depan kami berencana untuk terus mengerjakan proyek – proyek yang telah dibahas diatas tapi dengan tambahan banyak proyek baru seperti pengujian kualitas air, proyek – proyek pemulihan baru, modul ‘peng-IDan Karang Mendetail’ bagi para sukarelawan, dan perluasan lingkup penelitian manta kami. Selain itu, kami akan menambahkan situs – situs baru bagi situs pemantauan inti Reef Check kami, menambahkan survei tingkat genus kedalam kumpulan data untuk survei benthos dan memulai pemantauan cyanobacteria dan karang hitam pada survei – survei kami.

Salah satu tujuan kami di tahun 2023 ialah memampukan kepiawaian ilmiah oleh para peneliti orang Papua setempat, dan untuk tujuan inilah kami akan mengundang para mahasiswa/siswi ilmu pengetahuan kelautan setempat ke Barefoot untuk acara ‘fieldtrip’ dan pemagangan, mempersiapkan Magang Pemulihan Terumbu Karang bagi para remaja Arborek, mengajar lebih banyak anak – anak untuk menyelam dan membangun kerjasama dengan para peneliti setempat yang sedang beroperasi di wilayah ini. Kami berharap dapat lebih banyak melibatkan komunitas Arborek dalam pekerjaan yang sedang dilakukan di Barefoot, melalui pelanjutan acara komunitas, pemkerjaan, dan kesempatan – kesempatan menyelam.

Acknowledgements

Our special thanks goes out to, first and foremost, Simon Barden, for founding Barefoot Conservation back in 2012 and managing the organisation on a daily basis, jumping hurdles and seeking out exciting opportunities to increase our impact every step of the way.

Secondly, we would like to thank our Head of Science, Josie Chandler, for her inexhaustible drive to establish new and level up exciting science projects at Barefoot Conservation while involving the local community wherever possible, fueled by a passion for marine conservation which inspires the team every day.

None of the projects would have been possible without the Barefoot Conservation management team on site. The team works long days every day to make sure data is being collected, science is moving forward and volunteers are being trained to a high-quality standard. Thank you both current and previous team members (either voluntarily or on payroll) Hans Budiarto, Victor Hendrico, Felicita Laura Annemarie, Lena Pollett, Matthew Perrodou, Gemma van Huyssteen, Dodi Roman, Evan Pubescen, Afryan Maris and Iris Uijttewaal for your relentless dedication to marine conservation and community development the past year.

The local staff are the absolute backbone of Barefoot Conservation as without skippers, compressor operators, cooks and maintenance work Barefoot Conservation camp would simply not be operational. Thank you Adhi, Manto, Andi, Carlos, Maikel, Rudi and Papa Ribka.

We look forward to continue to conduct marine science research, collect data, expand community projects and education in 2023.

Partners

Partners involved in this research are:

- The Regional Public Service Agency Regional Technical Implementing Unit (BLUD UPTD) in the Management of the Conservation Area (KKP) of the Raja Ampat Islands
- POKJA Manta - BLUD UPTD Raja Ampat, Konservasi Indonesia, Waisai
- Child Aid Papua, Sawinggrai Village
- The Community of Arborek Island
- Erika Gress, James Cook University
- Ratu Laut Liveaboard, Solitude Adventure Liveaboard and Calicojack Liveaboard