

Transplantasi Karang dengan Metode SPIDER di Pantai Harlen Kampung Tablasupa Kabupaten Jayapura Provinsi Papua

Coral Transplantation with the SPIDER Method at Harlen Beach, Tablasupa Village, Jayapura Regency, Papua Province

Yunus Pajangan Paulangan^{*1,3}, Syafyudin Yusuf², Barnabas Barapadang^{1,3}, Baigo Hamuna^{1,3}, Kristopholus Rumbiak^{1,3}, Popi Ida Laila Ayer^{1,3}, Vera Kostansie Mandey^{1,3}, Efray Wanimbo^{1,3}, Natan Baransano³

¹Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura, Papua, 99351 - Indonesia

²Jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245 - Indonesia

³Pusat Studi Sumber Daya kelautan dan Perikanan Universitas Cenderawasih, 99351 - Indonesia

*E-mail corresponding author: ypaulangan@gmail.com

Received: 02 Januari 2023; Revised: 29 Mei 2023; Accepted: 12 Juni 2023

Abstrak. Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem utama di wilayah pesisir dan laut yang memiliki peran yang sangat besar terutama dalam mendukung sektor perikanan dan pariwisata. Perairan pantai Harlen Kampung Tablasupa memiliki ekosistem terumbu karang yang baik dan potensial untuk dimanfaatkan demi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Ironisnya, pada beberapa lokasi telah mengalami kerusakan akibat penangkapan ikan yang menggunakan bahan peledak (bom) maupun akar tuba. Oleh karena itu, perlu upaya rehabilitasi yang telah rusak salah satunya dengan transplantasi karang. Transplantasi karang merupakan teknologi memperbanyak koloni dengan memanfaatkan reproduksi aseksual karang secara fragmentasi dari suatu koloni karang. Transplantasi bertujuan untuk mempercepat regenerasi karang yang telah mengalami kerusakan. Metode yang digunakan adalah metode rangka besi yang menyerupai jaring laba-laba sehingga dikenal dengan Metode Spider. Kegiatan ini dilaksanakan oleh Pusat Studi Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Universitas Cenderawasih dengan melibatkan beberapa mitra dengan dukungan pendanaan dari PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Papua dan Papua Barat melalui Program PLN Peduli. Hasil transplantasi menunjukkan bahwa metode Spider sangat berhasil, dimana tingkat kelangsungan hidup mencapai 92%. Tingkat kelangsungan hidup tersebut diduga karena pemilihan lokasi yang tepat dan kemampuan jenis yang ditransplantasi dapat beradaptasi terhadap lingkungan perairan sekitarnya.

Kata Kunci: Kampung Tablasupa; metode spider; rehabilitasi; transplantasi karang;

Abstract. Coral reef ecosystems are one of the main ecosystems in coastal and marine areas which have a very large role, especially in supporting the fisheries and tourism sectors. The coastal waters of Harlen Kampung Tablasupa have a good coral reef ecosystem and have the potential to be utilized for improving people's welfare. Ironically, several locations have been damaged by fishing using blast fishing and tuba roots poison. Therefore, rehabilitation efforts that have been damaged are needed, one of which is coral transplantation. Coral transplantation is a technology to multiply colonies by utilizing the asexual reproduction of corals by fragmentation of a coral colony. Transplantation aims to accelerate the regeneration of corals that have been damaged. The method used is the Spider Method. This activity was carried out by the Center for the Study of Marine and Fisheries Resources, University of Cenderawasih, involving several partners with funding support from PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Papua and Papua Barat through the PLN Care Program. The results showed that the Spider method was very successful with a 92% survival rate. The survival rate is thought to be due to the selection of the right location and the ability of the transplanted species to adapt to the surrounding aquatic environment.

Keywords: Coral transplant; rehabilitation; SPIDER method; Tablasupa Village.

DOI: 10.30653/jppm.v8i3.359



1. PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem utama di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang sangat produktif dan memiliki peran sangat besar dalam mendukung sektor perikanan dan pariwisata bahari. Ekosistem terumbu karang dihuni oleh berbagai biota terutama ikan-ikan karang yang menjadi target penangkapan. Selain itu, ekosistem terumbu karang memiliki daya tarik tersendiri, karena variasi dan keragaman biota-biota penghuninya khususnya berbagai ikan dan jenis karang. Ekosistem terumbu karang sebagai daerah *spawning ground*, *nursery ground* dan *fishing ground* sehingga ekosistem ini menjadi lokasi sasaran penangkapan ikan.

Perairan pantai Harlen Kampung Tablasupa memiliki ekosistem terumbu karang dengan tipe terumbu karang tepi (*fringing reef*). Ironisnya, seringkali masyarakat menggunakan alat dan metode penangkapan yang merusak seperti penggunaan bahan peledak (bom), dan akar tuba (Paulangan, 2019; Paulangan et al. 2019a; Paulangan et al., 2019b). Selain itu, ekosistem terumbu karang sendiri merupakan ekosistem yang rentan terhadap kerusakan (Grimsditch & Salm, 2006; Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010; Pratchett, 2013). Kondisi tersebut, jika dibiarkan terus-menerus maka dipastikan pada saatnya terjadi kepunahan *biodiversity* (karang, ikan karang dan biota-biota ekonomis lainnya) yang pada akhirnya akan berdampak pada kesejahteraan manusia.

Diketahui bahwa penggunaan bahan peledak tidak hanya merusak terumbu karang secara fisik, tetapi juga menyebabkan kematian bagi ikan dan berbagai biota perairan lainnya seperti lobster, moluska, teripang dan lain-lain. Bahkan tidak hanya itu, dapat menyebabkan kecelakaan bagi pemakainya yakni cacat bahkan kematian. Oleh karena itu, untuk melindungi dan memperbaiki ekosistem terumbu karang yang rusak tersebut maka perlu dilakukan rehabilitasi yang salah satunya melalui transplantasi karang. Transplantasi karang merupakan teknologi memperbanyak koloni dengan memanfaatkan reproduksi aseksual karang secara fragmentasi dari suatu koloni karang (Paulangan et al., 2022). Koloni tersebut diambil dari suatu induk koloni tertentu. Transplantasi karang bertujuan untuk mempercepat regenerasi dari terumbu karang yang telah mengalami kerusakan, atau sebagai cara untuk memperbaiki daerah terumbu karang melalui penambahan karang dewasa ke dalam populasi sehingga produksi larva di ekosistem terumbu karang yang rusak dapat ditingkatkan kembali (Garrison & Ward, 2012).

Maksud dari kegiatan transplantasi karang ini adalah untuk memulihkan ekosistem terumbu karang yang telah rusak akibat penggunaan bahan peledak (bom) di daerah ekosistem terumbu karang pantai Harlen (Paulangan, 2019), dimana titik lokasinya ditentukan secara bersama di lokasi oleh masyarakat Kampung Tablasufa dan mitra lainnya seperti Polisi Perairan Kepolisian Daerah (Polair Polda) Papua, *Octopus Diving Club* dan Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Cenderawasih. Tujuan umum dari kegiatan transplantasi karang ini, diantaranya: melakukan transplantasi karang di lokasi sasaran, melakukan perawatan, monitoring dan evaluasi hasil transplantasi karang, membuat lokasi (*spot*) baru untuk *diving* maupun *snorkling*, melakukan edukasi kepada masyarakat, mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan dan *stakeholders* lainnya tentang pentingnya ekosistem terumbu karang, dan mengajak para *stakeholder* untuk bersama-sama peduli lingkungan, khususnya terhadap ekosistem terumbu karang.

2. METODE

Lokasi Kegiatan

Kegiatan ini dilaksanakan di pantai Harlen Kampung Tablasufa Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua.



Gambar 1. Lokasi pelaksanaan transplantasi karang di Pantai Harlen

Waktu Kegiatan

Rangkaian kegiatan pelaksanaan transplantasi dilakukan selama 2 hari yakni tanggal 4-5 Juni 2021. Sedangkan monitoring terhadap pertumbuhan karang sebagai salah satu indikator keberhasilan transplantasi dilaksanakan pada tanggal 4-5 September 2021.

Peserta dan Narasumber

Kegiatan transplantasi diikuti oleh beberapa peserta yang berasal dari beberapa lembaga mitra seperti masyarakat kampung Tablasufa, Jemaat Gereja Eden Tanjung Ria Kayu Batu Jayapura, Polair Polda Papua, Badan SAR (*Search and Rescue*) Sentani, *Papua Diving Academy* Kampung Tablasufa, *Octopus Diving Club*, Mahasiswa Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Cenderawasih, dan PT Perusahaan Listrik Negara (PT PLN) Persero Unit Induk Wilayah Papua dan Papua Barat.

Adapun narasumber dalam kegiatan ini yakni: Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M.Si sebagai Ahli Karang (Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin, Makassar); Dr. Yunus P. Paulangan, S.Kel., M.Si sebagai ahli Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (Dosen Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Cenderawasih, Jayapura); Barnabas Barapadang, S.Pi., M.Si sebagai ahli Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (Dosen Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Cenderawasih, Jayapura);

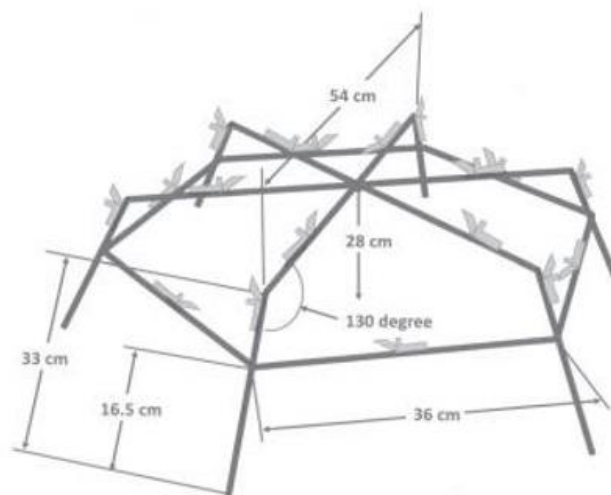
Metode dan Materi Pelatihan

Metode pelatihan menggunakan metode belajar sambil mempraktekkan, yakni suatu metode yang dapat memberikan kemudahan dalam memahami suatu proses pembelajaran dengan langsung mempraktekkan. Adapun materi pelatihan kepada peserta, yakni 1). Teknik pemilihan kelayakan lokasi transplantasi; 2). Teknik pembuatan rangka media transplantasi, yakni rangka besi; 3). Teknik Pengambilan dan pemilihan bibit (*fragment*) karang; 4). Teknik pengikatan fragment karang ke rangka media transplantasi; 5). Teknik penanganan dan pengangkutan ke lokasi transplantasi, serta 6). Teknik penurunan rangka media transplantasi yang telah dilekatkan fragmen karang ke laut

Gambaran Metode Transplantasi

Metode transplantasi karang yakni dengan mengikatkan fragmen karang pada rangka besi sebagai calon koloni baru. Menurut Paulangan et al. (2022), kelebihan transplantasi menggunakan fragmen karang diantaranya (1) memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dan kelangsungan hidupnya juga tinggi, (2) kemampuan berkompetisi tinggi, (3) kestabilan bertahan hidup lebih tinggi pada substrat beragam dan (4) lebih mudah dilakukan. Ukuran fragmen yang lebih besar, memungkinkan memiliki tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih tinggi (Sousa, 1984 dalam Bowden-Kerby, 2003). Fragmen karang juga memiliki kelebihan kemampuan berkompetisi yang tinggi (Bothwell 1981, Tunnicliffe, 1981 dalam Bowden-Kerby 2003) dan memiliki kemampuan bertahan hidup yang lebih tinggi pada substrat yang beragam (Lindahl, 1998 dalam Bowden-Kerby 2003).

Metode transplantasi yang digunakan adalah metode rangka besi yang dikenal dengan metode SPIDER (Gambar 2). Metode ini dikembangkan oleh Perusahaan Coklat bersama dengan Universitas Hasanuddin, Makassar dan telah dikembangkan di beberapa negara. Metode ini merupakan metode dengan menggunakan besi sebagai rangka yang dibuat dengan enam kaki yang menyerupai sarang laba-laba. Keunggulan dari metode rangka ini yakni: relatif murah, relatif sederhana, pemasangannya relatif mudah dilakukan, tingkat keberhasilan sangat tinggi, karena strukturnya berongga maka massa air dapat mengalir leluasa, menutupi pecahan karang, pasir, efektif menstabilkan substrat dasar, rekrutmen karang, pertumbuhan dan diversitas (Williams et al., 2018).



Gambar 2. Model SPIDER dan ukuran (Williams et.al., 2018)

Pada metode ini, media rangka besi transplantasi dilapisi dengan lem fiber sebagai lapisan untuk mengurangi korosi dari rangka besi dan sebagai perekat substrat pasir. Bibit (*fragmen*) karang yang diambil adalah dari jenis *Acropora* sp. Karang diambil dari koloni yang berada di sekitar lokasi transplantasi dengan pertimbangan merupakan koloni yang sehat, lalu dipotong dengan menggunakan tang dengan ukuran ± 10 centi meter. Pemilihan *Acropora* sp dimaksudkan karena pertumbuhan karang jenis ini relatif cepat tumbuh (Muhlis, 2019; Runtuwene et al., 2020) dan mudah diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan dan Pembuatan Rangka Transplantasi

Persiapan dimulai dari proses pemotongan besi sesuai ukuran yang telah ditentukan. Potongan-potongan besi tersebut dirangkai menyerupai jaring laba-laba (SPIDER) sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4. Adapun tahapan pembuatan rangka, yakni sebagai berikut:

Langkah 1. Memotong besi sesuai ukuran yang sudah ditentukan (Gambar 2).

Langkah 2. Potongan-potongan besi tersebut dirangkai dengan menggunakan las (Gambar 3).



Gambar 3. Proses pengelasan rangka besi media transplantasi.

Langkah 3. Setelah rangka SPIDER selesai, kemudian dilapisi dengan lem fiber yang sebelumnya diberi pengental atau resin (Gambar 4).



Gambar 4. Proses pemberian lem pada media rangka besi transplantasi

Langka 4. Setelah diberi lem, segera dilumuri pasir laut (sebaiknya pasir karang) sampai permukaan besi tertutupi pasir. Proses pemberian lem dilakukan secara cepat untuk menghindari lem fiber mengering sebelum dilumuri pasir (Gambar 5). Prosedur ini dapat dilakukan berulang-ulang sehingga lapisan pasir menutupi sempurna permukaan besi (rangka besi transplan) tersebut.



Gambar 5. Proses penempelan substrat pasir pada media rangka besi transplantasi

Langkah 5. Tunggu 2-3 hari sampai lem dan pasir menempel sempurna dan kering.

Langkah 6. Rangka besi SPIDER siap digunakan jika lem dan pasir telah menempel sempurna dan kering (Gambar 6).



Gambar 6. Rangka yang telah dilapisi substrat pasir dan siap digunakan

Rangka besi media transplantasi sebelumnya dilapisi dengan lem fiber dengan tujuan untuk melindungi besi rangka dari korosi dan membuat substrat manipulasi untuk mempermudah penempelan planula karang.

Pengambilan Bibit Karang

Pengambilan bibit potongan-potongan karang (*fragments*) dilakukan di Pantai Sarebo yakni dengan mengambil fragmen karang \pm 5-10 cm dari jenis *Acropora* sp (Gambar 7). Karang diambil dari koloni yang berada di sekitar lokasi transplantasi, yang dipotong dengan menggunakan tang.

Pemilihan *Acropora* dimaksudkan karena pertumbuhan karang jenis *Acropora* sp relatif cepat, yakni dapat mencapai rata-rata 0,4 cm/bulan (Muhlis, 2019), sedangkan hasil penelitian Runtuwene, et.al., (2020) mencapai 1,8 cm/bulan. Selain itu, *Acropora* mudah diamati karena pertumbuhannya memanjang. Indukan karang dipilih dari koloni karang yang baik, bebas dari hama, biota pengganggu bahkan tidak terindikasi mengalami pemutihan atau *bleaching* (Gambar 8). Pengambilan bibit (*fragment*) karang dilakukan setelah media rangka besi transplantasi telah disiapkan.



Gambar 7. Pengambilan bibit karang dengan cara pemotongan koloni karang



Gambar 8. Indukan karang sebagai sumber bibit (*fragment*)

Pengikatan Fragmen Karang

Potongan bibit (*fragment*) karang selanjutnya diikat pada besi rangka transplant (Gambar 9) dengan menggunakan klem (kabel ties). Hal ini dimaksudkan agar potongan bibit (*fragment*) dapat melekat kuat pada media transplantasi.



Gambar 9. Pengikatan *fragment* karang pada rangka spider media transplantasi

Pengangkutan Media ke Lokasi Penempatan Karang Transplantasi

Jumlah rangka transplantasi sebanyak 50 rangka dengan setiap rangka terdiri dari kurang lebih 16-20 potongan bibit karang (Gambar 10). Pada saat pengangkutan ke lokasi penempatan transplantasi, karang harus dalam kondisi tidak mengalami stress. Karang yang stres dicirikan dengan mengeluarkan lender atau cairan. Oleh karena itu, selama pengangkutan karang setiap saat disiram dengan air laut dan hindari dari paparan langsung air hujan (air tawar) serta paparan sinar matahari yang lama.



Gambar 10. Media rangka transplantasi dengan model spider

Monitoring dan Perawatan

Perawatan dilakukan yakni memperbaiki ikatan, memperhatikan posisi rangka transplantasi, dan biota pengganggu bahkan dari gangguan manusia atau aktivitas manusia yang dapat merusak keberadaan transplantasi, terutama oleh jangkar nelayan.

Berdasarkan monitoring, kelangsungan hidup karang transplantasi didasarkan pada karang yang diberi tanda (*tagging*) yakni sebanyak 50 fragmen karang. Oleh karena itu, diperoleh tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) dapat dikategorikan sangat tinggi (dalam 4 kategori rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi) sebesar 92%. Keberhasilan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) karang yang ditransplantasikan tersebut diduga dipengaruhi oleh faktor kualitas perairan, dan pemilihan lokasi yang tepat serta kemampuan jenis yang ditransplantasi beradaptasi terhadap lingkungan perairan sekitarnya. Gambar 11 menunjukkan kondisi hasil transplantasi setelah 3 bulan. Selain itu, pada kegiatan monitoring juga dilakukan pengukuran fragment karang pada karang yang telah diberi tanda (*tagging*) untuk melihat tingkat pertumbuhan.



Gambar 11. Hasil transplantasi setelah 3 bulan, yakni pada bulan September 2021.

Pengamatan ikan dilakukan dengan menyusuri hamparan rangka transplan 10 x 10 m dengan dengan radius 5 m dari batas terluar area penempatan media transplantasi. Spesies ikan karang dan jumlahnya yang terlihat pada jarak yang ditentukan tersebut kemudian dicatat di papan sabak sambil mendokumentasikan keberadaan ikan karang tersebut dengan kamera foto dan video. Spesies ikan diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan identifikasi Marine Fishes of South-East Asia (Allen et al., 1999) dan Reef Fish Identification Tropical Pasific (Allen et al., 2003). Pengamatan ini mulai dilakukan pada jam 09.00 Waktu Indonesia Timur (WIT) untuk menghindari masa peralihan diurnal ke nokturnal (Dhahiyat et al., 2003). Parameter utama yang dianalisis adalah kelimpahan dan jenis ikan. Selain itu, data akan dikaitkan dengan kebiasaan makan ikan (*food habits*) ikan karang yang tersensus di lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil pengamatan, dijumpai sebanyak 437 ekor ikan karang dari 8 famili, yakni Pomacentridae, Pomacanthidae, Labridae, Acanthuridae, Mullidae, Serranidae, Holocentridae, dan Chaetodontidae. Hal ini menunjukkan bahwa perannya sebagai pendukung ekosistem sudah mulai berfungsi.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil monitoring didapatkan bahwa pertumbuhan karang cukup baik, dimana tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) karang mencapai 92%. Tingkat kelangsungan hidup karang yang tinggi tersebut diduga dipengaruhi oleh faktor kualitas perairan, pemilihan lokasi yang tepat, serta kemampuan jenis yang ditransplantasi beradaptasi terhadap lingkungan perairan sekitarnya. Selain itu, kehadiran ikan-ikan karang sudah terlihat di sekitar area transplantasi, dimana dijumpai sebanyak 437 ekor dari 8 famili pada monitoring I. Hal ini menunjukkan bahwa perannya sebagai pendukung ekosistem sudah mulai nampak. Hasil evaluasi terhadap kegiatan transplantasi karang ini, dapat disimpulkan yakni: (1) Teknologi transplantasi karang dengan metode SPIDER relatif murah dan mudah diadopsi oleh masyarakat; (2) penerapan transplantasi sangat sesuai di Teluk Depapre; dan (3) jenis karang *Acropora* sp. lebih cepat tumbuh dan lebih mudah di transplantasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini dandani oleh PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Papua dan Papua Barat melalui Program PLN Peduli. Oleh karena itu, kami menyampaikan terima kasih atas dukungan dan kepeduliannya terhadap peningkatan kualitas ekosistem terumbu karang di lokasi pelaksanaan kegiatan transplantasi ini. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada beberapa mitra yang telah mendukung kegiatan ini, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

REFERENSI

- Allen, G., Swainston, R., & Ruse, J. (1999). *Marine Fishes of South-East Asia*. Periplus (HK) Ltd. Western Australian Museum. page 292.
- Allen, G., Steene, R., Humann, P., & DeLoach, N. (2003). *Reef Fish Identification Tropical Pasific*. New World Publication. INC. page 457.
- Bowden-Kerby, A. (2003). Coral Transplantation and Restocking to Accelerate the Recovery of Coral Reef Habitats and Fisheries Resources within No-Take Marine Protected Areas: Hands-On Approaches to Support Community-Based Coral Reef Management. International Tropical Marine Ecosystem Management Symposium 2. Bowdenkerby@connect.com.fj Retrieved October 20, 2022 from <https://www.researchgate.net/publication/237439180>.
- Dhahiyat, Y., Sinuhaji, D., & Hamdani, H. (2003). Struktur Komunitas Ikan Karang di Daerah Transplantasi Karang Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(2), 87-94.
- Garrison, V., & Ward, G. (2012). Transplantation of storm generated coral conservation: A successful method but not the solution. *Revista Biologia Tropical*. 60(1), 59- 70.
- Grimsditch, G. D., & Salm, R. V. (2006). *Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching*. IUCN, Gland, Switzerland. 52p.

- Hoegh-Guldberg, O, & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*. 328, 1523-1528.
- Muhlis. (2019). Pertumbuhan Kerangka Karang Acropora di Perairan Sengigi Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*. 19(1), 14 -18.
- Paulangan, Y. P., Fahrudin, A., Sutrisno, D., & Bengen, D. G., (2019a). Distribution and condition of coral reef ecosystem in Tanah Merah Bay, Jayapura, Papua, Indonesia. *AACL Bioflux* 12(2), 502-512.
- Paulangan, Y. P., Fahrudin, A., Sutrisno, D., & Bengen, D. G., (2019b). Diversity and similarity of reef profile form based on reef fishes and reef lifeform in Depapre Bay, Jayapura, Papua Province, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(2), 249-262.
- Paulangan, Y. P. (2019). *Pengembangan dan pengelolaan kawasan terumbu karang berbasis Tiaitiki di Teluk Depapre Jayapura*. (Unpublished doctoral's Dissertation) Pascasarjana IPB University, Bogor, Indonesia.
- Paulangan, Y. P., Yusuf, S., Barapadang, B., Mandey, V. K., Wanimbo, E., Ayer, P. I. L., & Kalor J. (2022). *Rehabilitas Ekosistem Terumbu Karang di Teluk Depapre: Panduan Transplantasi & Monitoringsnya*. Penerbit CV. Pena Persada.
- Pratchett, M. S., Hoey, A. S; David, A., Feary, D. A., Bauman, A. G., Burt, J. A., & Riegl, B. M. (2013). Functional composition of Chaetodon butterfly fishes at a peripheral and extreme coral reef location, the Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 72, 333 – 341.
- Runtuwene, S. M., Manembu, I. S., Mamangkey, N. G. F., Rumengan, A. P., Paransa, D. S. J., & Sambali, H. (2020). Laju pertumbuhan karang *acropora formosa* yang ditranplantasi pada media tempel dan media gantung. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 8(1), 98-105.
- Williams, S. L., Sur, C., Janetski, N., Hollarsmith, J. A., Rapi, S., Barron, L., Heatwhole, SJ., Yusuf, A. M., Yusuf, S., Jompa, J., & Mars F. (2018). Large-Scale coral reef rehabilitation after blast fishing in Indonesia. *The Journal of the Society for Ecological Restoration*. 27(2), 1-10.