

Study of Hard Coral Community Structure and Natural Recruitment on Rote Island in the Sawu Sea Marine National Park (TNP)

Idris^{1*}, Fakhurrozi¹, Ofri Johan², Jotham S R Ninef³, Edwin Jefri⁴, Mahardika Rizqi Himawan⁴

¹Yayasan Terumbu Karang Indonesia, Jl. Asyibaniyah No 105 Cipayung, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia;

²Pusat Riset Konservasi Sumberdaya Laut dan Perairan Darat, Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim-BRIN, Jln. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911, Bogor, Jawa Barat, Indonesia;

³Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia;

⁴Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : January 18th, 2023

Revised : February 24th, 2023

Accepted : May 02th, 2023

*Corresponding Author: **Idris**,
Yayasan Terumbu Karang
Indonesia, Jl. Asyibaniyah No
105 Cipayung, Kota Depok,
Jawa Barat, Indonesia;
Email: idris@terangi.or.id

Abstract: Rote Island and its surroundings are included in the Savu Sea Marine National Park (TNP) area and are administratively included in the Rote Ndao Regency, East Nusa Tenggara (NTT) Province. The waters of the area have high potential for coral reef ecosystem resources and are an important for the marine biota. But when the condition is under pressure due to anthropogenic and natural influences. Therefore it is necessary to carry out routine observations related to the condition of the community structure and its potential natural recruitment. Observations were made on 26-28 September 2021 at 12 observation stations. The observation method used was the belt transect method with 3 repetitions (20 m) with an area of 60 m². Data collection using SCUBA equipment at a depth of 5-7 m on the reef flat. The results of the study found a total of 37 hard coral genera and the highest species richness was in Daiama 2 (30 genera) and the lowest was in Oelua and metina (13 genera). The dominant hard coral genera found were the Porites genera. Furthermore, the potential for natural recruitment of hard coral tillers reaches 21%. The highest potential for natural recovery is at Sotimori 1 (station 3) and the lowest at Boni (station 12). In general, the hard coral community structure at the observation site is in a stable condition with good natural recruitment potential.

Keywords: hard coral, community structure, natural recruitment, Sawu Sea Marine National Park (TNP).

Pendahuluan

Ekosistem terumbu karang adalah ekosistem penopang kehidupan berbagai biota laut seperti ikan, kerang, moluska dan berbagai biota lainnya. Terumbu karang memiliki berbagai peranan yang sangat penting dalam lingkungan pesisir, baik ditinjau dari segi biologi dan ekologi. Namun keberadaannya saat ini rentan terhadap berbagai ancaman kerusakan baik oleh alam maupun oleh manusia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mengeluarkan status kondisi

terumbu karang Indonesia pada tahun 20179 yaitu hanya hanya 6,39% saja yang dalam kondisi sangat baik. Sebaran kondisi tutupan terumbu karang Indonesia untuk wilayah bagian barat dengan kondisi sangat baik sekitar 8,97%; bagian tengah 4,91% dan bagian timur sebesar 4,05% (Hadi *et al.*, 2019). Salah satu cara menjaga dan meningkatkan kondisi ekosistem terumbu karang adalah dengan membuat kawasan konsrevasi perairan.

TNP Laut Sawu salah satu kawasan konserpasi perairan yang terluas di Indonesia. Kawasan ini terletak di Provinsi Nusa

Tenggara Timur (NTT) dengan luas mencapai 3,35 juta hektar. Kawasan ini memiliki sebaran tutupan terumbu karang dengan keragaman hayati spesies yang tinggi serta menjadi habitat bagi beberapa mamalia laut. TNP Laut Sawu terdiri dari wilayah Perairan Selat Sumba dan sekitarnya seluas 557.837,40 hektar dan wilayah Perairan Pulau Timor-Rote-Sabu-Batek dan sekitarnya seluas 2.797.515,42 hektar.

Perairan Laut Sawu bermakna strategis bagi pembangunan Provinsi Nusa Tenggara Timur. Perairan Laut Sawu bermakna strategis bagi pembangunan Provinsi NTT, karena hampir sebagian besar Kabupaten/kota di NTT sangat tergantung pada Laut Sawu. Lebih dari 65 % potensi lestari sumberdaya ikan di provinsi ini disumbang oleh Laut Sawu (Andy, *et al*, 2013). Selain potensi yang ada pada kawasan tersebut, juga terdapat beberapa permasalahan dan ancaman seperti perusakan terumbu karang, penurunan populasi hewan penting, praktik penangkapan ikan yang tidak

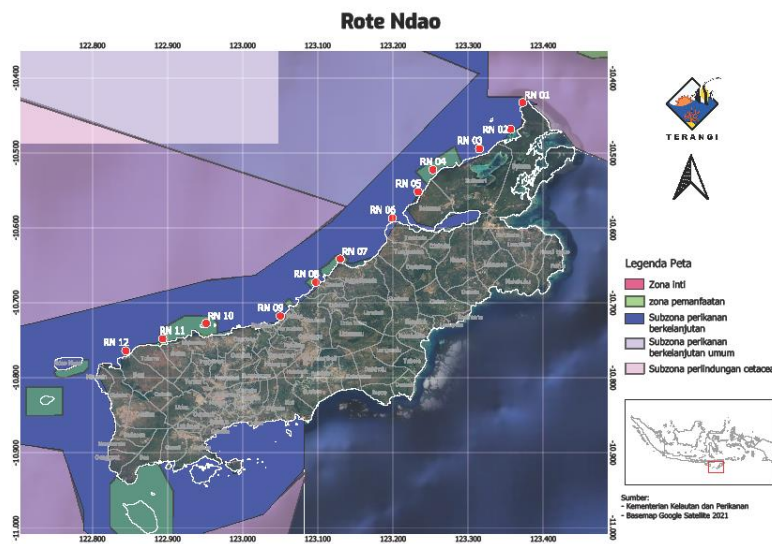
ramah lingkungan dan lain sebagainya. Terkait hal tersebut maka diperlukan adanya data yang cukup untuk membantu pengelolaan kawasan yang efektif.

TNP Laut Sawu saat ini masih minim terkait data kondisi dan keanekaragaman terumbu karangnya. Terkait dengan minimnya data tersebut maka kajian ini dibuat untuk membantu penyediaan data bagi pengelola kawasan, dimana tujuan kajian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas dan potensi rekrutmen alami karang keras di Pulau Rote dalam kawasan TNP Laut Sawu.

Bahan dan Metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada rataan terumbu di bagian timur Pulau Rote. Terdapat 12 (dua belas) lokasi pengamatan yang mewakili beberapa zona kawasan TNP Laut Sawu (Gambar 1). Pengamatan dilakukan dari tanggal 26-28 September 2021.

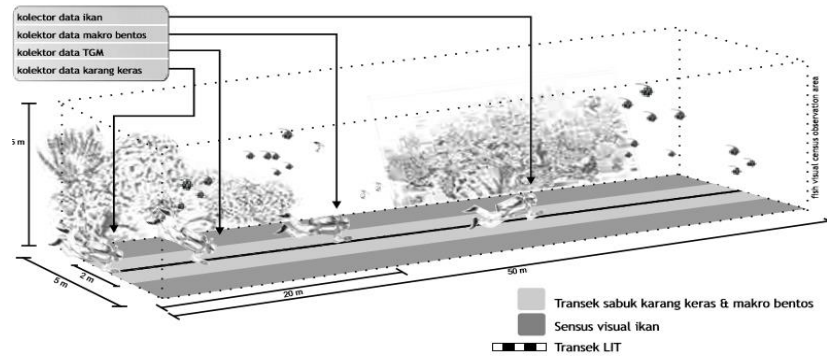


Gambar 1. Peta lokasi pengamatan

Pengambilan data

Pengambilan data kelimpahan karang keras menggunakan transek sabuk (Hill dan Wilkinson 2004). Panjang transek yang digunakan adalah 20 meter dengan tiga kali ulangan pada setiap stasiun dan lebarnya 1 meter. Total luasan area pengamatan pada 12 stasiun adalah 720 m². Transek dibentangkan sejajar garis pantai dengan

kedalaman 5 – 7 meter. Pencatatan data karang keras meliputi jumlah, jenis, dan ukurannya. Ukuran karang keras mengacu pada Estradivari *et al.* (2009), dibagi menjadi 3 kategori yaitu kategori S (< 5 cm), M (5,1 – 25 cm), dan L (> 25,1 cm). Identifikasi dilakukan sampai tingkat genera menggunakan panduan buku identifikasi Coral finder (Kelley R 2009).



Gambar 2. Metode pengamatan yang digunakan

Analisis data

Populasi

Populasi karang keras dihitung berdasarkan jumlah individu setiap jenis karang keras hidup yang ditemukan ditentukan dalam satuan luasan area tertentu. Populasi ini digunakan untuk melihat distribusi jumlah jenis atau komunitas karang keras pada wilayah tertentu (Odum 1971). Populasi diketahui dengan menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$N = \frac{ni}{A} \times 10000 \quad (1)$$

Dimana N merupakan nilai densitas dalam koloni/ha yang didapatkan dari jumlah karang keras yang diamati dalam koloni (ni) dibagi luas area pengamatan dalam m² (A) dan di kali 10000 untuk konversi ke satuan hektar (Ha).

Indeks Keanekaragaman (H')

Keanekaragaman dihitung dengan menggunakan rumus Shannor-Wiener pada persamaan 2.

$$H' = -\sum_{i=1}^n pi \ln pi \quad (2)$$

Dimana pi merupakan perbandingan jumlah individu spesies ke-i (n) dengan individu (N). Indeks keanekaragaman dikategorikan kedalam tiga kategori menurut Maguran (1995) yakni: tinggi (H' ≥ 3), sedang (1 ≤ H' < 3), dan rendah (1 < H').

Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman dapat dihitung dengan rumus Eveness pada persamaan 3.

$$E = \frac{H'}{H' Maks} \quad (3)$$

Dimana H' max merupakan Ln S (jumlah total macam spesies). Indeks keseragaman dikategorikan kedalam tiga kategori menurut Krebs (1989) yakni : tinggi (0.6 < E ≤ 1), Sedang (0.4 ≤ E ≤ 0.6), dan rendah (0 < E ≤ 0.4).

Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi dihitung dengan rumus Simpson pada persamaan 4.

$$C = \sum_{i=1}^n pi^2 \quad (4)$$

Indeks dominansi dikategorikan kedalam tiga kategori menurut Krebs (1978) yakni: tinggi (0.75 < C ≤ 1), sedang (0.5 < C ≤ 0.75), dan rendah (0 < C ≤ 0.5).

Hasil dan Pembahasan

Kelimpahan karang keras

Jumlah genera karang keras yang ditemukan dilokasi sebanyak 43 genera. Genera yang ditemukan sebagian besar merupakan kelas Anthozoa kecuali Millepora dan Heliopora. Kekayaan jenis tertinggi di Daiama 2 (30 genera) dan terendah di Oelua (13 genera) Stasiun Daiama 2 menjadi lokasi yang paling banyak ditemukannya genera karang keras yaitu sebanyak 30 genera, sedangkan yang paling sedikit adalah di stasiun Oelua sebanyak 13 Genera. Sedikitnya genera karang keras yang ditemukan di Oelua karena lokasi tersebut terindikasi sering terjadi kegiatan penangkapan dengan bom ikan (*blast fishing*).

Indeks keanekaragaman merupakan gambaran keragaman komunitas dilihat dari jumlah jenis dan kelimpahan individu dalam

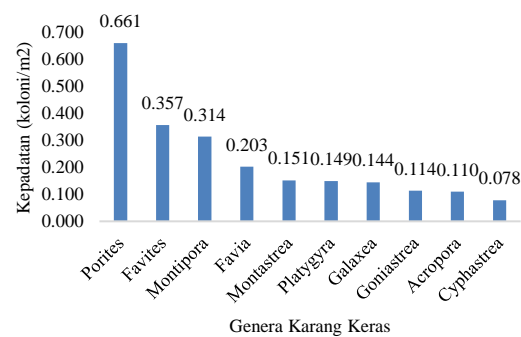
jenis. Berdasarkan lokasi indeks keanekaragaman yang paling rendah yaitu di Metina (2,05) dan tertinggi di Daiama 2 (2,80). Secara umum rerata indeks keanekaragaman karang keras di 12 lokasi pengamatan yaitu 2,43.

Angka ini termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang (≥ 1 dan < 3) (Ludwig & Reynolds, 1988). Selanjutnya indeks kemerataan tertinggi ada di Oelua (0,85) serta terendah di Daiama 1 dan Sotimori 1 (0,74).

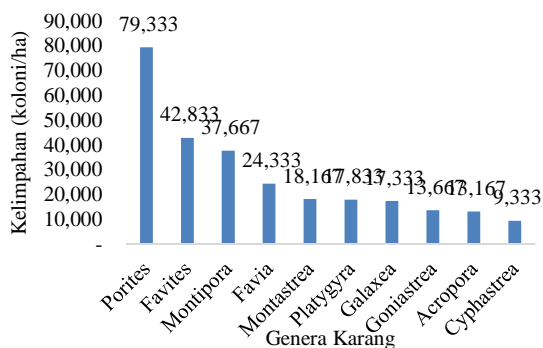
Tabel 1. Nilai kekayaan genera(S), indeks keanekaragaman (H'), index kemerataan (E) dan dominansi (D) di setiap lokasi

No	Lokasi	S	H'	E	C	N (koloni/ha)
1	Daiama 1	27	2,44	0,74	0,14	27.500
2	Daiama 2	30	2,80	0,82	0,09	49.833
3	Sotimori 1	25	2,40	0,74	0,14	52.333
4	Sotimori 2	21	2,37	0,78	0,13	23.833
5	Bolata	26	2,67	0,82	0,10	30.167
6	Teesabela	22	2,55	0,82	0,11	43.333
7	Ngodimeda	20	2,22	0,74	0,17	18.333
8	Onatali	19	2,37	0,80	0,13	25.500
9	Metina	13	2,05	0,80	0,16	17.167
10	Netenan	19	2,49	0,84	0,12	17.333
11	Oelua	13	2,19	0,85	0,14	9.833
12	Boni	26	2,60	0,80	0,11	27.167
Rerata		22	2,43	0,80	0,13	28.528

Rerata nilai indeks kemerataanya mencapai 0,80 di lokasi penelitian artinya bahwa kemerataan jenis dalam komunitas tersebut cukup tinggi (Krebs, 1989), dengan indeks dominansi masuk kategori Rendah (0,13) (Tabel 1). Berdasarkan hasil indeks yang ada maka bisa dikatakan bahwa kondisi struktur komunitas karang keras di Pulau Rote dalam kawasan TNP Laut Sawu dalam kondisi stabil dan tidak dalam kondisi tertekan. Kelimpahan marga karang keras yang ditemukan cukup bervariasi, dimana kelimpahan tertinggi adalah marga Porites dan terendah Physogyra. Kepadatan masing-masing marga tersebut adalah 0,7 dan 0,0001 koloni/m² (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 4. Sepuluh genera karang keras dengan kepadatan tertinggi



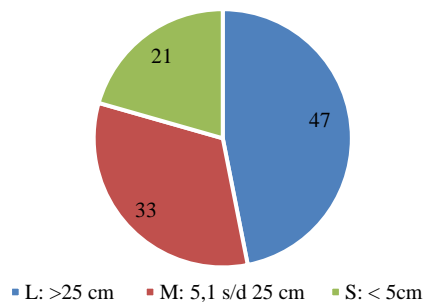
Gambar 3. Sepuluh genera karang keras dengan kelimpahan tertinggi

Rekrutmen karang keras

Keberlangsungan hidup karang tergantung dari keberhasilan rekrutmen dan penempelan juana karang, pengisian dan pembauran struktur karang. Proses rekrutmen karang secara alami yaitu melalui proses reproduksi secara seksual maupun aseksual (Timotius, 2003). Rekrutmen karang bisa ditingkatkan dengan cara membuat terumbu buatan yang dapat menjadi penempelan planula karang (Bachtiar dan Prayogo, 2010). Ukuran juana yang menjadi patokan adalah yang diameter panjangnya maksimal 5 cm atau kurang lebih karang tersebut berumur 3 tahun (Rogers *et al.*, 2003; Penin *et al.*, 2007).

Hasil penelitian ukuran koloni karang keras di Pulau Rote dominan ditemukan koloni

karang berukuran lebih dari 25 cm (~47%) dan antara 5,1 sampai 25 cm (~33%) yang terkadang membentuk hamparan koloni (biasanya koloni *Seriatopora* dan *Montipora*) dan bongkahan sub-masif besar (biasanya koloni *Porites*). Sementara, ~21% berukuran < 5 cm yang dikategorikan sebagai potensi rekrutmen anakan karang (Gambar 8). Karang-karang yang berukuran < 5 cm kebanyakan dari marga *Montipora*, *Porites*, *Favites* dan *Favia* mencapai 52% dari total rekrutmen di Pulau Rote. Keempat jenis ini merupakan marga dominan di perairan Pulau Rote.



Gambar 5. Proporsi genera karang keras berdasarkan ukuran

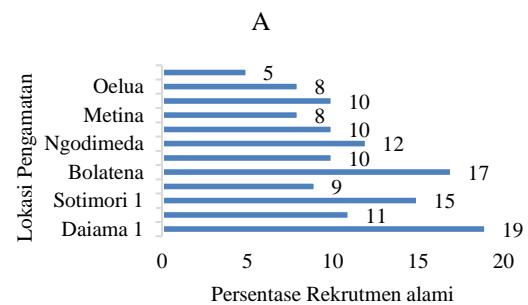
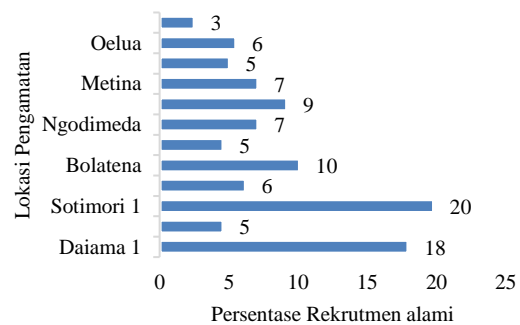
Potensi rekrutmen karang di habitat alami dalam kajian ini dinilai berdasarkan jumlah juana yang ditemukan (Van Moorsel, 1985; Golbuu *et al.*, 2007 dalam Bachtiar 2011), menurut Miller *et al.*, (2000) dan McClanahan *et al.*, (2005) dalam Bachtiar (2011) ukuran koloni 2 cm dan 5 cm., serta ukuran koloni 2-40 mm (Edmunds *et al.*, 2004 dalam Bachtiar 2011) dan ukuran koloni 0,5-5,0 cm masuk juana (Bachtiar, 2011). Proporsi angka ukuran koloni karang yang terkecil dengan yang terbesar cukup lebar, hal ini mengindikasikan bahwa komunitas terumbu karang di Pulau Rote memiliki potensi rekrutmen alami. Sebuah komunitas terumbu karang akan membentuk rekrutmen yang berkelanjutan, jika memiliki variasi ukuran koloni yang tinggi atau variasi komposisi antar ukuran koloninya cukup jauh (Bachtiar, 2011).

Proses rekrutmen pada terumbu karang dapat dikatakan berjalan jika ditemukannya ukuran koloni kecil (< 5cm) dalam jumlah yang relatif banyak, menandakan bahwa proses rekrutmen alami berjalan dengan baik. Sehingga untuk menjaga kondisi terumbu karang di Pulau Rote pihak pengelola kawasan setidaknya harus

mampu mengatasi tekanan lingkungan, agar pemulihan ekosistem secara alami berjalan dengan baik.

Sebaran lokasi rekrutmen karang keras

Sebaran rekrutmen karang dapat dilihat dari jumlah anakan karang yang ditemukan disetiap staisun pengamatan. Rekrutmen yang paling banyak ditemukan adalah di Daiama 1 sebanyak 19 genera (18% dari total rekrutmen), kemudian Bolatena sebanyak 17 genera (10% dari total rekrutmen) dan paling sedikit di Boni sebanyak 5 genera (3% dari total rekrutmen) (Gambar 6A dan 6B). Genera yang ditemukan di Boni sangat sedikit kemungkinan karena hanya jenis genera tersebut yang mampu tumbuh dilokasi tersebut.



Gambar 6. Proporsi rekrutmen genera karang keras berdasarkan jumlah jenis (A) dan persentase populasi (B) di setiap stasion

Kesimpulan

Struktur komunitas karang keras yang ditemukan dalam kondisi stabil, ada total 43 genera karang keras dan kekayaan jenis tertinggi di Daiama 2 sebanyak 30 genera, serta terendah di Oelua dan Metina masing-masing 13 genera. Genera karang keras dominan yang ditemukan adalah genera *Porites* dan potensi rekrutmen alami anakan karang keras mencapai 21 %.

Potensi pemulihan alami tertinggi terdapat di Sotimori 1 (stasiun 3) dan terendah di Boni (Stasiun 12). Secara umum kondisi struktur komunitas karang keras di lokasi pengamatan dalam kondisi stabil dengan potensi rekrutmen alami cukup baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian PPN/BAPPENAS, Indonesian Climate Change Trust Fund (ICCTF), dan Yayasan TERANGI selaku pemberi dukungan financial terhadap penelitian ini. Serta ucapan terimakasih kepada penyelenggara Seminar Nasional LAUTAN I dalam penyelenggaraan acara presentasi penelitian dan membantu publikasi.

Referensi

- Aktani, U. (2003). Fish Communities as related to substrate characteristics in the coral reefs in Kepulauan Seribu Marine National Park, Indonesia, five years after stopping blast fishing practices. *Disertasi*. University of Bremen. Germany.
- Andy A, Munasik, & Diah PW (2013). Kondisi Ekosistem Terumbu Karang Di Rote Timur, Kabupaten Rote Ndao, Taman Nasional Perairan Laut Sawu Menggunakan Metode Manta Tow. *Journal of Marine Research*, vol. 2, no. 3, pp. 211-219.
- Bachtiar, I. (2001). Reproduction of three scleractinian corals (*Acropora cytherea*, *A. nobilis* and *Hydnophora rigida*) in eastern Lombok Strait, Indonesia. *Indonesian Journal Marine Science* 21:18-27.
- Bachtiar, I. (2003). Reproduction of scleractinian corals: a review. Pusat Penelitian Pesisir dan Laut (P3L), Universitas Mataram. *Biota* 8(3):131-134.
- Bachtiar, I & Prayogo W. (2010). Coral recruitment on Reef Ball™ modules at the Benete Bay, Sumbawa Island, Indonesia. *J Coast Develop* 13(2):119-125.
- Birkeland, C. (ed). 1997. *Life and death of coral reefs*. Chapman & Hall, New York.
- Brock, K.E & J.H. Brock. (1977). A method for quantitatively assessing the infaunal community in coral rock. *Limnol Oceanogr* 22:948–951 hlm. DOI: <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.5.0948>
- Carpenter, K.E & Niem V (eds.). (1998). *The living marine resources of the Western Central Pacific Volume 1: Seaweeds, corals, bivalves and gastropods*. FAO, Rome: xiii + 686 hlm.
- Cornell, H., Karlson, R. Coral species richness: ecological versus biogeographical influences. *Coral Reefs* 19, 37–49 (2000). DOI: <https://doi.org/10.1007/s003380050224>.
- De Voogd, N.J. (2005). Indonesian Sponges. Biodiversity and mariculture potential. Phd thesis, University of Amsterdam, Amsterdam: 21-37.
- Debelius, H. (1996). *Nudibranchs and sea snails Indo-Pacific field guide*. IKAN – Unterwasserarchiv, Frankfurt: 321 hlm. ISBN 10: 3931702987 ISBN 13: 9783931702984
- English, S., Wilkinson, C & V. Baker. (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources (2nd edition)*. Australian Institute for Marine Science, Townsville. URL: <https://nla.gov.au/nla.cat-vn265350>
- Estradivari & Yusri, S. (2006). *Coral reefs of Seribu Islands, Western Indonesia. Makalah pada 1st Asia Pacific Coral Reefs Symposium*, Hongkong: 11 hlm.
- Fadilla & Idris. (2007). Perbandingan dua tahunan persentase penutupan karang di Kepulauan Seribu (2003, 2005 dan 2007). dalam. Estradivari, S. Yusri, M. Syahrir, & S. Timotius (eds.). 2007. *Terumbu Karang Jakarta: Pengamatan jangka panjang terumbu karang Kepulauan Seribu (2004-2005)*. Yayasan TERANGI, Jakarta: ix + 87 hlm.
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2022. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2022).
- González-Rivero M, Yakob L, Mumby PJ. (2011). The role of sponge competition on coral reef alternative steady states. *Ecol Model*. 222(11):1847-1853. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.03.020>
- Hill, J. and Wilkinson, C. (2004). *Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Version 1, 1-116.

- <https://www.cbd.int/doc/case-studies/tttc/ttc-00197-en.pdf>
- Idris & Muh. Syahrir. (2011). Kajian Berkala Struktur Komunitas Karang Keras di Perairan Kepulauan Seribu. dalam Setyawan E., S. Yusri, & S. Timotius (ed.). 2011. Terumbu Karang Jakarta: Pengamatan Jangka Panjang Terumbu Karang Kepulauan Seribu (2005-2009). Yayasan TERANGI. Jakarta. vi+102 hlm.
- Loeb, S.L & Spacie, A (eds.). (1974). *Biological monitoring of aquatic systems*. Lewis Publisher. London.
- Ludwig, J. A & Reynolds, J. F. (1998). *Statistical ecology: a primer methods and computing*. John Wiley & Sons, New York: xviii + 337 hlm. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/61827>
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Press, Princeton: x + 179 hlm. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Marshall, P & Schuttenberg, H. (2006). *A Reef Manager's guide to coral bleaching*. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville: x+163 hlm. <https://hdl.handle.net/11017/399>
- Marshall, P.A & Baird, A. H. (2000). Bleaching of corals on the Great Barrier Reef: differential susceptibilities among taxa. *Coral reefs* 19, 155–163. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003380000086>
- Michael, P. (1995). Metode ekologi untuk penyelidikan lapang dan Laboratorium. Terj. dari. *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigations*. oleh: Koestoer, Y.R. UI-Press, Jakarta: xv + 617 hlm
- Nakamura, T., Yamasaki, H & Van Woesik, R. (2003). Water flow facilitates recovery from bleaching in the coral *Stylophora pistillata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 256:287–291 hlm. DOI: 10.3354/meps256287
- Nanami, A., Nishihira, M., Suzuki, T & Yokochi, H. (2005). Species-specific habitat distribution of coral reef fish assemblages in relation to habitat characteristics in an Okinawan coral reef. *Environmental Biology of Fishes*, 72: 55–65. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10641-004-4188-3>
- Obura, D.O., & Grimsditch, G.D. (2009). Resilience assessment of coral reefs: Rapid assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress.
- Odum, E.P. (1985). Trends expected in stressed ecosystems. *Bioscience* 35: 419-422 hlm. DOI: <https://doi.org/10.2307/1310021>
- Poutiers, J.M. (1998). Bivalves (Acephala, Lamellibranchia, Pelecypoda). dalam. Carpenter, K.E. & V. Niem (eds.). 1998. *The living marine resources of the Western Central Pacific Volume 1: Seaweeds, corals, bivalves and gastropods*. FAO, Rome: xiii + 686 hlm.
- Razak, T. (2006). Hard coral & Reef Fish Community on The EcoReefs rehabilitation site, Manado Tua Island, Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. A monitoring Report, Indonesia: 35 hlm. (tidak dipublikasikan).
- Sprung, J. (2001). *Invertebrates: A Quick Reference Guide*. Ricordea Publishing. Miami: 240 hlm.
- Suchanek, T.H. & Green, D. (1982). Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Corix Reefs, US Virgin Island. *Dalam: Proceeding of The Fourth International Coral Reef Symposium Vol 2*: 679-684.
- Sukarno, M., Hutomo, M., Moosa, K & Darsono, P. (1981). Terumbu Karang di Indonesia: Sumberdaya, Permasalahan dan Pengelolaannya. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. LON – LIPI. Jakarta
- TM Gosliner, DW Behrens, and GC Williams. 1996). *Coral reef animals of the Indo-Pacific. Animal life from Africa to Hawai'i exclusive of the vertebrates: SEA CHALLENGERS*, MONTEREY, CA (USA), 314 pp
- Tomascik, T., Mah A. J., Nontji, A & Moosa, M. K. (1997). *The Ecology of Indonesian Seas*. Perplus Editions, 1387 p.
- Van Soest, R.W.M. (1990). Shallow-water reef sponges of eastern Indonesia. *Dalam: Rutzler, K. (ed.).1990. New perspectives in sponge biology*. Smithsonian Inst. Press, Washington: 302-308 hlm.

- Veron, J. E. N. (2000). *Corals of Australia and Indo-Pacific*. Angus & Robertson Publishers, Australia.
- Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S & West, J.M. (2000). *Pengelolaan terumbu karang yang telah memutih dan rusak kritis*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Yusri, S. & Estradivari. (2007). Distribusi infeksi penyakit *White Syndromes* dan karang memutih (*coral bleaching*) pada komunitas karang keras di Pulau Petondan Timur, Kepulauan Seribu. *Berita Biologi* 8(4): 223 – 229. DOI: <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v8i4.2112>
- Yusri, S & Timotius, S. (2007). Struktur komunitas makrobentos non-karang di Kepulauan Seribu. *dalam*. Estradivari, S. Yusri, M. Syahrir, & S. Timotius (eds.). 2007. *Terumbu Karang Jakarta: Pengamatan jangka panjang terumbu karang Kepulauan Seribu (2004-2005)*. Yayasan TERANGI, Jakarta: ix + 87 hlm.