

**KORELASI KONDISI TERUMBU KARANG DAN INDIKATOR
KELIMPAHAN IKAN KARANG DI PERAIRAN MANDRAJAYA,
GEOPARK CILETUH, JAWA BARAT**

*(Condition Correlation of Coral Reef and Abundance of Indicators Reef Fish in
Mandrajaya Water Ciletuh Geopark West Java)*

¹⁾ Azka Bani Nugraha, ²⁾ Indah Riyantini, ²⁾ Sunarto, ^{2*)} M. Rudyansyah Ismail

¹⁾ Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK, Jatinangor UBR 20600,
Universitas Padjadjaran, Indonesia

²⁾ Departemen Kelautan, FPIK, Jatinangor UBR 20600,
Universitas Padjadjaran, Indonesia

^{*)} Korespondensi: m.rudyansyah@unpad.ac.id

Diterima: 20 Maret 2019 / Disetujui: 28 Mei 2019

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang berperan sebagai tempat mencari makan dan tempat pembibitan untuk indikator ikan karang. Ekosistem terumbu karang dalam beberapa tahun terakhir telah mengalami penurunan fungsi, secara global wilayah terumbu karang telah mengalami kehilangan sebesar 11%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kondisi kehidupan terumbu karang dengan kelimpahan ikan indikator terumbu. Penelitian ini dilakukan di perairan Mandrajaya (Ciletuh Geopark) dengan 5 stasiun. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Line Intercept Transect (LIT)* dan *Underwater Visual Census (UVC)*. Data yang diamati adalah persentase karang hidup dan karang mati, serta jumlah ikan indikator yang ditemukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persentase karang hidup adalah 51,17% didominasi oleh kategori CF (Coral Foliose), nilai ini menunjukkan bahwa kondisi tutupan karang hidup termasuk dalam kategori baik. Indeks Kematian yang diperoleh bernilai 0,43 (rendah), nilai ini diperoleh dari rasio karang hidup dan karang mati. Jumlah total ikan indikator terumbu adalah 31 individu/ 1750m² dari empat spesies, didominasi oleh *Chaetodon octofasciatus* (12 individu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa korelasi antara tutupan karang hidup dengan kelimpahan ikan indikator terumbu adalah positif dan memiliki hubungan yang cukup pada kedua variabel ($r = 0,58$) dengan koefisien determinasi 48%.

Kata kunci: ikan terumbu karang, karang hidup, metode LIT dan metode UVC

ABSTRACT

The coral reef ecosystem has role as feeding and nursery ground for indicator reef fishes. Coral reef ecosystems in recent years has decline in function, globally the area of coral reefs has decline about 11%. This study aims to analyze the correlation between the condition of life coral reef with the

*abundance of indicators reef fish. This research was conducted in the waters of Mandrajaya (Ciletuh Geopark) with 5 stations. The method used in this research is Line Intercept Transect (LIT) and Underwater Visual Census (UVC). Data observed were the percentage of live coral and dead coral, as well as the number of indicator reef fish found. Results show that the percentage value of life coral is 51.17% dominated by the CF (Coral Foliose) category, this value shows that the condition of living coral cover is included in the good category. The obtained Mortality Index is worth 0.43 (low), this value is obtained from the ratio of life coral and dead coral. A total number of indicators reef fish is 31 individuals / 1750m² from four species, dominated by *Chaetodon octofasciatus* (12 individuals). Correlation between life coral cover and abundance of indicators reef fish was positive and had a sufficient relationship on both variables ($r = 0.58$) with a determinant coefficient of 48%.*

Keywords: coral reef fish, life corals, LIT methods and UVC methods

PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang dalam beberapa tahun terakhir telah mengalami penurunan fungsi, secara global wilayah terumbu karang telah mengalami kehilangan sebesar 11% (Wilkinson *et al.* 2006). Sedangkan terumbu karang di perairan Indonesia termasuk dalam kondisi sangat baik 6,39%, kondisi baik 23,40%, kondisi memadai 35,06% dan kondisi buruk 35,15% (Giyanto *et al.* 2010). Kerusakan pada area tersebut dapat disebabkan oleh penambangan batu bara, peralatan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, masuknya limbah ke perairan laut, adanya sedimentasi, dan eksploitasi yang berlebihan (Elias 2018). Kerusakan terumbu karang akan berdampak pada biota laut, salah satu organisme laut yang terkena dampak adalah ikan indikator terumbu.

Ekosistem terumbu karang berperan sebagai tempat mencari makan dan tempat pembibitan untuk indikator ikan karang. Oleh karena itu, umumnya, ikan karang hidup di terumbu karang, hidup berkelompok atau berpasangan. Indikator distribusi ikan karang sangat berkorelasi signifikan dengan pola distribusi ekosistem terumbu karang yang tersebar di perairan dangkal dengan iklim tropis. Menempatkan indikator ikan karang sebagai indikator kondisi terumbu karang karena karakteristik dasar ikan karang bergantung pada sumber makanan, yaitu polip karang (Allen dan Adrim 2003; Reese 1997).

Studi utama yang dilakukan adalah untuk melihat efek tutupan karang hidup terhadap populasi ikan karang. Banyak peneliti menemukan bahwa tutupan karang hidup memiliki pengaruh positif terhadap keanekaragaman spesies dan kelimpahan individu ikan karang (Reese 1997; Roberts *et al.* 2017; Yanovski dan Abelson 2019). Ada tiga bentuk umum interaksi antara ikan karang dan terumbu karang. Yang pertama adalah interaksi langsung sebagai perlindungan dari predator. Kedua, itu sebagai tempat mencari makanan, antara ikan karang atau organisme lain yang hidup di ekosistem karang. Ketiga, yaitu interaksi tidak langsung karena perbedaan dalam struktur karang, kondisi hidrologi, dan sedimen (Sale, 2004).

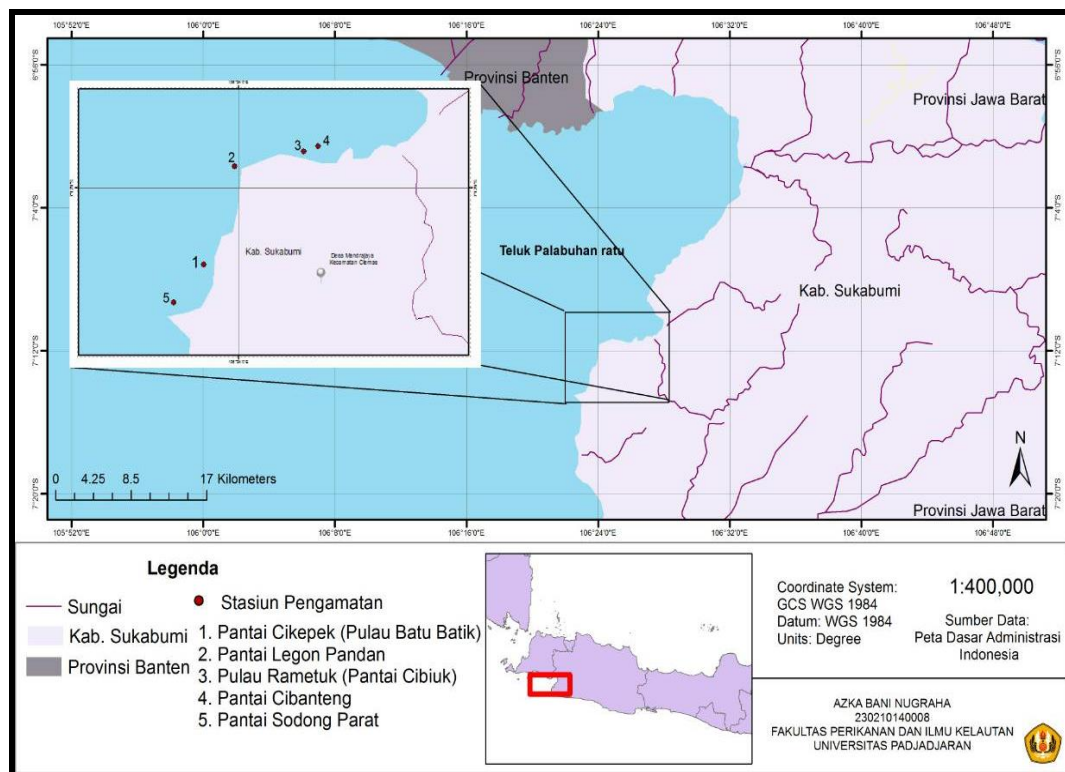
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah set SCUBA, kamera bawah air, bingkai, kertas tahan air, perahu motor, GPS, alat tulis, refraktometer, termometer, jembatan apung, roll meter, dan disk Secchi.

Pengambilan data oseanografi diukur termasuk suhu, salinitas, pH, kecerahan, dan kecepatan arus. Pengumpulan data kualitas air pertama kali dilakukan sebelum aktivitas manusia. Pengamatan ikan karang dilakukan dengan menggunakan metode Underwater Visual Census (UVC) dengan panjang transek 70 m. Ikan indikator terumbu yang diamati berdasarkan satu famili yang telah ditentukan yaitu ikan dari famili Chaetodontidae (Giyanto *et al.* 2010; Kulbicki 1999; McNamara *et al.* 2014).

Data tentang kondisi terumbu karang diambil dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dengan panjang transek 100 meter membentang di dasar laut mengikuti garis kontur kedalaman (Facon *et al.* 2016). Setiap bentangan gulungan meter dibagi menjadi empat bagian, masing-masing sepanjang 20 m. Jarak antara ujung dan awal bagian berikutnya adalah 5 m, jarak ini berfungsi sebagai zona penyangga.

Pengumpulan data karang dan ikan dilakukan pada kedalaman 4 - 8 meter, diamati dari satu kedalaman. Stasiun pengamatan ditentukan berdasarkan lokasi pantai yang sering dikunjungi dan dilakukan kegiatan snorkeling dan scuba diving. Total terdapat 5 stasiun yang terletak di Pantai Cikepek, Pantai Legon Pandan, Pulau Rametuk, Pantai Cibanteng dan Pantai Sodong Parat.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data kelimpahan ikan dan tutupan karang diolah menggunakan Excel 2013, sehingga kelimpahan setiap ikan dan persentase tutupan karang di setiap stasiun dapat diketahui. Indeks kematian karang dapat diketahui setelah mendapatkan data tutupan karang hidup dan tutupan karang mati. Analisis statistik (korelasi, regresi, dan determinan) dilakukan menggunakan Excel 2013 dengan variabel karang hidup dan kelimpahan ikan indikator terumbu di setiap stasiun (Lam *et al.* 2006). Kriteria kelimpahan ikan karang disajikan pada Tabel 1 dan Kriteria kondisi terumbu karang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria kelimpahan ikan karang (Manuputty dan Djuwariah 2009)

Jumlah Total	Kriteria
< 70 Individu	Sedikit
70 – 140 individu	Sedang
> 70 individu	Melimpah

Tabel 2. Kriteria penilaian untuk kondisi kehidupan terumbu karang (Gomez *et al.* 1994)

Kondisi Terumbu Karang	Kriteria
0 - 24,9%	Rusak
25 – 49,9%	Sedang
50 – 74,9%	Baik
75 – 100%	Sangat Baik

Indeks kematian memiliki kisaran 0-1. Kondisi terumbu karang dikatakan memiliki rasio kematian terumbu karang yang kecil atau tingkat kesehatan karang yang tinggi jika indeks mortalitasnya mendekati 0. Sebaliknya, kondisi terumbu karang dikatakan memiliki rasio mortalitas yang tinggi atau kondisi kesehatan yang rendah jika kematian pendekatan 1.

Kekuatan hubungan antara nilai x dan y dapat dilihat dari koefisien (r) yang berkisar antara (-1) hingga (+1). Semakin dekat ke 1 atau -1, semakin kuat hubungan antara kedua variabel ini. Sebaliknya, jika nilainya mendekati 0, hubungan antara kedua variabel menjadi lebih lemah. Nilai positif menunjukkan hubungan antara (x dan y), sedangkan nilai negatif menunjukkan hubungan terbaik (x naik dan y turun). Koefisien determinasi berkisar dari 0-100%. Hubungan antara kedua variabel dikatakan lebih kuat jika nilai Koefisien Determinasi (KD) mendekati 100% (Walker 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan di 5 stasiun perairan Desa Mandrajaya, terdapat berbagai spesies ikan indikator yang ditemukan dengan jumlah total 31 individu. Berdasarkan kriteria kelimpahan ikan, jumlah ini masuk dalam kategori kecil (Manuputty dan Djuwariah, 2009). Ikan indikator terumbu yang paling banyak ditemukan di stasiun 5 sebanyak 14 individu, sedangkan yang paling sedikit ditemukan di stasiun 2 dan stasiun 3. Hasil pengamatan ikan indikator terumbu disajikan pada Tabel 3.

Semua spesies ikan indikator yang ditemukan termasuk dalam keluarga Chaetodontidae, berdasarkan jenis makanannya Chaetodontidae dibagi menjadi dua yaitu *Obligate Corallivores/ OC* (tergantung pada terumbu karang) dan *Facultative Corallivores/ FC* (tidak terlalu tergantung pada terumbu karang) (Hermosillo-Núñez *et al.* 2018). Chaetodontidae kelompok OC yaitu *Chaetodon kelinii*, sedangkan yang termasuk dalam FC adalah *C. trifasciatus*. Jenis *C. octofasciatus* cenderung merupakan pemakan karang keras.

Ikan terumbu indikator yang paling umum ditemukan, yaitu dari spesies *C. octofasciatus* (total 12 individu), kemudian *Coradion chrysozonus* (total 8 individu). Sedangkan yang paling sedikit ditemukan pada spesies *C. kelinii* (total 5 individu). Kondisi perairan yang didominasi oleh ikan *C. octofasciatus* merupakan indikasi kondisi terumbu karang telah berubah (Mudjirahayu *et al.* 2017).

Tabel 3. Indikator spesies ikan yang ditemukan di setiap stasiun.

Spesies	stasiun 1	stasiun 2	stasiun 3	stasiun 4	stasiun 5	total
<i>Chaetodon octofasciatus</i>	3	0	0	3	6	12
<i>Chaetodon kelinii</i>	0	0	3	0	2	5
<i>Chaetodon guttatissimus</i>	0	2	0	1	3	6
<i>Chaetodon trifasciatus</i>	2	1	0	2	3	8
total	5	3	3	6	14	31

Jenis ikan *C. octofasciatus* yang melimpah memperkuat bahwa telah ada kegiatan pengambilan ikan karang yang dilakukan dengan cara yang tidak ramah lingkungan sehingga terjadi degradasi terumbu karang. Ikan *C. octofasciatus* lebih sering ditemukan di karang dari Genus *Acropora* sebagai tempat tinggal, reproduksi dan makan (Wibowo *et al.* 2015). Menurut Madduppa *et al.* (2014), karang dari ordo Acroporidae memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan karang dari ordo lain, seperti Fungidae dan Porites.

Selain itu, diketahui bahwa ikan indikator yang melimpah adalah 31 individu. Nilai ini jika dikategorikan menurut Manuputty dan Djuwariah (2009) termasuk dalam kategori sedikit, hal ini karena seringnya terjadi degradasi karang yang disebabkan oleh pembuangan limbah padat termasuk plastik yang mengandung zat berbahaya (Lamb *et al.* 2018). Sampah plastik selain bisa membungkus terumbu karang juga mengurangi penetrasi sinar matahari yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup (Ditlev 1980; Sukarno 1995).

Kondisi Terumbu Karang di perairan Desa Mandrajaya terdiri dari karang hidup dan karang mati. Tutupan karang hidup berkisar antara 8-82%, hal ini menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang dalam kategori baik, sedangkan persentase tutupan terumbu karang mati berkisar 4-86%.

Meskipun dalam kategori baik, masih ada polusi di lokasi yang menyebar di perairan Geopark Ciletuh. Polusi di Ekosistem terumbu karang berasal dari kegiatan penambangan di daerah hulu, ini menyebabkan kerusakan pada kelangsungan hidup terumbu karang (Ferrigno *et al.* 2016; Shidqi *et al.* 2018).

Limbah industri yang tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dibuang ke saluran pembuangan sangat merusak ekosistem perairan. Pada tahun 2010, ada penangkapan ikan dengan bahan peledak, bahan beracun, dan berbagai jenis alat tangkap yang dapat merusak dan membahayakan koloni karang.

Indeks keanekaragaman karang di perairan Kecamatan Mandrajaya bernilai 1,35. Nilai ini termasuk kategori sedang (Corbera *et al.* 2019). Ini menunjukkan bahwa ada faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan komunitas, salah satunya jarang ditemukan di karang lunak di perairan ini. Selain itu, nilai Indeks Keceragaman di perairan Teluk Mandrajaya adalah 0,59, termasuk dalam kategori merata (Magurran 1998; Lam *et al.* 2006).

Hasil rata-rata indeks kematian yang diperoleh dari 5 stasiun adalah 0,41 yang menunjukkan bahwa tingkat kematian terumbu karang di perairan Mandrajaya Geopark Ciletuh cukup rendah dan rasio kesehatan karang cukup tinggi. Meski begitu, gangguan atau tekanan pada ekosistem ini pasti ada baik aktivitas alami maupun manusia. Misalnya wisatawan yang tidak bersahabat dengan kelangsungan hidup terumbu karang, ini terbukti dari banyaknya wisatawan yang menginjak terumbu karang saat snorkeling atau menyelam. Tentu saja kegiatan ini dapat memecah koloni karang. Hasil disajikan pada Tabel 4.

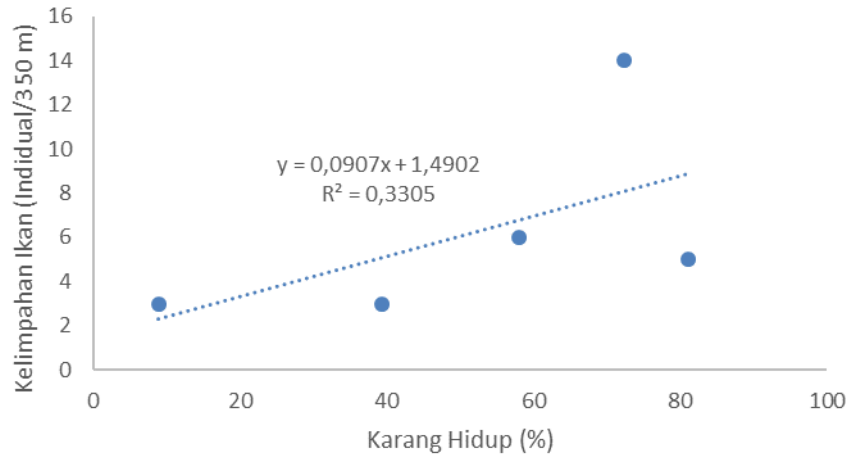
Tabel 4. Hasil Karang Hidup dan Karang Mati

Lokasi	Karang hidup (%)	Karang Mati (%)	Indeks kematian karang
Stasiun 1	81,12	14,24	0,15
Stasiun 2	8,82	85,38	0,91
Stasiun 3	39,24	54,9	0,58
Stasiun 4	58,12	29,96	0,34
Stasiun 5	72,38	4,8	0,06
Total	51,94	37,86	2,04

Korelasi kondisi karang hidup dengan ikan indikator yang melimpah dihitung menggunakan analisis korelasi sederhana. Dari hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa ada hubungan positif antara tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan indikator. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh adalah $r = 0,58$ dan dapat dikatakan memiliki hubungan yang cukup dan positif. Analisis dilanjutkan dengan melihat koefisien determinasi, nilai koefisien determinan yang diperoleh adalah 33% atau 0,33 yang termasuk dalam kategori rendah. Ini menunjukkan bahwa pengaruh tutupan karang hidup terhadap kelimpahan ikan indikator terumbu adalah 48%, sedangkan sisanya (52%) dipengaruhi oleh faktor lain di luar variabel yang diuji. Faktor ini berasal dari ketersediaan makanan atau aktivitas manusia. Nilai koefisien determinasi ini terkait dengan koefisien korelasi karang dengan masing-masing famili karang. Jadi jika nilai korelasi kecil, maka nilai koefisien determinasi juga akan kecil.

Berdasarkan nilai variabel yang telah diperoleh (Gambar 2), model hubungan antara kondisi terumbu karang dan kelimpahan indikator ikan karang menggunakan analisis regresi linier sederhana. Variabel independen atau x yang digunakan adalah tutupan karang hidup, sedangkan variabel dependen atau y adalah kelimpahan ikan indikator terumbu. Dari hasil perhitungan regresi linier, nilai persamaan regresi adalah $y = 0,0907x + 1,4902$. Teori secara umum menyatakan bahwa nilai tutupan karang yang tinggi akan

mempengaruhi jumlah ikan indikator yang melimpah salah satunya Chaetodontidae. Berdasarkan grafik regresi linier (Gambar 2), dapat dilihat bahwa arahnya memuncak ke atas (arah positif). Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tutupan karang hidup, semakin besar kelimpahan indikator ikan karang. Indikator ikan karang yang ditemukan di perairan Mandrajaya adalah Chaetodontidae sebanyak 31 individu.



Gambar 2. Grafik Regresi Linier antara Persentase Tutupan Karang dan Indikator Ikan

Berdasarkan model persamaan korelasi yang diperoleh, dapat diprediksi bahwa untuk setiap peningkatan tutupan karang, jumlah ikan karang target di daerah tersebut meningkat. Jika tutupan karang hidup (x) dinaikkan ke kondisi sangat baik (90%), maka hasil karang target (y) diperkirakan 9 individu, dan dalam kondisi baik (60%) 6 individu. Dengan demikian dapat dibuktikan bahwa semakin tinggi tutupan karang, semakin banyak ikan karang target akan ditemukan.

KESIMPULAN

Ada korelasi yang cukup kuat dan positif antara tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan karang target, dengan nilai determinasi 33%. Dapat diprediksi bahwa untuk setiap peningkatan tutupan karang, jumlah ikan target karang di daerah tersebut meningkat. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tutupan karang, semakin banyak ikan indikator terumbu.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen GR dan Adrim M. 2003. Coral Reef Fishes of Indonesia. Zoological Studies. 42(1):1-72.
- Corbera G, Lo Iacono C, Gràcia E, Grinyó J, Pierdomenico M, Huvenne VAI, Aguilar R, Gili JM. 2019. Ecological Characterisation of a Mediterranean Cold-Water Coral Reef: Cabliers Coral Mound Province (Alboran Sea, western Mediterranean). Progress in Oceanography. 175:245–262. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.04.010>

- Ditlev H. 1980. *A Field Guide to the Reef – Building Corals of the Indo-Pacific*. Rotterdam: Dr Bakhuis Publisher. 291 pp.
- Elias SA. 2018. Loss of Coral Reefs. Dalam: Dellasala DA dan Goldstein MI (editor). *Encyclopedia of the Anthropocene*. Oxford: Elsevier. 245–258. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809665-9.09917-1>.
- Facon M, Pinault M, Obura D, Pioch S, Pothin K, Bigot L, Garnier R, Quod JP. 2016. A Comparative Study of the Accuracy and Effectiveness of Line and Point Intercept Transect Methods for Coral Reef Monitoring in the Southwestern Indian Ocean Islands. *Ecological Indicators*. 60:1045–1055. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.005>.
- Ferrigno F, Bianchi CN, Lasagna R, Morri C, Russo GF, Sandulli R. 2016. Corals in High Diversity Reefs Resist Human Impact. *Ecological Indicators*. 70:106–113. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.050>.
- Giyanto, Iskandar BH, Soedarma D. 2010. Efisiensi dan Akurasi Pada Proses Analisis Foto Bawah Air Untuk Menilai Kondisi Terumbu Karang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(1):111-130.
- Gomez ED, Aliño PM, Yap HT, Licuanan WY. 1994. A Review of The Status of Philippine Reefs. *Marine Pollution Bulletin*. 29:62–68. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(94\)90427-8](https://doi.org/10.1016/0025-326X(94)90427-8).
- Hermosillo-Núñez BB, Ortiz M, Rodríguez-Zaragoza FA, Cupul-Magaña AL. 2018. Trophic Network Properties of Coral Ecosystems in Three Marine Protected Areas Along the Mexican Pacific Coast: Assessment of Systemic Structure and Health. *Ecological Complexity*. 36:73-85. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2018.06.005>.
- Kulbicki M. 1999. Comparison of Density Estimates Derived from Strip Transect and Distance Sampling for Underwater Visual Censuses: A Case Study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. *Aquatic Living Resources*. 12:315-325. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(99\)00116-3](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(99)00116-3).
- Lam K, Shin PKS, Bradbeer R, Randall D, Ku KKK, Hodgson P, Cheung SG. 2006. A Comparison of Video and Point Intercept Transect Methods for Monitoring Subtropical Coral Communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 333:115-128. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.009>.
- Lamb JB, Willis BL, Fiorenza EA, Couch CS, Howard R, Rader DN, True JD, Kelly LA, Ahmad A, Jompa J, Harvell CD. 2018. Plastic Waste Associated with Disease on Coral Reefs. *Science*. 359:460-462.
- Madduppa H, von Juterzenka K, Syakir M, Kochzius M. 2014. Socio-Economy of Marine Ornamental Fishery and Its Impact on The Population Structure of The Clown Anemonefish *Amphiprion ocellaris* and Its Host Anemones in Spermonde Archipelago, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*. 100:41-50. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.07.013>.
- Manuputty AEW dan Djuwariah, 2009. *Point Intercept Transect (PIT) untuk Masyarakat*. Jakarta: CRITC-COREMAP II.
- Magurran AE. 1998. *Ecological Diversity and Measurement*. London: CromHelm Limited.

- McNamara MKA, Miller TL, Cribb TH. 2014. Evidence for Extensive Cryptic Speciation In Trematodes of Butterflyfishes (Chaetodontidae) of The Tropical Indo-West Pacific. *International Journal for Parasitology*. 44:37-48. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.09.005>.
- Mudjirahayu, Bawole R, Rembet UNWJ, Ananta AS, Runtuboi F, Sala R. 2017. Growth, Mortality and Exploitation Rate of *Plectropomus maculatus* and *P. oligocanthus* (Groupers, Serranidae) on Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. 43:213-218. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2017.09.002>.
- Reese ES. 1997. Coevolution of Corals and Coral Feeding Fishes of the Family Chaetodontidae. Dalam: *Proceeding Third International Coral Reef Symposium*. University of Miami, Miami, Florida USA.
- Roberts M, Hanley N, Williams S, Cresswell W. 2017. Terrestrial Degradation Impacts on Coral Reef Health: Evidence from the Caribbean. *Ocean & Coastal Management*. 149:52-68. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.09.005>.
- Sale PF. 2004. Connectivity, Recruitment Variation, and The Structure of Reef Fish Communities. *Integrative and Comparative Biology*. 44:390-399. <https://doi.org/10.1093/icb/44.5.390>.
- Shidqi RA, Pamuji B, Sulistianoro T, Risza M, Faozi AN, Muhammad AN, Muharam MR, Putri ED, Hartini R, Valentina B, Fakhri RZ, Putra GG, Kurniawan R, Pratomo A, Syakti AD. 2018. Coral Health Monitoring at Melinjo Island and Saktu Island: Influence from Jakarta Bay. *Regional Studies in Marine Science*. 18:237-242. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.02.004>.
- Sukarno R. 1993. *Karang indonesia; Sumberdaya Permasalahan dan Pengelolaannya*. Jakarta: Pusat Penelitian Potensi Sumberdaya alam Indonesia. LON-LIPI.
- Walker B. 2002. Fish Assemblages Associated with Artificial Reefs of Concrete Aggregates or Quarry Stone Offshore Miami Beach, Florida, USA. *Aquatic Living Resources*. 15:95-105. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(02\)01154-3](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(02)01154-3).
- Wibowo K, Adrim M, Makatipu PC. 2015. Community Structure of Chaetodontidae in The West Of Banda Sea. *Mar. Res. Indonesia*. 38(1):1-8. <https://doi.org/10.14203/mri.v38i1.51>.
- Wilkinson C, Caillaud A, DeVantier L, South R. 2006. Strategies to Reverse The Decline in Valuable and Diverse Coral Reefs, Mangroves and Fisheries: The bottom of the J-Curve in Southeast Asia. *Ocean & Coastal Management*. 49:764-778. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.06.014>.
- Yanovski R and Abelson A. 2019. Structural Complexity Enhancement as a Potential Coral-Reef Restoration Tool. *Ecological Engineering*. 132:87-93. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.04.007>.