

Kesesuaian kondisi oseanografi dalam mendukung ekosistem terumbu karang di pantai Mengiat, Nusa Dua Bali

Muhammad Hafidh Soni Rajabson ^{1*}, Rima Rachmayani ¹, dan Putu Natalia Sarasvati ²

¹ Oseanografi Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung; Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132, Jawa Barat, Indonesia.

² Nusa Dua Reef Foundation; Kawasan ITDC, Nusadua, Bali, Indonesia.

* Korespondensi: mhafidh@gmail.com; Tel.: +62 858-6224-1218

Tanggal Diterima: 11 Mei 2023

Tanggal Revisi: 29 Juli 2023

Tanggal Terbit: 29 Juli 2023

Cite This Article:

Rajabson, M. H. S., Rachmayani, R., & Sarasvati, P. N. (2023). Kesesuaian kondisi oseanografi dalam mendukung ekosistem terumbu karang di pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Character and Environment*, 1(1), 12-18. <https://doi.org/10.61511/aes.v1i1.2023.60>



Copyright: © 2023 by the authors.

Submitted for possible open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

Coral is one of the biota that is highly sensitive to changes in the quality of seawater, especially Sea Surface Temperature (SST). Parameters of seawater quality, including temperature, salinity, pH, and Dissolved Oxygen (DO), play a crucial role in supporting marine life. Water quality conditions that exceed the tolerable threshold for corals are believed to hinder their growth rate and resilience processes. This research aims to understand the oceanographic conditions and their suitability in supporting coral reef ecosystems in Nusa Dua Waters. In-situ water quality measurements were conducted on July 14, 2022, in Sector 5, Coral Garden, and BTN, which are areas with coral reef ecosystems. The research results show that the distribution of SST ranges from 27.5 to 28.1°C, salinity ranges from 30 PSU, pH ranges from 8.01 to 8.18 units, DO ranges from 7.2 to 7.4 mg/L, and visibility ranges from 1.75 to 1.82 m. These conditions indicate that the water quality is still within the standard limits for seawater quality, especially for coral reefs, as defined by the Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia, except for salinity and temperature parameters, which are below the minimum threshold.

Keywords: coral reefs; Mengiat beach; oceanography; seawater quality standards

Abstrak

Karang merupakan salah satu biota yang sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air laut, khususnya Suhu Permukaan Laut (SPL). Parameter kualitas air laut meliputi suhu, salinitas, pH, dan Dissolved Oxygen (DO) memiliki peran yang penting bagi biota laut. Kondisi kualitas air yang melebihi ambang batas yang dapat ditolerir oleh karang, diduga dapat menghambat laju pertumbuhan maupun proses resiliensinya. Penelitian ini bertujuan untuk memahami kondisi oseanografi dan kesesuaiannya dalam mendukung ekosistem terumbu karang di Perairan Nusa Dua. Pengukuran kualitas air secara in situ dilakukan pada 14 Juli 2022 di Sektor 5, Coral Garden, dan BTN yang merupakan area ekosistem terumbu karang. Hasil penelitian menunjukkan, nilai sebaran SPL berkisar antara 27.5-28,1°C, salinitas berkisar 30 PSU; pH berkisar 8,01 - 8,18 satuan; DO berkisar 7.2 - 7,4 mg/L; kecerahan berkisar 1.75 - 1.82 m. Kondisi tersebut menunjukkan kualitas air masih sesuai dengan baku mutu air laut khususnya bagi karang, sesuai yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, kecuali untuk parameter salinitas dan suhu yang berada di bawah ambang batas minimum.

Kata kunci: oseanografi; terumbu karang; pantai mengiat; baku mutu air laut

1. Pendahuluan

Mahasiswa memiliki tujuan untuk belajar serta bekerja dengan harapan dapat membawa perubahan kebaikan yang telah dipelajari di perguruan tinggi untuk mengambil langkah tertentu. Proses merealisasikan mimpi setiap mahasiswa perlu langkah awal sebagai inisiasi, kerja praktik merupakan salah satu langkah awal setiap mahasiswa untuk dapat belajar serta bekerja secara profesional sebelum melakukan pekerjaan sesungguhnya pada bidang tertentu. Mata kuliah Kerja Praktik disediakan oleh Program Studi Oseanografi ITB sebagai dukungan untuk para mahasiswa program studi ini dalam menunjang kesiapan kerja setelah kelulusan. Dengan adanya Kerja Praktik ini membuat mahasiswa dapat belajar menyampaikan ide, pengalaman dan pengetahuan tentang seluk beluk dunia kerja. Keterlibatan mahasiswa terhadap instansi kerja praktik memiliki andil paling penting dalam belajar bertanggung jawab pada hasil analisis.

Terumbu karang merupakan salah satu biota laut yang sensitif terhadap perubahan kualitas air laut. Diduga perubahan kualitas air laut merupakan salah satu faktor yang dapat mengganggu pertumbuhan maupun proses resiliensi karang (Obura & Grimsditch, 2009). Adapun parameter-parameter kualitas air tersebut meliputi suhu, salinitas, pH, DO, arus laut, gelombang, dan pasang surut. Beberapa studi yang telah dilakukan menyatakan bahwa kenaikan suhu permukaan laut sebesar 1 - 2°C di atas nilai rata-ratanya dan bertahan dalam periode waktu tertentu dapat menghambat pertumbuhan karang (Cahyarini, 2011; Cantin dkk., 2010; Cooper et al., 2008; Purnamasari, 2009) dan menyebabkan pemutihan karang (Hoegh Guldberg, 1999; Wouthuyzen dkk., 2015; 2018).

Faktor lainnya seperti penurunan salinitas air laut akibat adanya run-off dari sungai diduga juga dapat menghambat pertumbuhan karang (Grove dkk., 2010), menyebabkan peningkatan nutrisi dan sedimen yang kemudian memicu terjadinya penyakit karang, ledakan populasi alga, dan keruhnya air laut sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari dalam air laut (Greet Barrier Reef Marine Park Authority, 2017; Roberts & Harriott, 2003). Proses pengasaman air laut atau penurunan pH air laut juga merupakan salah satu ancaman bagi karang karena dampaknya yaitu mereduksi kemampuan karang untuk membentuk rangkanya (Cooper dkk., 2008; Greet Barrier Reef Marine Park Authority, 2017).

Tujuan pada adalah membandingkan kesesuaian kondisi oseanografi dalam mendukung ekosistem terumbu karang di Nusa Dua Bali dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

2. Metode

Kerja praktik dilakukan secara luring dengan mengambil data di Nusa Dua, Bali dengan beberapa asisten serta pembimbing. Kerja praktik ini dilakukan sebagai salah satu mata kuliah di Semester 7 pada Program Studi Oseanografi, ITB. Pengerjaan kerja praktik dimulai dari 22 Juni 2022 hingga 26 Juli 2022 selama satu bulan untuk pengambilan dan pengolahan data di *Nusa Dua Reef Foundation Bali*, setelah itu dilakukan bimbingan secara individual dengan topik yang telah disiapkan berdasarkan timeline. Pada Tabel 2.1 dapat dilihat koordinat stasiun pengambilan data dan Gambar 2.1 menunjukkan peta daerah kajian.



Gambar 2.1 Daerah Kajian, Pantai Mengiat, Nusa Dua
(Sumber: Google Earth. 2022)

Tabel 1. Koordinat Stasiun

Titik	Latitude	Longitude
Sektor 5	8°48'52.08"S	115°13'48.24"E
Coral Garden	8°48'49.68"S	115°13'51.36"E
BTN	8°48'47.88"S	115°13'52.56"E

(Sumber: Dokumen Penulis. 2022)

Kondisi arus yang terdapat pada Daerah Kajian penelitian ini Gambar 5. 1 didominasi oleh arus permukaan yang dibangkitkan oleh angin. Pada musim timur terdapat arus permukaan dengan kecepatan sebesar 0,01-0,16 m/s (Effendi dkk., 2013). Tipe pasang surut di Nusa Dua adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (Hikmah dkk., 2020). SPL Rata-rata JJA tahun 2015 diperairan Bali adalah sebesar 26.18°C dan 28.12°C pada tahun 2016 (Nuryana dkk., 2017).

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada riset kerja praktik di Nusa Dua, Bali, yaitu : GPS, pH meter, Refraktometer, *Secchi Disk*, Slate (Papan anti air), DO meter, *Styrofoam*, Ember, Tisu, Jam, Meteran. Bahan yang digunakan yaitu Aquades untuk membilas setelah pengukuran dari air laut.

2.2. Metode Pengukuran Parameter Oseanografi dan kualitas air laut

Pengambilan sampel air menggunakan tabung nansen, dengan 3 kedalaman yang berbeda, yaitu 0,2h, 0,6h, dan 0,8h, dengan h adalah kedalaman di setiap titik pengamatan. Kedalaman perairan diukur menggunakan senter duga. Ember digunakan sebagai wadah untuk pengukuran. Alat-alat yang digunakan dan langkah-langkah penggunaannya adalah sebagai berikut.

a. *Secchi Disk*

1. *Secchi Disk* digunakan di area laut, pada masing-masing titik pengukuran.
2. Turunkan *secchi disk* secara perlahan hingga *secchi disk* tidak terlihat lagi.
3. Tandai batas tali setelah *secchi disk* diturunkan hingga tidak terlihat.
4. Ukur panjang tali *secchi disk* hingga tanda.
5. Catat hasil yang diperoleh pada logsheet.
6. Lakukan pada setiap titik pengukuran

b. *pH Meter*

1. Lepaskan penutup sensor.
2. Tekan tombol POWER/MODE selama 1 detik untuk menyalakan pH- meter.
3. Celupkan pH-meter ke dalam sampel air dengan seluruh sensor terendam lalu putar dengan perlahan. Tunggu hingga angka yang terbaca pada layar monitor stabil/tidak berubah-ubah.
4. Tekan tombol SET/HOLD untuk membekukan layar. Angkat ph-meter dari larutan. Catat hasilnya pada logsheet.
5. Tekan tombol apa pun untuk mengembalikan pH-meter ke mode normal.
6. Tekan tombol POWER/MODE untuk mematikan pH-meter. Bersihkan sensor dengan akuades atau air suling. Keringkan dengan tisu. Lakukan secara perlahan.
7. Pasangkan kembali penutup sensor.

c. *Refraktometer*

1. Ambil sampel air dengan menggunakan pipet.
2. Buka kaca penutup refraktometer, kemudian teteskan sampel di atas prisma. Pastikan sampel memenuhi seluruh permukaan prisma.
3. Tutup daylight plate dengan perlahan. Pastikan tidak ada udara yang terjebak antara daylight plate dengan prisma dan sampel tidak tumpah.
4. Refraktometer diposisikan pada arah yang memberikan cukup cahaya.
5. Melalui eyepiece, lihat pada layar garis pertemuan antara daerah yang berwarna terang dengan daerah yang berwarna biru pada skala. Catat nilai salinitas tersebut pada logsheet, dengan satuan permil atau ‰.

2.3. *Metode Pengukuran Kualitas Air Laut*

Pengambilan data kualitas air laut dilakukan di 3 titik yang berbeda yaitu Sektor 5, Coral Garden, dan BTN. Metode pengambilan data pada area laut sebagai berikut:

1. Untuk penelitian yang menggunakan eksperimen, penulisan metode juga harus menyertakan desain atau pengaturan penelitian. Pastikan setiap alat pengukuran KAL sudah terkalibrasi.
2. Catat koordinat titik pengambilan sampel dari GPS handheld.
3. Catat waktu pengambilan sampel, kondisi lingkungan.
4. Ambil sampel air permukaan menggunakan ember.
5. Ukur parameter kualitas air laut menggunakan DO Meter, pH Meter, Refrakto dan catat pada slate.
6. Ukur parameter kecerahan menggunakan secchi disk dan catat pada slate.
7. Setelah menggunakan alat, bilas dengan akuades dan keringkan dengan tisu.
8. Lakukan langkah yang sama untuk setiap titik pengukuran.

2.4. *Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*

Studi ini dilakukan pengambilan data kualitas air laut secara in-situ di tiga stasiun pengukuran yaitu Sektor 5, Coral Garden, dan BTN pada 14 Juli 2022 di Perairan Nusa Dua, Bali (Gambar 2.1). Parameter kualitas air laut yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, DO dan kecerahan. Kelima parameter tersebut diukur menggunakan Refrakto meter, pH meter, dan Secchi Disk yang telah dikalibrasi sesuai dengan prosedur yang tepat sebelum digunakan. Pengukuran di tiga stasiun utama dilakukan sebanyak dua kali pengulangan, lalu hasilnya dibandingkan dengan baku mutu air laut.

Tabel 2. Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut

No	Parameter	Satuan	Pelabuhan	Wisata Bahari	Biota Laut
1	Warna	Pt. Co	-	30	-
2	Kecerahan	m	>3	>6	coral: >5 mangrove: - lamun: >3

3	Kekeruhan	NTU	-	5	5
4	Kebauan	-	tidak berbau	Tidak berbau	Alami
5	Padatan Tersuspensi Total	mg/L	80	20	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
6	Sampah	-	Nihil	Nihil	Nihil
7	Suhu	°C	Alami	Alami	alami coral: 28-30 mangrove: 28-32 lamun: 28-30
8	Lapisan Minyak	-	Nihil	Nihil	Nihil
9	pH	-	6,5 - 8,5	7 - 8,5	7 - 8,5
10	Salinitas	‰	Alami	Alami	alami coral: 33-34 magrove: 33 - 34 lamun: 33-34

(Sumber: [Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2021](#))

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran parameter lingkungan antar setiap stasiun penelitian di Pantai Mengiat menunjukkan kualitas perairan untuk DO, suhu, pH dan salinitas cenderung sama (Tabel 3). Nilai DO di lokasi penelitian berkisar antara 7.2 - 7.4(mg/L) sudah masuk katagori optimum, menurut Barus (2004), nilai oksigen terlarut di perairan sebaiknya berkisar antara 6 sampai 8 mg/L. Hasil pengukuran suhu, salinitas, dan kecerahan dilapangan masing-masing memiliki nilai 27.5 - 28.1 °C, 30 PSU, dan 1.77 - 1.82 m, masuk dalam katagori kurang optimum, dimana nilai suhu, salinitas, dan kecerahan yang optimum bagi pertumbuhan terumbu karang menurut Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 masing-masing memiliki nilai 28 - 30 °C, 33 - 34‰, dan > 6 m. Nilai pH dilokasi penelitian berkisar antara 8.02 - 8.18, sudah masuk dalam katagori optimum, menurut Pratiwi (2014) nilai pH optimum untuk pertumbuhan terumbu karang berkisar 7,3 - 9,0. Hasil penelitian yang dilakukan pada 14 Juli 2022 ini menunjukkan bahwa secara umum kondisi kualitas air laut di Pantai Menjangan masih sesuai dengan baku mutu kualitas air laut.

Tabel 3. Pengukuran *in-situ* kualitas air laut pada Juli 2022

Parameter	Stasiun			Baku Mutu Biota (KLHK,2021)
	Sektor 5	Coral Garden	BTN	
Suhu (°C)	28.1	27.5	27.85	28 - 30 °C
Salinitas (PSU)	30	30	30	33 - 34 PSU
pH	8.02	8.15	8.18	7 - 8,5 satuan
DO (mg/L)	7.4	7.2	7.3	> 5 mg/L
Kecerahan (m)	> 1.82	> 1.75	>1.77	> 6 m

(Sumber: Hasil Data Riset. 2022)

Hasil pengukuran parameter lingkungan antar setiap stasiun penelitian di Pantai Mengiat menunjukkan kualitas perairan untuk suhu dengan nilai 27.5 - 28.1 °C dan salinitas memiliki nilai 30 PSU; masuk dalam katagori kurang optimum bagi pertumbuhan terumbu karang menurut Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Sedangkan untuk pH memiliki nilai 8.02 - 8.18; dan DO memiliki nilai 7.2 - 7.4(mg/L) masuk kategori optimum bagi pertumbuhan terumbu karang. Untuk tingkat kecerahan menunjukan pada angka >1.75 -

1.82 m, dimana terumbu karang di Pantai Mengiat dapat hidup walaupun dibawah baku mutu KLHK (2021) yang menunjukkan kecerahan bagi terumbu karang yaitu > 6 m.

Berdasarkan [Obura & Grimsditch \(2009\)](#) dalam bukunya tentang protokol penilaian resiliensi terumbu karang, terdapat beberapa kriteria penilaian untuk menyatakan apakah suatu parameter dapat mendukung proses resiliensi. Ekosistem terumbu karang sebagian besar terdapat di perairan tropis, sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan hidupnya terutama suhu, salinitas, sedimentasi, Eutrofikasi dan memerlukan kualitas perairan alami (*pristine*). Demikian halnya dengan perubahan suhu lingkungan akibat pemanasan global yang melanda perairan tropis pada tahun 1998 telah menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*) yang diikuti dengan kematian massal mencapai 90-95%. Selama peristiwa pemutihan tersebut, rata-rata suhu permukaan air di perairan Indonesia adalah 2-3 °C di atas suhu normal.

Tabel 4. Parameter perairan di Pantai Mengiat

Transek	DO (mg/L)	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)
1	7.3	28.5	8.06	34
2	7.4	28.6	8.07	33
3	7.2	28.5	8.1	34
4	7.3	28.3	8.05	33
5	7.4	28.3	8.06	34
6	7.4	28.4	8.04	34

(Sumber: [Rahadiarta, 2019](#))

Berdasarkan [Rahadiarta \(2019\)](#) dalam jurnalnya tentang simpanan karbon di Pantai Mengiat nilai pH dan DO yang didapat cenderung homogen dengan nilai hasil yang penelitian didapat (Tabel 4). Sedangkan, untuk nilai salinitas dan suhu yang didapat cenderung heterogen denngan hasil penelitian ini. Hal itu disebabkan oleh waktu pengambilan data yang diambil saat sore menjelang malam hari sehingga didapatkan temperatur yang rendah sehingga berpengaruh pada salinitas, maka didapatkan salinitas yang lebih rendah pula. Hal itu pula yang menjelaskan bahwa pada musim timur suhu lebih rendah dari seharusnya.

4. Kesimpulan

Secara umum Hasil penelitian menunjukkan, nilai sebaran SPL berkisar antara 27.5-28,1°C, salinitas berkisar 30 PSU; pH berkisar 8,01 - 8,18 satuan; DO berkisar 7.2 - 7,4 mg/L; kecerahan berkisar 1.75 – 1.82 m. Kondisi tersebut menunjukkan kualitas air masih sesuai dengan baku mutu air laut khususnya bagi karang, sesuai yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, kecuali untuk parameter salinitas dan suhu yang berada di bawah ambang batas minimum.

Namun begitu, untuk analisis yang lebih komprehensif disarankan dilakukan pengukuran secara berkala. Hal ini dapat bermanfaat untuk menganalisis kesesuaian kondisi perairan dalam mendukung proses pertumbuhan maupun resiliensi karang. Namun belum dapat dipastikan bahwa kondisi salinitas air laut tersebut tidak sesuai untuk pertumbuhan karang. Perlu dilakukan pengukuran secara kontinu parameter salinitas air laut dan parameter oseanografi lainnya, sehingga dapat diketahui rata-rata musimannya. Untuk itu diperlukan data time series yang lebih panjang untuk hasil yang lebih akurat sebagai dasar untuk mengambil kesimpulan.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT atas karunia yang berlimpah sehingga penulis dapat melaksanakan riset kerja praktik lapangan yang berjalan dengan lancar dan mengucapkan terima kasih untuk pihak-pihak berikut: Orang tua dan keluarga yang mendukung dalam bentuk ijin, perhatian, dan kebutuhan secara material; Ibu Pariama Hutasoit sebagai direktur *Nusa Dua Reef Foundation* yang telah memberikan penulis kesempatan untuk melakukan kegiatan kerja praktik dan berbagi banyak sekali

ilmu pengalaman selama kegiatan tersebut; Kak Natalia sebagai pembimbing dan pendamping selama kerja praktik yang selalu berkomunikasi serta mengkoordinasi kerja praktik; Staf dan dosen FITB yang telah membantu segala keperluan yang menyangkut pendampingan, ijin, dan administrasi kegiatan kerja praktik; dan tidak lupa 5.

Muhammad Arsyandi Tjandra, Aydin Basalamah, Fanchia Zalsa, dan Kanya Anindya yang menjadi teman selama menjalani kerja praktik.

Daftar Pustaka

- Barus, T. A. (2004). Faktor-faktor lingkungan abiotik dan keanekaragaman plankton sebagai indikator kualitas perairan danau Toba. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 11(2), 64-72.
- Cahyarini, S. Y. (2011). Pertambahan Penduduk, Variasi Interannual Suhu Permukaan Laut dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Linier Karang Porites di Kepulauan Seribu, *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 2 (1): 39-48.
- Cantin, N. E., Cohen, A. L., Karnauskas, K. B., Tarrant, A. M. & McCorkle, D. C. (2010). Ocean Warming Slows Coral Growth in the Central Red Sea, *Science*, 329: 322-325.
- Cooper, T. F., De'ath, G., Fabricius, K. E. & Lough, J. M. (2008). Declining coral calcification in massive Porites in two nearshore regions of the northern Great Barrier Reef. *Global Change Biology*, 14: 529538.
- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Jogjakarta.
- Grove, C. A., Nagtegaal, R., Zinke, J., Scheufen, T., Koster, B., Kasper, S., McCulloch, M. T., van den Bergh, G. & Brummer, G. J. A. (2010). River runoff reconstruction from novel spectral luminescence scanning of massive coral skeleton. *Coral Reefs*, 29: 579-591.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H. and Maury, H., 2018, *Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), pp.35-43.
- Hikmah, D., Arisanti, L. E., & Irmawan, D. (2020). TIPE PASANG SURUT DI PELABUHAN BENOA BALI DENGAN METODE ADMIRALTY BERDASARKAN DATA AUTOMATIC WEATHER STATION (AWS). *Jurnal Widya Climago*, 2(2).
- Hoeh-Guldberg, O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Mar. Freshwater Res.*, 50: 839-866.
- KKP | Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2012). Retrieved July 18, 2022, from kkp.go.id website: <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4332-terumbu-karang>
- Nuryana, J., Hendrawan, I. G., & Karim, W. (2018). Pendugaan Kejadian Pemutihan Karang Berdasarkan Analisis Suhu Permukaan Laut (SPL) Tahun 2015-2016 di Perairan Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2), 286-296.
- Obura, D. O. & Grimsditch, G. (2009). Resilience Assessment of coral reefs - Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs, IUCN, Gland, Switzerland, 1-70.
- Purnamasari, I. A. (2009). Analisis Pertumbuhan Linier Koral dan Korelasinya dengan Perubahan Lingkungan (Studi Kasus Koral Kepulauan Seribu). Tugas Akhir: Program Studi Oseanografi, Institut Teknologi Bandung.
- Rahadiarta, I. K. V. S., Putra, I. D. N. N., & Suteja, Y. (2019). Simpanan karbon pada padang lamun di kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1), 1-10.
- Roberts, L. G. & V. J. Harriott. (2003). Can environmental records be extracted from coral skeletons from Moreton Bay, Australia, a subtropical, turbid environment. *Coral Reefs*, 22: 517-522.
- Thurman, HV, 1993, *Essentials of Oceanography 4 th Edition*, Macmillan Publishing Company, New York.
- Wouthuyzen, S., Abrar, M. & Lowrens, J. (2018). A comparison between the 2010 and 2016 El-Nino induced coral bleaching in the Indonesian waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118.