

## Distribution of *Marine debris* in Coral Reef Ecosystems on Mules Island, Sawu Marine National Park

Idris<sup>1</sup>, Fakhurrozi<sup>1</sup>, Desna Bagus Suhendar<sup>2</sup>, Akbar Rochyadi<sup>2</sup>, Rhojim Wahyudi<sup>3\*</sup>, dan Chandrika Eka Larasati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yayasan Terumbu Karang Indonesia (TERANGI), Jl. Asyibaniyah No 105 Cipayung, Kota Depok, Jawa Barat, 16443, Indonesia.

<sup>2</sup>PT Zanclus Daya Cipta (ZDC), Jalan M. Kahfi II Nomor 23, Cipedak, Jagakarsa, Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Program Vokasi Kab. Lombok Utara, Prodi Budidaya Perikanan, Universitas Mataram, Indonesia

<sup>4</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia

### Article History

Received : January 16<sup>th</sup>, 2023

Revised : February 24<sup>th</sup>, 2023

Accepted : March 16<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding author:

**Rhojim Wahyudi,**

Program Vokasi Kab. Lombok

Utara, Prodi Budidaya

Perikanan, Universitas

Mataram, Indonesia

Email:[rhojim07009@gmail.com](mailto:rhojim07009@gmail.com)

**Abstract:** Mules Island and its surroundings are included in the Savu Sea National Park (TNP) area and administratively included in the Manggarai Regency, East Nusa Tenggara Province (NTT). The waters of the area have a high potential for coral reef ecosystem resources and are important support for the marine life. However, the current condition of anthropogenic pressure continues to increase due to an increase in the number of people living on the coast and small islands. One of the pressures that are currently a big issue is the existence of marine debris, where studies related to its impact and distribution on coral reef ecosystems are still very few. The purpose of this study was to determine the distribution and types of marine debris in the coral reef ecosystem on Nucamolas Island and its surroundings. Observations were made on 1-3 November 2021 at 12 stations. The research method used is the belt transect method with an area of 500 m<sup>2</sup>. Data collection was assisted by SCUBA diving equipment at a depth of 5-7 m on the coral reef flat. The results of this study found that the dominant marine debris in the coral reef ecosystem was organic waste (64.3%) and a group of macro debris (71,4%). Based on the type, the dominant species found were logs (37%), which physically damaged the coral, especially when currents and waves were moving. The distribution of marine debris at the study site was only found at 8 stations while the other 4 were not found.

**Keywords:** *Coral Reefs, Marine debris, Sawu Sea TNP.*

### Pendahuluan

Sebaran *marine debris* di lautan pertahunnya mencapai 14 miliar ton (Hetherington *et al.*, 2005). *Marine debris* telah menjadi perhatian di seluruh dunia karena pengaruhnya terhadap ekosistem perairan, manusia, ekonomi, kehidupan laut terutama biota dan burung (Gall & Thompson, 2015), dan estetika pantai (Lee *et al.*, 2013). Negara ke dua terbesar masukan sampah plastik adalah Indonesia (Jambeck *et al.*, 2015).

Terjadi penurunan kondisi ekosistem pesisir seperti ekosistem terumbu karang, lamun, dan mangrove disebabkan oleh sampah yang masuk ke laut dari daratan akibat dari aktifitas manusia di daratan. Beberapa daerah pesisir di Indonesia yang sudah terdampak oleh sebaran *marine debris* sebagai contoh seperti di Pulau

Ambon, Kepulauan Seribu, dan Pulau Rote serta Kupang di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) (Evans *et al.*, 1995; Unepetty & Evans, 1997; Willoughby *et al.*, 1997; Purba, 2017). Ancaman sampah plastik sangat berpengaruh terhadap komposisi biota (Unepetty & Evans, 1997) dan diduga sebagai pembawa penyakit terhadap terumbu karang (Harrison *et al.*, 2011).

TNP Laut Sawu dengan luas mencapai 3,35 juta hektar terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan menjadi kawasan konservasi terluas di Indonesia. Distribusi tutupan terumbu karang dan keanekaragaman hayati spesies Laut Sawu yang tinggi menjadi habitat bagi beberapa *cetacean*. TNP Laut Sawu terdiri dari 2.797.515,42 hektar Wilayah Perairan Pulau Timor-Rote-Sabu-Batek sekitarnya dan 557.837,40 hektar wilayah Perairan Selat Sumba sekitarnya. Pulau Mules di bagian selatan

Kabupaten Manggarai masuk dalam kawasan konservasi TNP Laut Sawu. Pulau Mules terdiri dari Kampung Labuan Ntaur, Kampung Peji, dan Kampung Konggang. Pulau ini secara administratif masuk wilayah Desa Nuca Molas, Kecamatan Satar Mese Barat, Kabupaten Manggarai. Sebagian besar penduduk asli pulau Mules berasal dari desa Terong, kecamatan Satar Mese Barat, Kabupaten Manggarai, dan kecil dari kampung Dintor dan Ramut (Rinduwati *et al.*, n.d.).

Isu *marine debris* saat ini menjadi penting untuk keberlanjutan kawasan konservasi yang ada. Penelitian yang telah dilakukan mengungkapkan dampak negatif keberadaan sampah di perairan. *Marine debris* dalam jumlah banyak dapat menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya di dasar perairan sehingga mengurangi kadar oksigen dalam laut dan mengganggu ekosistem perairan (Assuyuti *et al.*,

2018). Minimnya penelitian mengenai *marine debris* di ekosistem terumbu karang di Indonesia. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang distribusi dan jenis sampah kaitannya dengan ekosistem terumbu karang. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sebaran dan jenis *marine debris* di ekosistem terumbu karang Pulau Mules. Harapannya hasil penelitian bisa berguna untuk pengelolaan kawasan konservasi yang lebih baik.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di perairan Pulau Mules dan sekitarnya dalam kawasan TNP Laut Sawu pada tanggal 1-5 November 2022. Titik pengamatan yang digunakan dalam kajian ini adalah 12 titik yang mewakili zonasi kawasan TNP Laut Sawu (Gambar 1).

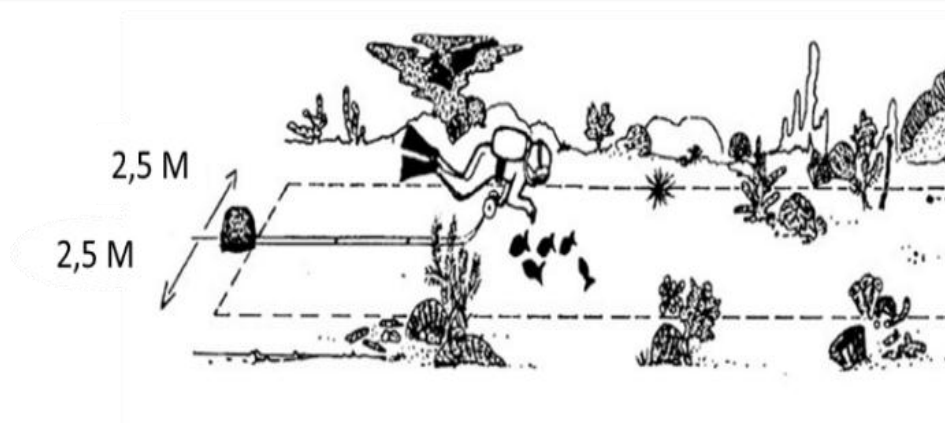


Gambar 1. Peta lokasi pengamatan di Perairan Pulau Mules dan sekitarnya

### Metode Pengumpulan Data

Pengambilan data pada 12 stasiun pengamatan dilakukan dengan menyelam pada kedalaman 5-7 meter (Gambar 2). Pengamatan dilakukan dengan patokan meteran (panjang 100

m dan lebar 5 m) dipasang pada substrat dasar perairan. Selanjutnya data yang diambil terdiri dari jumlah, jenis dan dimensi *marine debris*. Data sampah diambil dengan total luasan mencapai 6.000 m<sup>2</sup>.



Gambar 2. Metode pengamatan marine debris dengan transek sabuk (5 x 100 m) (modifikasi: English *et al*, 1997)

### Kategori *Marine debris*

Pengelompokan dan kategori jenis *marine debris* disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Bahan utama *marine debris* terdiri dari plastik, kertas, karet juga digunakan sebagai bahan pakaian dan logam sampai perkakas rumah tangga.

Tabel 1. Pengelompokan jenis *marine debris* (Lippiatt *et al.*, 2013)

No	Kelompok	Ukuran
1	<i>Mega debris</i>	ukuran >1 m
2	<i>Macro debris</i>	ukuran antara 2,5 cm – 1 m
3	<i>Meso debris</i>	ukuran antara 5 mm – 2,5 cm
4	<i>Micro debris</i>	ukuran 1µm – 5 mm
5	<i>Nano debris</i>	ukuran <1 µm

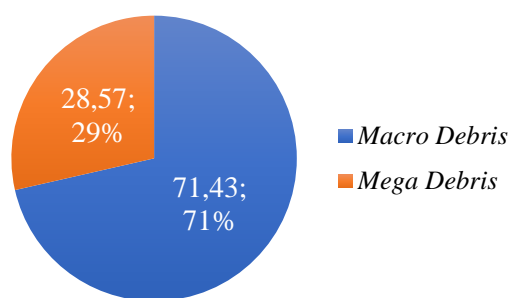
Tabel 2. Kategori jenis *marine debris*

No	Jenis Sampah	Keterangan
1	Kantong plastik	Plastik yang digunakan untuk membawa dan membungkus barang-barang yang berukuran 0,5 - 5 kg
2	Kantong plastik minuman	Plastik yang digunakan sebagai pembungkus minuman ringan dan cepat saji yang berukuran < 1 kg
3	Kantong plastik makanan	Plastik yang digunakan sebagai pembungkus makana ringan dan cepat saji yang berukuran < 1 kg
4	Kantong plastik kebutuhan rumah tangga	Plastik yang digunakan sebagai pembungkus kebutuhan rumah tangga seperti pembungkus sabun, sampo dan sejenisnya yang berukuran 5 ml sampai dengan 3 kg
5	Botol plastik minuman	Botol yang berukuran < 5 liter
6	Tali rafia dan tambang	Bahan yang terbuat dari plastik
7	Pakaian	Bahan tekstil yang digunakan untuk penutup tubuh yang terbuat dari poliester, nilon, spandeks
8	Kertas	Bahan yang terbuat dari campuran kayu
9	Logam, Karet	Alat rumah tangga atau perkakas yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti ban kendaraan bermotor, paku, alat masak dan lain sebagainya

## Hasil dan Pembahasan

### Komposisi Jenis *Marine debris*

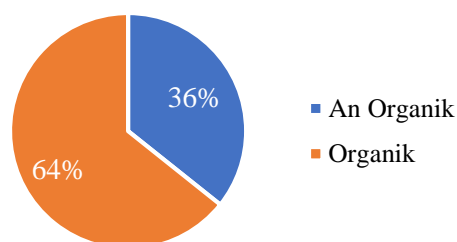
Pencemaran Pesisir dan laut sebagian berasal dari masukan alami semakin meningkat dengan adanya sisa-sisa aktifitas manusia, buangan limbah rumah tangga dan industri yang terbawa oleh arus melalui sungai (NOAA, 2013). Sampah menjadi isu penting yang dihadapi sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas pembangunan. Input sampah dari daratan berasal dari masyarakat yang tinggal dan melakukan aktivitas di wilayah pesisir yang mengalir dari sungai atau selokan dan bermuara ke laut merupakan hal yang sangat mempengaruhi (Renwarin *et al.*, 2015) dan menjadi salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi kawasan pantai atau pesisir yang memiliki beberapa sungai yang bermuara ke laut (Dewi *et al.*, 2015). NOAA, (2013) mendefinisikan bahwa *marine debris* merupakan benda padat yang diproduksi atau diproses oleh manusia, secara langsung maupun tidak langsung dibuang ke dalam lingkungan perairan. Lokasi Pulau Mules yang terletak dekat dengan muara sungai dan daratan utama Flores menjadikan Pulau Mules dan sekitarnya memungkinkan untuk terdampak oleh *marine debris*, baik yang datang dari daratan ataupun dari daerah sekitarnya karena terbawa oleh arus laut.



Gambar 3. Komposisi kelompok ukuran *marine debris* di lokasi pengamatan

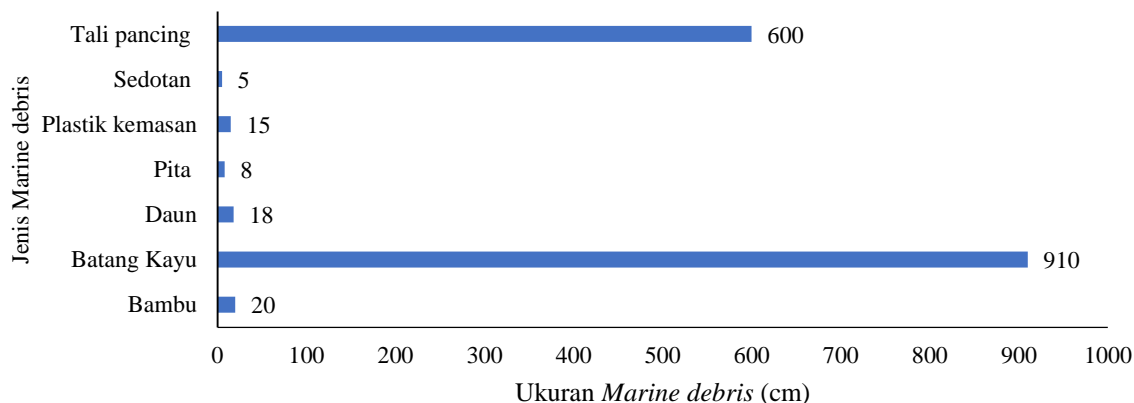
Pengamatan kali ini berhasil mengidentifikasi dan menemukan beberapa *marine debris* di ekosistem terumbu karang di Pulau Mules dan sekitarnya. Berdasarkan karakteristik ukurannya, *marine debris* yang ditemukan paling banyak adalah *macro debris* (2,5 cm – 1 m) sebesar 71,43% dan sisanya adalah *mega debris* (>1 m) sebesar 28,57%

(Gambar 3). Ukuran sampah yang berukuran besar (*macrodebris* dan *megadebris*) diketahui memberikan efek fisik pada biota laut. Hasil survei KLHK di tahun 2017 menunjukkan komposisi *marine debris* berukuran meso didominasi 35,06% kayu dan turunannya. Hal ini dinyatakan oleh beberapa hasil penelitian bahwa *marine debris* berdampak cukup serius bagi lingkungan perairan, organisme laut dan manusia (Tahir *et al.*, 2019; Sunyowati *et al.*, 2022). *Marine debris* yang berukuran besar seperti *macro debris* dan *mega debris* dapat merusak karang dengan ukurannya yang besar akan dengan mudah merusak koloni karang terutama pada karang yang bercabang dibandingkan dengan jenis karang yang memiliki bentuk pertumbuhan masif dan submasif. Menurut Valderrama Ballesteros *et al.*, (2018) 52% sampah yang ditemukan pada ekosistem terumbu karang dominan pada karang bercabang. Hal ini disebabkan karang dengan bentuk bercabang mudah terjatuh sampah jenis tali, jaring dan lainnya.



Gambar 4. Komposisi jenis *marine debris* di lokasi pengamatan

Selanjutnya hasil kajian ini juga mengidentifikasi *marine debris* terdiri atas material organik dan anorganik padat yang tidak mudah terurai. Hasil yang didapatkan berdasarkan jenisnya adalah sampah organik (*degradable*) berupa potongan kayu dan turunannya sebesar 64,3%, yang diduga berasal dari proses alami terbawa oleh arus sungai atau arus laut dari pantai. Sisa lainnya adalah sampah anorganik (*undergradable*) sebesar 35,7%, berupa potongan plastik dan sisa tali pancing yang tersangkut di terumbu karang (Gambar 4 dan 5). Sampah anorganik menjadi perhatian peneliti, karena dampak yang ditimbulkannya mengancam kelangsungan dan keberlanjutan hidup biota perairan.



Gambar 5. Jenis dan ukuran *marine debris* yang ditemukan di lokasi penelitian

Hasil penelitian (Yunita, 2013) juga menyatakan bahwa sampah anorganik jumlahnya tidak berkurang dan cenderung diabaikan keberadaannya, sehingga akan terakumulasi seiring bertambahnya waktu. Penelitian lainnya di Perairan Bengkulu menyatakan bahwa sampah dominan yang ditemukan berupa sampah organik yaitu kayu dan turunannya yang terbawa oleh arus sungai dari daratan menuju lautan (Johan *et al.*, 2020).

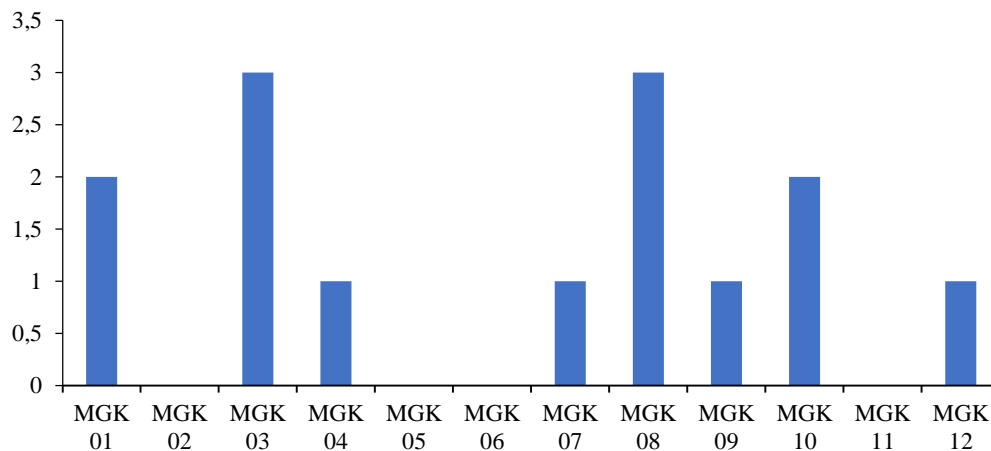
#### Sebaran dan Kepadatan *Marine debris*

Berdasarkan hasil analisa data, sebaran *marine debris* hanya ditemukan pada 8 stasiun pengamatan sedangkan 4 lainnya tidak ditemukan (Gambar 6). Stasiun MGK 03 dan MGK 08 merupakan stasiun yang ditemukan paling banyak *marine debris*, hal ini diduga karena posisi stasiun pengamatan yang berada di Pulau Mules bagian timur, yang mana saat dilakukan penelitian ini arah arus dan angin dominan berasal dari arah barat dan barat daya. Selain itu diduga karena lokasi pada stasiun tersebut dekat dengan pemukiman, pelabuhan dan aktivitas penduduk Pulau Mules. Selanjutnya stasiun MGK 02 tidak ditemukan adanya *marine debris*, hal ini diduga karena lokasinya yang jauh dari pemukiman dan aktivitas penduduk, selain itu lokasinya merupakan zona inti kawasan TNP Laut Sawu. Stasiun MGK05 dan MGK11 juga tidak ditemukan *marine debris*, hal ini diduga karena posisi stasiun tersebut berada di sebelah selatan Pulau Mules, sedangkan stasiun satunya berada di daratan Pulau Flores juga tidak ditemukan *marine debris*, hal ini diduga karena lokasi keduanya masih dipengaruhi oleh angin dan arus yang berasal dari arah barat hingga barat daya.

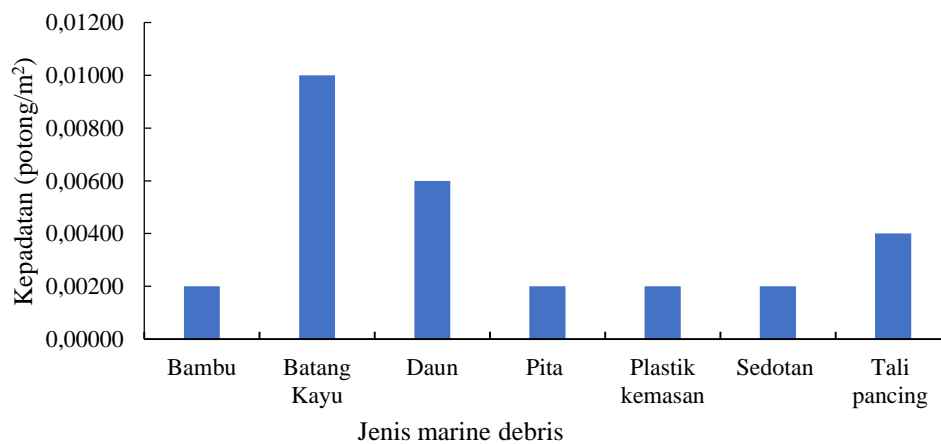
Pengaruh angin dan arus berperan besar dalam sebaran *marine debris* di terumbu karang, selain itu juga posisi yang berdekatan dengan kegiatan masyarakat serta pemukiman menentukan sebaran *marine debris* di terumbu karang. Hal ini sudah diungkapkan oleh beberapa peneliti mengungkapkan *marine debris* berasal dari daratan (Assuyuti *et al.*, 2018); seperti aktivitas rumah tangga, wisata dan transportasi (Arifin, 2017). Lebih lanjut peneliti lainnya menyatakan bahwa sampah meningkat seiring peningkatan pendapatan perkapita, populasi penduduk dari ekuator hingga kutub (Barnes, 2005; Richards & Beger, 2011; Jambeck *et al.*, 2015; Figueroa-Pico *et al.*, 2016). Arah dan kecepatan arus sangat berpengaruh terhadap penyebaran *marine debris* di pesisir, Hal ini dinyatakan oleh beberapa peneliti bahwa arus dapat memindahkan sampah di perairan dengan jarak yang cukup jauh, selain itu akan dipengaruhi juga oleh pencampuran vertikal dan kedalaman, lokasi, musim, angin dan jarak dengan daratan (Unepetty & Evans, 1997; Abu-Hilal & Al-Najjar, 2004; Reisser *et al.*, 2015; Tahir *et al.*, 2019)

*Marine debris* di lokasi penelitian menunjukkan nilai kepadatan yang bervariasi, dari 0,002 sampai 0,01 potong/m<sup>2</sup> (Gambar 7). Kepadatan tertinggi dimiliki oleh batang kayu yang merupakan sampah organik dengan ukuran macro debris (0,01 potong/m<sup>2</sup>). Stasiun MGK10 merupakan stasiun tertinggi ditemukan sampah batang kayu, diduga karena stasiun tersebut berada di daratan Pulau Flores yang lebih dekat dengan pemukiman penduduk di daratan tersebut, sehingga sampah kayu terbawa oleh pergerakan arus ke lokasi pengamatan. Adibhusana *et al.*, (2016), menyatakan bahwa

mengetahui karakter oseanografi di daerah tersebut seperti kecepatan dan arah arus maka dapat ditelusuri pola pergerakan partikel sampah di laut yang mengikuti pola pergerakan arus laut, sehingga diketahui sumber datangnya sampah di laut. Pergerakan arus yang terjadi memberikan jumlah akumulasi sampah yang sangat berbeda pada setiap lokasi. Selain itu Ningsih *et al.*, (2020) juga menemukan bahwa rata-rata kepadatan sampah di Pulau Lae-Lae yang berdekatan dengan pemukiman mencapai 1,82 item/m<sup>2</sup> dengan rata-rata kepadatan menurut berat sebesar 21,87 g/m<sup>2</sup>.



Gambar 6. Sebaran *marine debris* di lokasi penelitian



Gambar 7. Kepadatan *marine debris* di lokasi penelitian

### Hubungan *marine debris* dengan ekosistem terumbu karang

Keberadaan *Marine debris* yang meningkat (Jambeck *et al.*, 2015) berdampak negatif dan menjadi ancaman kehidupan di laut (Hammer *et al.*, 2012; Hall *et al.*, 2015), keselamatan navigasi, kesehatan manusia,

sehingga mengakibatkan kerugian aspek sosial-ekonomi yang serius (Halden, 2010; Subekti, 2010). Dampak negatif sampah seperti kurangnya intensitas cahaya yang masuk ke perairan sehingga menghambat proses fotosintesis terumbu karang, sehingga kondisi



- terhadap Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(2), 91–102. <http://www.oscar.noaa.gov/>
- Barnes, D. K. A. (2005). Remote islands reveal rapid rise of southern hemisphere, sea debris. *TheScientificWorldJournal*, 5, 915–921. <https://doi.org/10.1100/tsw.2005.120>
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3).
- Evans, S. M., Dawson, M., Day, J., Frid, C. L. J., Gill, M. E., Pattisina, L. A., & Porter, J. (1995). Domestic waste and TBT pollution in coastal areas of Ambon Island (Eastern Indonesia). *Marine Pollution Bulletin*, 30(2), 109–115. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(94\)00182-9](https://doi.org/10.1016/0025-326X(94)00182-9)
- Figueroa-Pico, J., Valle, D. M. Del, Castillo-Ruperti, R., & Macías-Mayorga, D. (2016). Marine debris: Implications for conservation of rocky reefs in Manabi, Ecuador (Se Pacific Coast). *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.070>
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Halden, R. U. (2010). Plastics and health risks. *Annual Review of Public Health*, 31, 179–194. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.012809.103714>
- Hall, N. M., Berry, K. L. E., Rintoul, L., & Hoogenboom, M. O. (2015). Microplastic ingestion by scleractinian corals. *Marine Biology*, 162(3), 725–732. <https://doi.org/10.1007/s00227-015-2619-7>
- Hammer, J., Kraak, M. H. S., & Parsons, J. R. (2012). Plastics in the marine environment: The dark side of a modern gift. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 220, 1–44. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3414-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3414-6_1)
- Harrison, J. P., Sapp, M., Schratzberger, M., & Mark Osborn, A. (2011). Interactions between Microorganisms and marine micro plastics: A call for research. *Marine Technology Society Journal*, 45(2), 12–20. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.45.2.2>
- Hetherington, J., Leous, J., & Anziano, J. (2005). The Marine Debris Research, Prevention and Reduction Act: A Policy Analysis. *The Marine Debris Team*, ..., 40. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+Marine+Debris+Research+,+Prevention+and+Reduction+Act+:+A+Policy+Analysis#1>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Johan, Y., Renta, P. P., Muqsit, A., Purnama, D., Maryani, L., Hiriman, P., Rizky, F., Astuti, A. F., & Yunisti, T. (2020). Analisis Sampah Laut (Marine Debris) di Pantai Kualo Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 5(2), 273–289.
- Lee, J., Hong, S., Song, Y. K., Hong, S. H., Jang, Y. C., Jang, M., Heo, N. W., Han, G. M., Lee, M. J., Kang, D., & Shim, W. J. (2013). Relationships among the abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 77(1–2), 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.08.013>
- Lippiatt, S., Opfer, S., & Arthur, C. (2013). Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment. *NOAA Technical Memorandum, NOS-OR&R-46*, 88. [http://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt\\_et\\_al\\_2013.pdf](http://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt_et_al_2013.pdf)
- Ningsih, N. W., Putra, A., Anggara, M. R., & Suriadin, H. (2020). Identifikasi Sampah Laut Berdasarkan Jenis dan Massa di Perairan Pulau Lae-Lae Kota Makassar. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 4(2), 10–18.
- NOAA, N. O. (2013). *Programmatic environmental assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP)*. Maryland (US): NOAA.
- Purba, N. P. (2017). Sampah Laut Indonesia. *Status Sampah Laut Indonesia, Oktober*.



- <https://www.researchgate.net/publication/312586557>
- Reisser, J., Slat, B., Noble, K., Du Plessis, K., Epp, M., Proietti, M., De Sonnevill, J., Becker, T., & Pattiaratchi, C. (2015). The vertical distribution of buoyant plastics at sea: An observational study in the North Atlantic Gyre. *Biogeosciences*, 12(4), 1249–1256. <https://doi.org/10.5194/bg-12-1249-2015>
- Renwarin, A., Rogi, O. A. H., Universitas, K., Ratulangi, S., Pengajar, S., Arsitektur, J., Sam, U., Manado, R., & Pendahuluan, A. (2015). Studi Identifikasi Sistem Pengelolaan Sampah Permukiman di Wilayah Pesisir Kota Manado. *Spasial*, 2(3), 79–89.
- Richards, Z. T., & Beger, M. (2011). A quantification of the standing stock of macro-debris in Majuro lagoon and its effect on hard coral communities. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1693–1701. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.003>
- Rinduwati, R., Lapon, Y., Prabuning, D., Simarangkir, O. R., & ... (n.d.). Standar Operasional Prosedur Monitoring Kesehatan Terumbu Karang Taman Nasional Perairan Laut Sawu. *Researchgate.Net*.  
[https://www.researchgate.net/profile/Mochamad-Iqbal-Herwata-Putra/publication/308885884\\_Standar\\_Operasional\\_Prosedur\\_Monitoring\\_Kesehatan\\_Terumbu\\_Karang\\_Taman\\_Nasional\\_Perairan\\_Laut\\_Sawu/links/57f4834408ae280dd0b74961/Standar-Operasional-Prosedur-Monitori](https://www.researchgate.net/profile/Mochamad-Iqbal-Herwata-Putra/publication/308885884_Standar_Operasional_Prosedur_Monitoring_Kesehatan_Terumbu_Karang_Taman_Nasional_Perairan_Laut_Sawu/links/57f4834408ae280dd0b74961/Standar-Operasional-Prosedur-Monitori)
- Subekti, S. (2010). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga 3R Berbasis Masyarakat. *Subekti, Sri*, 1(1), 24–30. [http://www.unwahas.ac.id/publikasiilmiah/index.php/PROSIDING\\_SNST\\_FT/article/download/326/411](http://www.unwahas.ac.id/publikasiilmiah/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/download/326/411)
- Sunyowati, D., Inayatun, I., & Camelia, A. I. (2022). Upaya Keberlanjutan Sumber Daya Perikanan terhadap Ancaman Sampah Laut Plastik di Pesisir Kelurahan Kedungcowek - Surabaya. *Jurnal Panrita Abdi*, 6(3), 646–659. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- Tahir, A., Werorilangi, S., Isman, F. M., Zulkarnaen, A., Massinai, A., & Faizal, A. (2019). Short-Term Observation on Marine Debris At Coastal Areas of Takalar District and Makassar City, South Sulawesi-Indonesia. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 4(2). <https://doi.org/10.20956/jiks.v4i2.7061>
- Unepetty, P. A., & Evans, S. M. (1997). Accumulation of beach litter on islands of the Pulau Seribu Archipelago, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 34(8), 652–655. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(97\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(97)00006-4)
- Valderrama Ballesteros, L., Matthews, J. L., & Hoeksema, B. W. (2018). Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 1107–1116. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.033>
- Willoughby, N. G., Sangkoyo, H., & Lakaseru, B. O. (1997). Beach litter: An increasing and changing problem for Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 34(6), 469–478. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(96\)00141-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00141-5)
- Yunita, I. (2013). Mengenal Lebih Dekat Sampah Anorganik Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup. *PPM “Pelatihan Pembuatan Kompos Limbah Organik Dengan Dekomposer Lokal Di Desa Binaan HIMA KIMIA FMIPA UNY*, 13, 4–7.