

Konsentrasi Makroplastik pada Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pesisir Pemuteran dan Padang Bai

I Putu Trisna Buana Putra^{a*}, I Gede Hendrawan^a, I Wayan Gede Astawa Karang^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: trisnaputra29@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 14 Juli 2023

Received in revised form : 19 Agustus 2023

Accepted : 6 Desember 2022

Available online : 28 Februari 2023

Keywords:

Macroplastic

Coral reefs

Pemuteran

Padang Bai

ABSTRACT

Marine debris can be a severe problem in the coastal areas and small islands of Indonesia, which are the habitat of marine organisms and their ecosystems. This is, of course, related to unmanaged waste in various provinces in Indonesia, such as the Bali Province, where as much as 52% of waste in Bali needs to be appropriately managed. Marine debris can be generated from various activities on land and at sea, such as residential areas, industrial activities, offshore activities, and other activities on the island of Bali. The waters of Pemuteran and Padang Bai have coral reef ecosystems. Coral reefs function as a food warehouse for fisheries, a place to live and spawn, and physically coral reefs function as breakwaters and beach protectors. Marine debris can harm coral ecosystems, where it can cause scratches, shards, and disease to corals. This study aimed to analyze macroplastics' characteristics, concentration, and potential relationship to coral reefs. The macro plastic survey used an adaptation of the CSIRO method. The results of this study indicate that the macro plastic characteristics found in the Pemuteran waters were *soft plastic* types with concentration values ranging from 0.02 to 0.03 pieces/m². In contrast, there were fiber, soft plastic, and hard plastic types with higher concentration values in the Padang Bai waters. Ranged from 0.09 to 0.12 pieces/m². The ratio of macroplastic to the percentage of live coral cover is 0.98, which means it is inversely proportional; if the amount of macroplastic increases, it will decrease the percentage of live coral cover. The effect of microplastic on the percentage of live coral cover was very significant, with a determination value of 0.96.

2023 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Masalah mengenai sampah yang berada di laut semakin menarik untuk diperbincangkan seperti yang dilaporkan UNEP pada tahun 2011 dan konferensi Rio +20 pada tahun 2012 mengenai sampah laut dimana keberadaannya mengancam kesehatan baik lingkungan maupun keanekaragaman laut, sehingga dibuatnya sebuah aksi tanggungjawab dalam mengurangi akibat dan keberadaan sampah laut di lingkungan pada tahun 2025 (UNEP, 2011; UN, 2012). Banyak masalah yang ditimbulkan dari keberadaan sampah laut yaitu mencemari lingkungan, adanya spesies baru, menimbulkan masalah sosial ekonomi dalam masyarakat dan menimbulkan masalah untuk organisme yang ada di laut beserta ekosistemnya (UNEP, 2014).

Masalah serius yang bisa ditimbulkan karena keberadaan dari sampah laut di kawasan pesisir dan pulau - pulau kecil, dimana kawasan tersebut merupakan tempat tinggal dari organisme laut dan ekosistemnya (Purba *et al.*, 2017). Studi oleh Jambeck *et al.*, (2015) menyebutkan buangan limbah mencapai sebesar 0,48 – 1,29 MMT per tahun yang menjadikan Indonesia menduduki peringkat ke-2 setelah Cina sebagai negara penghasil sampah plastik. Hal ini terjadi karena keberadaan sampah tidak dikelola dengan baik di berbagai provinsi, contohnya di Provinsi Bali yaitu ada 52% sampah belum dikelola dengan benar atau setara dengan 2.220 ton sampah per hari (Bali Partnership, 2019). Kegiatan di darat maupun di laut bisa menghasilkan sampah, seperti kegiatan

yang dilakukan di wilayah pemukiman, kegiatan industri, kegiatan lepas pantai dan kegiatan lainnya yang berada di pulau Bali. Terdapat 11% sampah yang diperkirakan bermuara ke laut dan mencemari kawasan pesisir pulau Bali dengan kelimpahan sampah diperkirakan sebesar 0-7,15 buah/m² yang dominasi sampah plastik lunak 45%, sampah plastik keras 15% dan sampah busa (*foam*) 13% (Bali Partnership, 2019; Hendrawan *et al.*, 2019). Hendrawan *et al.*, (2019) menyebutkan bahwa di Kabupaten Buleleng memiliki konsentrasi sampah berkisar antara 0,39–2,97 buah/m² sekaligus menjadi yang tertinggi dibandingkan dengan kabupaten lainnya. Sedangkan Kabupaten Karangasem memiliki konsentrasi sampah berkisar antara 0,42 – 1,76 buah/m² dengan rata – rata konsentrasi sampah tertinggi terletak pada bulan Maret 2018 yaitu 1,76 buah/m².

Perairan Pemuteran berada di Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, sedangkan Perairan Padang Bai berada di Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem. Kedua perairan tersebut masih terdapat ekosistem terumbu karang, sehingga cukup dikenal sebagai kawasan wisata bahari salah satunya kegiatan *diving* dan *snorkeling*. Perairan Pemuteran memiliki keindahan terumbu karang alami dan beranekaragam ikan yang ada di dalamnya (Arifin *et al.*, 2017). Selain itu Perairan Pemuteran juga terkenal dengan kegiatan konservasi terumbu karang yang dilakukan oleh masyarakat dengan menggunakan teknologi *birock* yaitu konservasi terumbu karang dengan

menggunakan listrik bertegangan rendah (Dunning, 2015). Perairan Padang Bai selain memiliki beberapa *spot* bawah laut, juga dikenal sebagai daerah keluar masuknya kapal laut dimana terdapat pelabuhan wisata, pelabuhan penyeberangan dan pelabuhan bahan bakar (Perda Karangasem, 2012).

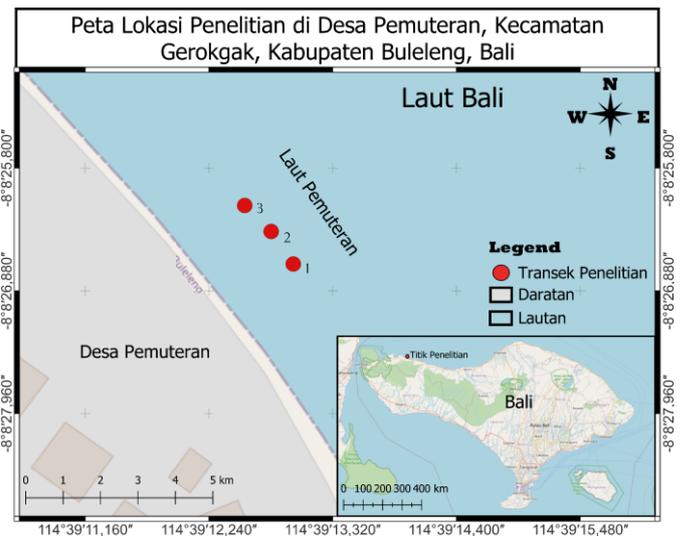
Semakin meningkatnya produksi dan konsumsi plastik tentunya menimbulkan berbagai macam masalah bagi lingkungan lingkungan perairan, karena plastik memiliki karakter yang dapat mengapung, sulit terdegradasi, dan mudah menyebar distribusinya. Karakter plastik tersebut yang menjadi alasan mengapa plastik memiliki bahaya yang serius untuk lingkungan perairan. Plastik dapat terdegradasi menjadi makroplastik dan mikroplastik. Plastik yang berukuran kurang dari 5 mm disebut mikroplastik, sedangkan yang lebih dari 2,5 cm disebut sebagai makroplastik (Brate *et al.* 2016). Sampah makroplastik dan mikroplastik dapat menjadi ancaman dan gangguan bagi lingkungan, biota, dan manusia. Secretariat of the *Convention on Biological Diversity* atau SCBD pada tahun 2016 mencatat lebih dari 800 spesies organisme yang ada di laut dan pesisir terdapat karena adanya pencemaran sampah yang diakibatkan karena tidak sengaja menelan dan terlilit oleh sampah laut.

Ekosistem penting yang ada di perairan laut adalah salah satunya ekosistem terumbu karang, hal tersebut dapat ditinjau dari segi ekologi maupun biotanya. Terumbu karang memiliki fungsi sebagai wadah makanan yang produktif untuk perikanan, tempat hidup beranekaragam hewan laut dan juga sebagai tempat memijah, secara fisik terumbu karang memiliki fungsi sebagai pemecah ombak dan pelindung pantai dari serangan badai (Guntur *et al.*, 2016). Manfaat terumbu karang yang besar juga memiliki potensi ancaman yang besar, ancaman tersebut salah satunya berasal dari sampah laut, terutama sampah plastik yang tenggelam dan menempel pada karang. Sampah laut yang menumpuk dapat mengakibatkan termodifikasinya struktur habitat, berkurangnya intensitas cahaya di dasar perairan sehingga menurunkan kadar oksigen dalam laut. Sampah yang terperangkap dapat menimbulkan fragmentasi (pecahan-pecahan karang) dan goresan pada karang, yang dapat menyebabkan kematian pada karang (Ruli, 2017). Sampah plastik juga dapat menyebabkan karang terkena penyakit, hal ini dikarenakan sampah plastik mengandung ribuan mikroba patogen yang berbahaya bagi kesehatan karang tersebut (Lamb *et al.*, 2018). Salah satu dampak negatif dari sampah plastik yang tersangkut di karang dapat menyebabkan karang mengalami pemutihan, karena sampah plastik yang tersangkut dapat menghalangi cahaya matahari yang diperlukan untuk proses fotosintesis oleh simbiosis karang (NOAA Marine Debris Program, 2016; Assuyuti *et al.*, 2018). Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis jenis dan konsentrasi makroplastik serta menganalisis potensi hubungan antara makroplastik terhadap terumbu karang.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Pengambilan data dilaksanakan pada Juni 2022 yang berlokasi di Perairan Pemuteran (Gambar 1), dan Padang Bai (Gambar 2).



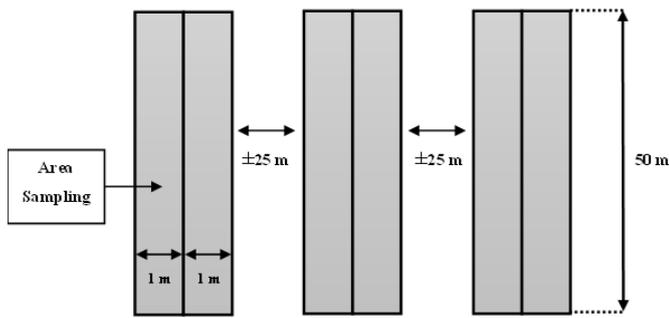
Gambar 1. Peta titik lokasi di perairan Pemuteran



Gambar 2. Peta titik lokasi di perairan Padang Bai

2.2 Metode Penelitian

Data makroplastik diambil dengan mengadaptasi metode monitoring yang dikembangkan oleh Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) (Schuyler *et al.*, 2018). Metode ini dilakukan dengan menarik transek sepanjang 50 meter dan jarak antar transek sejauh ± 25 meter dari ditemukannya terumbu karang dekat pantai ke arah laut / secara vertikal lalu kemudian diikuti dengan melakukan pendataan sampah makroplastik yang terdapat pada 1 meter di kanan dan kiri transek (Gambar 3).



Gambar 3. Sketsa pengambilan data makroplastik

Metode *line intercept transect* / LIT (transek garis) yang dikembangkan oleh *Australian Institute of Marine Science* (AIMS) dan *The Great Barrier Reef Marine Park Authority* digunakan dalam pengambilan persentase tutupan karang (Wahib dan Luthfi, 2019). Metode ini menggunakan transek berupa meteran dengan prinsip pencatatan substrat dasar yang menyinggung transek (Purnomo, 2012).

2.3 Analisis Data

2.3.1 Persentase Tutupan Karang

Persentase tutupan karang yang diperoleh dengan metode LIT (*Line Intercept Transect*) dihitung berdasarkan persamaan Widikurnia (2016):

$$L = \frac{L_i}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana L adalah persen tutupan karang (%); L_i adalah panjang bentuk pertumbuhan jenis kategori ke- i (meter); dan N adalah Panjang transek (meter). Kategori kondisi baku mutu dalam persentase tutupan karang ditunjukkan pada Tabel 1 (Widikurnia, 2016).

Tabel 1. Kriteria Kondisi Tutupan Karang

Persentase Tutupan Karang	Kriteria Penilaian
0 – 24,9	Rusak
25 – 49,9	Sedang
50 – 74,9	Baik
75 – 100	Sangat Baik

2.3.2 Konsentrasi Makroplastik

Konsentrasi sampah menggambarkan banyaknya jumlah sampah pada suatu unit area. Konsentrasi sampah laut dihitung berdasarkan persamaan 2 (Lippiatt *et al.*, 2013):

$$C = n / (w \times l) \quad (2)$$

C adalah jumlah sampah (buah/m²), n adalah total sampah, w adalah lebar transek (m) dan l adalah panjang dari transek (m).

2.3.2 Potensi Hubungan Makroplastik terhadap Persen Tutupan Terumbu Karang

Adanya hubungan yang signifikan antara penutupan terumbu karang dengan sampah laut, ketika sampah mengalami peningkatan dan terumbu karang mengalami penurunan (Richards & Beger, 2011). Untuk mengetahui potensi hubungan konsentrasi makroplastik dengan persen tutupan karang, data yang diperoleh berupa konsentrasi makroplastik, persentase tutupan karang hidup dan karang mati digunakan analisis korelasi sederhana yang

kemudian ditabulasi dan disajikan dalam bentuk gambar dan grafik sehingga diketahui kecenderungan yang terjadi. Untuk memperoleh nilai korelasi sederhana digunakan persamaan 3:

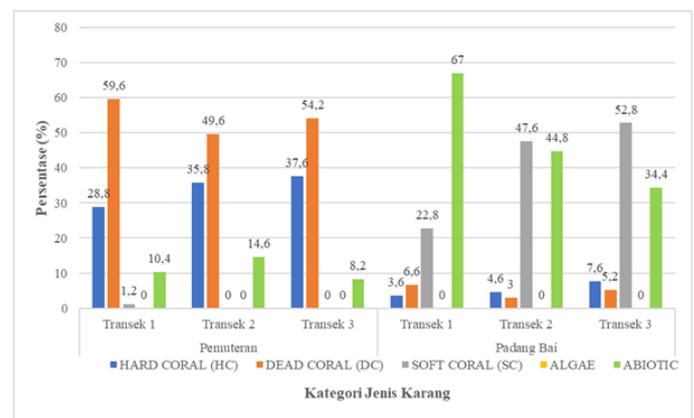
$$r_{xy} = \frac{\sum(xy)}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (3)$$

Dimana r_{xy} adalah koefisien korelasi, $\sum(xy)$ adalah jumlah konsentrasi makroplastik dan persentase tutupan karang, $\sum x^2$ adalah jumlah konsentrasi makroplastik (ind/m²), dan $\sum y^2$ adalah jumlah persentase tutupan karang (%).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Tutupan Terumbu Karang

Kondisi substrat bentik di perairan Pemuteran terdiri atas karang keras, karang mati, karang lunak, dan pasir. Pada setiap transek di Perairan Pemuteran, didominasi oleh karang mati. Nilai persen tutupan karang keras pada transek 1, 2, dan 3 secara berturut-turut sebesar 28,8, 35,8, dan 37,6 %. Sedangkan di Perairan Padang Bai terdiri atas karang keras, karang mati, karang lunak, pecahan karang, dan pasir. Pada transek 1 di Perairan Padang Bai, didominasi oleh unsur abiotik yang berupa pasir dan pecahan karang. Nilai persentase tutupan karang keras pada transek 1 sebesar 3,6%. Sedangkan pada transek 2 dan transek 3, didominasi oleh karang lunak. Nilai persen tutupan karang keras pada transek 2 dan 3 secara berturut-turut sebesar 4,6% dan 7,6% (Gambar 4). Tutupan substrat bentik yang mendominasi di Perairan Pemuteran rata-rata berjenis karang mati yang ditumbuhi alga sedangkan di Perairan Padang Bai rata-rata didominasi oleh karang lunak dan unsur abiotik. Kondisi tutupan karang keras di 3 transek di Perairan Pemuteran masuk dalam kriteria sedang dan di 3 transek pada di Perairan Padang Bai termasuk dalam kriteria buruk (Widikurnia, 2016). Menurut Al Alif *et al.* (2017), tutupan karang keras di Perairan Pemuteran rata-rata dalam kondisi baik. Perbedaan hasil ini diduga karena adanya perbedaan titik, jumlah titik, dan panjang transek pengambilan data terumbu karang di perairan tersebut. Sedangkan pada Perairan Padang Bai menunjukkan hasil yang serupa, dimana studi oleh Putra *et al.* (2019) menyatakan tutupan karang keras di Perairan Padang Bai berada dalam kondisi buruk.

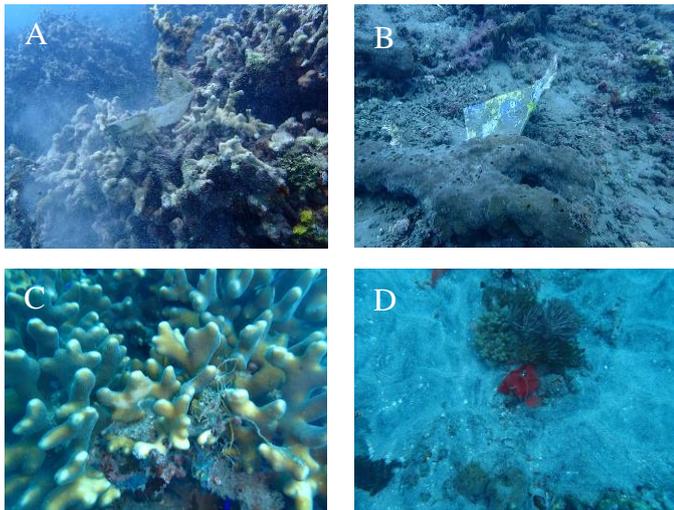


Gambar 4. Kondisi tutupan karang di Pemuteran dan Padang Bai

3.2 Karakteristik dan Konsentrasi Makroplastik

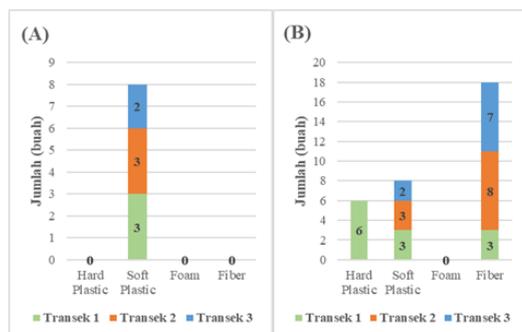
Hasil pengambilan data pada 6 transek di kedua perairan penelitian ini ditemukan makroplastik di setiap transek. Ditemukan total 40 buah makroplastik dengan jenis *fiber* (45%), *soft plastic* (40%), dan *hard plastic* (15%). Makroplastik jenis *fiber* yang ditemukan yaitu tali pancing, jaring ikan, potongan tali kapal, dan potongan kain. Jenis *soft plastic* yang ditemukan yaitu

plastik sampah dan plastik kemasan. Jenis *hard plastic* yang ditemukan yaitu botol plastik dan tutup botol plastik yang sudah berbentuk fragmen/pecahan (Gambar 5).



Gambar 5. Jenis makroplastik yang ditemukan di perairan Pemuteran (A-B) dan Padang Bai (C-D).

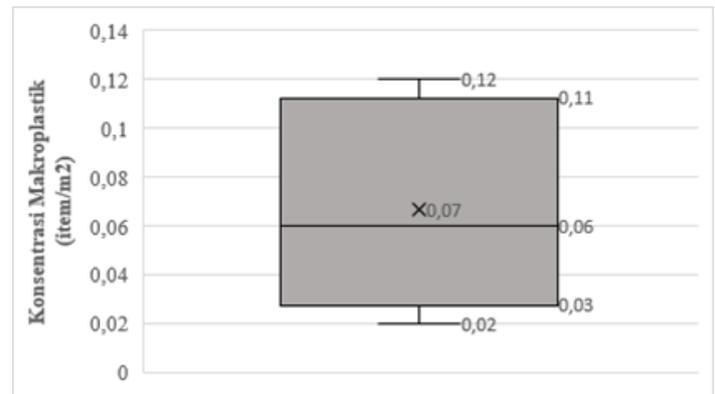
Pada Perairan Pemuteran, makroplastik yang ditemukan di transek 1 berjenis *soft plastic* sebanyak 3 buah, transek 2 berjenis *soft plastic* sebanyak 3 buah, dan transek 3 berjenis *soft plastic* sebanyak 2 buah (Gambar 6. A). Total keseluruhan makroplastik yang ditemukan pada Perairan Pemuteran adalah sebanyak 8 buah. Pada Perairan Padang Bai, makroplastik yang ditemukan di transek 1 berjenis *hard plastic* sebanyak 6 buah, *soft plastic* sebanyak 3 buah, dan *fiber* sebanyak 3 buah (Gambar 6. B). Pada transek 2, makroplastik yang ditemukan berjenis *soft plastic* sebanyak 3 buah dan *fiber* sebanyak 8 buah. Sedangkan di transek 3, makroplastik yang ditemukan berjenis *soft plastic* sebanyak 2 buah dan *fiber* sebanyak 7 buah. Total keseluruhan makroplastik yang ditemukan pada perairan Padang Bai adalah sebanyak 32 buah.



Gambar 6. Jenis dan jumlah makroplastik yang diperoleh pada ekosistem terumbu karang di Perairan Pemuteran (A) dan Padang Bai (B).

Karakteristik makroplastik yang ditemukan per masing-masing perairan dari 6 transek pada 2 perairan ini, didapatkan nilai konsentrasi sampah berkisar 0,02 – 0,12 buah/m², dengan nilai rata-rata 0,07 buah/m² dan nilai median 0,06 buah/m². Konsentrasi makroplastik pada Perairan Pemuteran memiliki nilai berkisar antara 0,02 – 0,03 buah/m² dan pada Perairan Padang Bai berkisar antara 0,09 – 0,12 buah/m². Nilai konsentrasi tertinggi yaitu 0,12 buah/m² ditemukan pada transek 1 di Perairan Padang

Bai, sedangkan nilai konsentrasi terendah yaitu 0,02 ditemukan pada transek 3 di Perairan Pemuteran (Gambar 7).



Gambar 7. Barplot nilai konsentrasi makroplastik pada kedua lokasi penelitian

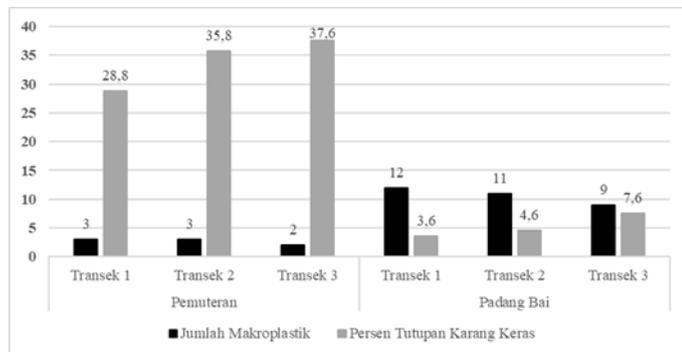
Secara umum, jenis makroplastik yang ditemukan di Perairan Padang Bai lebih bervariasi dibandingkan dengan Pemuteran. Jumlah keseluruhan makroplastik yang ditemukan pada ekosistem terumbu karang di Perairan Padang Bai lebih tinggi dibandingkan dengan Pemuteran. Persebaran nilai konsentrasi makroplastik di Perairan Pemuteran dan Padang Bai menunjukkan bahwa tidak terdapat nilai ekstrim/outlier dari persebaran konsentrasi makroplastik pada kedua lokasi penelitian ini. Perairan Padang Bai memiliki jumlah dan konsentrasi makroplastik lebih tinggi dikarenakan aktivitas di Perairan Padang Bai selain menjadi daerah pemanfaatan wisata juga terdapat aktivitas nelayan dan pelabuhan, sedangkan pada Perairan Pemuteran terdapat aktivitas wisata dan konservasi. Hal tersebut juga berkaitan dengan penelitian di Taman Nasional Laut Karimunjawa, dimana lokasi yang berdekatan dengan aktivitas pelabuhan, jalur kapal, dan pariwisata lebih tinggi ditemukan sampah plastik dibandingkan daerah konservasi maupun aktivitas manusia yang kecil (Muchlissin *et al.*, 2021).

Penelitian serupa yang telah dilakukan oleh Putra (2019) pada perairan Pulau Pahawang Besar (Lampung) menyatakan bahwa ditemukan sampah laut sebanyak 10 buah. Hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil yang ditemukan di perairan Pemuteran dimana aktifitas yang terjadi di kedua perairan tersebut memiliki kesamaan, seperti wisata dan aktifitas masyarakat sekitar yang tergolong kecil. Sedangkan jumlah sampah laut hasil penelitian yang diperoleh di perairan Padang Bai juga tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh pada studi yang telah dilakukan oleh Assuyuti *et al.*, (2018) di Kepulauan Seribu (Jakarta). Namun, ada perbedaan jenis sampah laut yang ditemukan pada kedua perairan tersebut. Hal tersebut berkaitan dengan aktifitas antara kedua perairan tersebut, dimana pada Perairan Padang Bai didominasi dengan aktifitas pelabuhan, nelayan, dan wisata, sedangkan pada Perairan Kepulauan Seribu didominasi oleh aktifitas masyarakat pemukiman dan juga wisata.

3.3 Perbandingan dan Hubungan Makroplastik terhadap Tutupan Terumbu Karang Keras

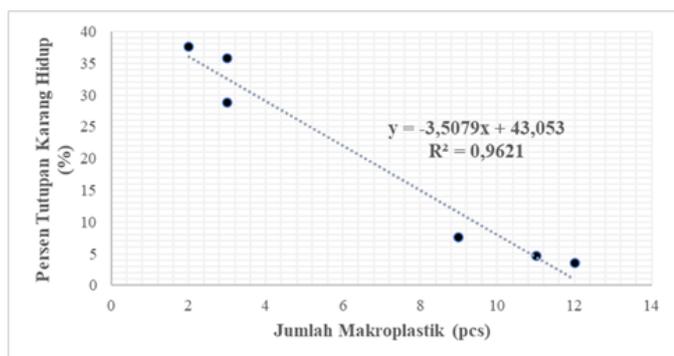
Perbandingan jumlah makroplastik terhadap persen tutupan karang hidup di kedua perairan penelitian ini menunjukkan pola yang berbanding terbalik, dimana pada Perairan Pemuteran nilai persen tutupan karang hidup lebih tinggi dibandingkan jumlah makroplastik sedangkan pada Perairan Padang Bai jumlah makroplastik lebih tinggi dibandingkan persen tutupan karang hidup (Gambar 8). Hal tersebut juga berkaitan dengan hasil

perhitungan korelasi sederhana dimana jumlah makroplastik pada ekosistem terumbu karang memiliki korelasi negatif terhadap persen tutupan karang keras dengan nilai R sebesar -0,981. Kondisi ini juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Richard dan Beger (2011) yang berlokasi di Laguna Majuro yang menunjukkan bahwa semakin tinggi sampah pada ekosistem terumbu karang maka menyebabkan tutupan terumbu karang semakin menurun (Ruli, 2017).



Gambar 8. Perbandingan jumlah makroplastik (buah) dengan persen tutupan karang keras (%)

Jumlah makroplastik terhadap persen tutupan karang keras memiliki hubungan yang sangat signifikan dengan nilai determinasi sebesar 0,96. Jika sampah menutupi permukaan karang maka akan berpengaruh terhadap *zooxanthellae* sebagai penghasil utama energi pada karang, puing-puing sampah akan menghambat reaksi fotosintesis yang dilakukan oleh *zooxanthellae*, sehingga karang mengalami kekurangan suplai makanan dan lambat laun akan mengalami kematian serta sampah yang menutupi substrat dasar perairan juga dapat mengalami rekrutmen karang (Richard & Beger, 2011). Sampah juga berpengaruh terhadap kesehatan karang ketika jaringan karang tergores puing-puing sampah plastik maka akan meningkatkan kerentanan karang terkena penyakit (*coral disease*) dan terumbu karang yang terkontaminasi plastik memiliki kemungkinan 89% terkena penyakit, sedangkan daerah terumbu karang yang bebas plastik hanya memiliki kemungkinan 4% terkena penyakit (Lamb *et al.*, 2018).



Gambar 9. Hubungan jumlah makroplastik (buah) terhadap persen tutupan karang keras (%).

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Jenis makroplastik yang ditemukan di Perairan Pemuteran berjenis *soft plastic* dengan nilai konsentrasi berkisar antara 0,02 – 0,03 buah/m², sedangkan pada Perairan Padang Bai berjenis *fiber*, *soft plastic*, dan *hard plastic* dengan nilai

konsentrasi yang lebih tinggi berkisar antara 0,09 – 0,12 buah/m².

2. Perbandingan jumlah makroplastik terhadap persen tutupan karang keras bernilai -0,981 yang berarti berbanding terbalik dimana jika jumlah makroplastik meningkat akan menurunkan persen tutupan karang keras. Pengaruh jumlah makroplastik terhadap persen tutupan karang keras sangat signifikan dengan nilai determinasi sebesar 0,96.

Daftar Pustaka

- [UN] United Nations. 2012. Report of the United Nations Conference on Sustainable Development. New York: UN. 92 hlm
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2011. UNEP Year Book: Emerging Issues in our Global Environment. Nairobi (KE): UNEP. 92 hlm
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2014. UNEP Year Book: Emerging Issues in our Global Environment. Nairobi (KE): UNEP. 71 hlm
- [SCBD] Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2016. Marine debris: Understanding, Preventing and Mitigating the Significant Adverse Impacts on Marine and Coastal Biodiversity. Montreal: SCBD. 78 hlm
- Al Alif, S., Karang, I. W. G. A., & Suteja, Y. 2017. Analisis hubungan kondisi perairan dengan terumbu karang di Desa Pemuteran Buleleng Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 142-153.
- Arifin, F., Dirgayusa, I. G. N. P., & Faiqoh, E. 2017. Struktur Komunitas Ikan dan Tutupan Karang di Area Bio rock Desa Pemuteran, Buleleng, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(1), 59-69.
- Assuyuti, Yayan Mardiansyah, et al. 2018. Distribusi dan jenis sampah laut serta hubungannya 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.
- Bali Partnership, 2019. Workshop kerjasama pengelolaan sampah plastik pesisir dan laut. Kantor Gubernur Bali.
- Brate, Inger Lise N., et al. Plastic ingestion by Atlantic cod (Gadus morhua) from the Norwegian coast. *Marine pollution bulletin* 112.1-2 (2016): 105-110.
- CSIRO. 2014. Marine Debris sources, distribution and fate of plastic and other refuse – and its impact on the ocean and coastal wildlife. Di dalam: Zulkarnaen A. 2017. Identifikasi Sampah Laut di Pantai Bondia Kecamatan Galesong, Pantai Karama Kecamatan Galesong Utara, dan Pantai Mandi Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar [Skripsi]. Makassar: Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin. 74 hlm
- Dunning, K. H. 2015. *Ecosystem services and communitybased coral reef management institutions in post blast-fishing Indonesia*. *Ecosystem Services*, 16, 319-332
- Gallo, Frederic, et al. 2018. Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. *Environmental Sciences Europe* 30.1: 1-14.

- Guntur, G., Arifin, S., & Luthfi, O. M. 2016. Komposisi Penyusun Terumbu Karang Tepi (Fringing Reef) Di Pulau Mandangin Kabupaten Sampang, Madura The Composition of Fringing Reef Formation in Pulau Mandangin, Sampang Province, Madura. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 11(2), 94-98.
- Hendrawan IG, Karidewi MP, Pratama GIP, Maharta IPRF, Adibhusana MN. 2019. Survei dan Monitoring Sampah Laut Pesisir Bali. Denpasar: *WWF Indonesia*. 56 hlm
- Jambeck, Jenna R., et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347.6223 (2015): 768-771.
- Lamb, B.J., Bette, L., Evan, A., Fiorenza, Couteny, S., Robert, H., Douglas, N., Rader., James, D., Lisa, A.K., Awaludinnoer, A., Jompa, J., Harvell, D. 2018. Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Journal science*. 359: 460-462.
- Lippiatt, Sherry, Sarah O, Courtney A. 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. USA: NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R46. 88 hlm
- Muchlissin, S. I., Abi Widyananto, P., Sabdono, A., & Radjasa, O. K. 2020. Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Ekosistem Terumbu di Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1), 1-6.
- NOAA Marine Debris Program. 2016. Habitat Marine Debris Impacts on Coastal and Benthic Habitats. National Oceanic and Atmospheric Administration Book Publish.15 hlm.
- Purba NP, Syamsuddin ML, Sandro R, Pangestu IF, Prasetio MR. 2017. Distribution of Marine Debris in Biawak Island, West Java, Indonesia. *World Scientific News Vol. 66*: 281-292.
- Purnomo, T., & Hariyadi, S. (2012). Kajian potensi perairan dangkal untuk pengembangan wisata bahari dan dampak pemanfaatannya bagi masyarakat sekitar (studi kasus Pulau Semak Daun sebagai daerah penunjang kegiatan wisata Pulau Pramuka Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu). *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 2(3), 172-183
- Putra, I. M. R., Dirgayusa, I. G. N. P., & Faiqoh, E. 2019. Keanekaragaman dan Biomassa Ikan Karang serta Keterkaitannya dengan Tutupan Karang Hidup di Perairan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali. Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2), 164-176.
- Ruli F. 2017. Dampak Sampah Terhadap Terumbu Karang. *Lonawarta* 23(2), 43-50.
- Schuyler Q, Willis K, Lawson TJ, Mann V, Wilcox C. 2018. Handbook of Survey Methodology Plastics Leakage (developed for CSIRO Global Plastic Pollution Project). Australia: CSIRO ePublish EP178700. 52 hlm
- Wahib, N. K., & Luthfi, O. M. 2019. Kajian Efektivitas Penggunaan Metode Lit, Pit, Dan Qt Untuk Monitoring Tutupan Substrat. *Jfmr (Journal Of Fisheries And Marine Research)*, 3(3), 331-336.
- Waters, C et al. 2016. The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.ancene.2016.01.002>
- Widikurnia P. 2016. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang untuk Kegiatan Ekowisata Selam di Pulau Biawak, Indramayu, Jawa Barat. Skripsi. Bogor, Indonesia: Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.