

## Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali

Maghfira Shafazamilla Mauludy<sup>1</sup>, Agung Yunanto<sup>2</sup> & Defri Yona<sup>\*1,3</sup>

<sup>1</sup>Fisheries and Marine Science Department, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>Institute for Marine Research and Observation (IMRO), Ministry of Marine Affairs and Fisheries,  
Jalan Baru Perancak, Negara, Bali, Indonesia

<sup>3</sup>Marine Research and Exploration and Management (MEXMA) Research Group, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

\*Corresponding author, email: defri.yona@ub.ac.id

Submitted 16 May 2019 Revised 04 November 2019 Accepted 06 December 2019

**Abstrak** Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya yang kuat dan tidak mudah rusak. Salah satu limbah yang dihasilkan dari plastik adalah mikroplastik. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa dan membandingkan mikroplastik yang terkandung pada sedimen di beberapa pantai wisata di Kabupaten Badung, Bali. Penelitian ini dilakukan di lima pantai yaitu Pantai Doublesix, Pantai Kuta, Pantai Melasti, Pantai Mengiat dan Pantai Tanjung Bena. Rata-rata kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini adalah  $90,7 \pm 59,1$  partikel  $\text{kg}^{-1}$ . Terdapat tiga jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu film, fiber dan fragmen dengan kelimpahan jenis yang bervariasi antar pantainya. Fiber ditemukan mendominasi di seluruh pantai dengan kelimpahan rata-rata  $42,8 \pm 24,1$  partikel  $\text{kg}^{-1}$ . Pantai Kuta memiliki kelimpahan mikroplastik paling tinggi dibandingkan pantai lainnya yaitu sebesar  $148,9 \pm 103,8$  partikel  $\text{kg}^{-1}$ . Hal ini diduga karena Pantai Kuta merupakan pantai yang padat akan wisatawan. Penelitian ini juga dilakukan saat musim barat dimana terdapat fenomena musiman di Pantai Kuta yaitu fenomena sampah kiriman.

**Kata kunci:** Fiber; film; fragmen; mikroplastik; pantai wisata

**Abstract** The use of plastic material has increased significantly because of its durability and resistance from degradation. Plastic wastes could degrade into smaller size known as microplastics. The purposes of this study are to analyze and to compare total abundance of microplastic among coastal beaches in Badung, Bali. This study was conducted at five different coastal beaches which are Doublesix Beach, Kuta Beach, Melasti Beach, Mengiat Beach, and Tanjung Bena Beach. Microplastic abundance was found in the average of  $90.7 \pm 59.1$  particles  $\text{kg}^{-1}$ . There are three types of microplastic found in this study; film, fiber, and fragment and the abundances were varied among beaches. Fiber dominated all the study areas in the average of  $42.8 \pm 24.1$  particle  $\text{kg}^{-1}$ . Kuta Beach has the highest amount of microplastic compared to the other beaches with the average of  $148.9 \pm 103.8$  particles  $\text{kg}^{-1}$ . It might be due to Kuta Beach is the very famous beach visited by many tourists in the Bali Island. Moreover, this study was conducted during monsoon season that has been known to bring plastic wastes to Kuta Beach.

**Keywords:** Fiber; film; fragment; microplastic; coastal beach

### PENGANTAR

Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya yang kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Perkembangan produk plastik di Indonesia sangat pesat hampir pada semua jenis kebutuhan manusia. Produk plastik selain sangat dibutuhkan oleh masyarakat juga mempunyai dampak buruk bagi lingkungan. Sampah plastik sangat potensial mencemari lingkungan karena plastik merupakan bahan yang sulit terdegradasi (Sahwan *et al.*, 2005). Sampah plastik di daerah pesisir merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi oleh suatu daerah yang berada dekat dengan pantai atau pesisir (Dewi *et al.*, 2015).

Salah satu limbah plastik yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem di wilayah pesisir dan laut adalah mikroplastik. Mikroplastik merupakan salah satu bagian dari sampah lautan yang berpotensi mengancam lebih

serius dibandingkan material plastik yang berukuran besar. Ukuran mikroplastik yang kecil memungkinkan ditelan oleh organisme. Studi sebelumnya menemukan partikel mikroplastik pada saluran pencernaan invertebrata dan bivalvia (Cauwenberghe *et al.*, 2013). Setelah dicerna oleh organisme, mikroplastik dapat tereliminasi dengan proses defekasi atau tetap bertahan pada jaringan organisme (translokasi) (Browne *et al.*, 2008). Hingga saat ini dampak yang merugikan dari konsumsi mikroplastik pada biota perairan terus meningkat karena mikroplastik memiliki sifat toksik (Crawford & Quinn, 2017<sup>a</sup>).

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm (Thompson *et al.*, 2009). Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil batas bawah ukuran mikroplastik minimal 300  $\mu\text{m}$  (Storck *et al.*, 2015). Mikroplastik hadir dalam bermacam-macam kelompok

yang sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Eriksen *et al.*, 2013; Storck *et al.*, 2015).

Kebudayaan mikroplastik banyak terdapat pada kolom perairan dan sedimen. Akan tetapi kelimpahan mikroplastik lebih banyak terdapat pada sedimen dibandingkan pada perairan (Cauwenberghe *et al.*, 2013). Kebanyakan dari mikroplastik mengendap di sedimen karena transport mikroplastik cenderung lebih lambat dibandingkan di kolom perairan (Cauwenberghe *et al.*, 2013; Manalu *et al.*, 2017; Su *et al.*, 2016).

Pulau Bali adalah salah satu pulau yang kaya dengan daya tarik wisata baik obyek wisata alam maupun obyek wisata budaya (Asak & Sirtha, 2013). Kabupaten Badung sebagai salah satu kabupaten di Provinsi Bali adalah kabupaten dengan konsentrasi produk pariwisata tertinggi di Pulau Dewata (Patria, 2014). Salah satu objek wisata yang selalu dikunjungi oleh wisatawan adalah objek wisata pantai. Menurut Cole *et al.* (2011) salah satu penyumbang utama pencemaran mikroplastik adalah kegiatan pariwisata, sehingga diperlukan analisis mengenai pencemaran mikroplastik pada beberapa pantai wisata di Kabupaten Badung. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa dan membandingkan mikroplastik yang terkandung pada sedimen di beberapa pantai wisata di Kabupaten Badung, Bali.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

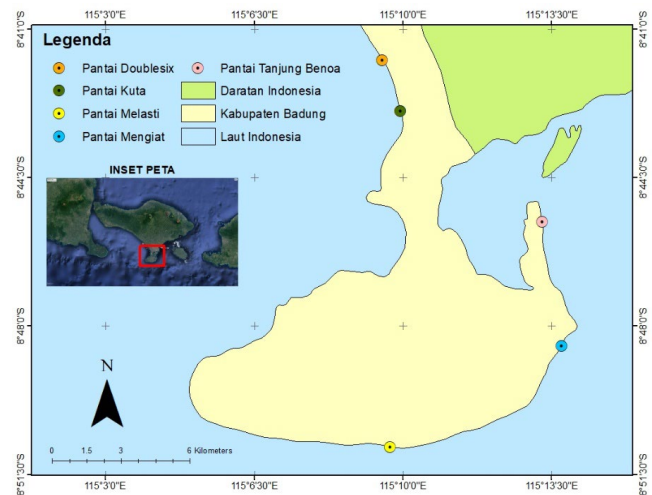
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sedimen yang diperoleh dari lima pantai yang tersebar di Kabupaten Badung, Bali yaitu Pantai Doublesix, Kuta, Melasti, Mengiat, dan Tanjung Benoa (Gambar 1). Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 30%, Fe(II) 0.05 M, NaCl pekat, dan aquadest.

### Metode

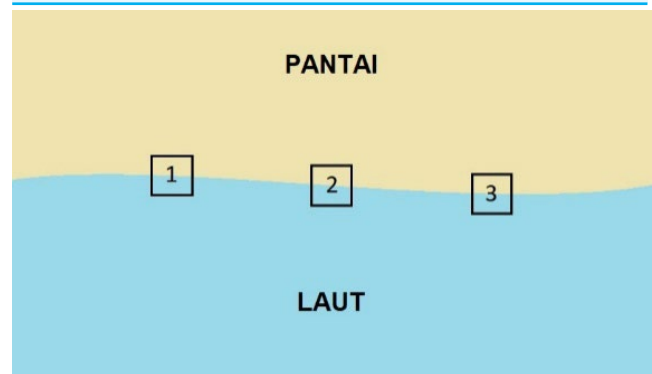
Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada tanggal 21-23 April 2018 dan dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap pantai. Titik sampling ditentukan dari pembagian secara rata dari panjang pantai yang diharapkan mewakili luasan daerah tersebut. Pada setiap pantai terdapat tiga substasiun pengambilan sampel dimana substasiun ditentukan dari interval jarak panjang pantai (Arisa *et al.*, 2014; Sagawa *et al.*, 2018) (Gambar 2). Sampel sedimen diambil pada saat surut di zona pasang tertinggi karena pada zona tersebut mikroplastik melimpah (Karthik *et al.*, 2018). Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan transek 10x10 m yang di dalamnya terdapat transek 1x1 m sebanyak 5 transek.

Sedimen permukaan di setiap transek 1x1 m dihomogenkan dan diambil 200 gr sehingga didapatkan sedimen sejumlah 1 kg untuk dianalisis kandungan mikroplastiknya. Pengambilan sampel sedimen menggunakan sekop berbahan metal untuk menghindari kontaminasi dari plastik. Sampel yang sudah diambil selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik yang sebelumnya sudah diberi label dan

dimasukkan ke dalam *cool box* untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian pada lima pantai wisata di Kabupaten Badung.



Gambar 2. Ilustrasi sampling mikroplastik pada sedimen di pantai wisata Kabupaten Badung.

### Analisa laboratorium

Prosedur analisis kandungan mikroplastik pada sedimen merupakan metode modifikasi dari penelitian yang dilakukan oleh Masura *et al.* (2015) dan Laglbauer *et al.* (2014). Analisis kandungan mikroplastik terdiri dari beberapa tahap. Tahapan tersebut adalah preparasi sampel, pemisahan/floatasi plastik berdasarkan berat jenis, penghancuran bahan organik dengan menggunakan hidrogen peroksida, penyaringan, dan identifikasi.

### Preparasi sampel

Sampel sedimen yang sudah disimpan di plastik diambil bagian tengahnya untuk menghindari kontaminasi dari plastik dan dihomogenkan secara manual. Sebanyak 150 gram sampel sedimen basah dimasukkan dalam *beaker glass* dan dihitung berat basahannya dengan menggunakan neraca analitik. Sampel tersebut selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 90°C semalaman agar air yang terkandung dalam sedimen benar-benar hilang dan didapatkan berat sampel kering.

### Pemisahan/floatasi berdasarkan berat jenis

Sampel sedimen selanjutnya diberi larutan NaCl jenuh (300 gr NaCl/1 liter aquades) sebanyak 300 ml dan dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Sampel ditutup dengan menggunakan aluminium foil untuk menghindari kontaminasi dari luar dan didiamkan selama 24 jam agar mendapatkan supernatan yang sempurna. Supernatan disaring dengan menggunakan saringan berukuran 0,1 mm dan hasil saring dipindahkan ke *beaker glass* untuk dihancurkan bahan organiknya.

### Penghancuran bahan organik dengan hidrogen peroksida

Sampel ditambahkan dengan larutan Fe (II) 0.05 M dan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dengan volume masing-masing adalah 20 ml. Sampel dipanaskan dan dihomogenkan pada suhu 75 °C pada *hotplate stirrer* selama ±30 menit. Jika sampel masih mengandung bahan organik, maka ditambahkan lagi 20 ml larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sampai bahan organik benar-benar hancur.

### Penyaringan dan identifikasi mikroplastik

Sampel yang sudah hilang bahan organiknya kemudian disaring dengan menggunakan saringan 0,3 mm dan 5 mm. Hasil saringan diletakkan pada cawan petri yang selanjutnya diidentifikasi secara visual dan diidentifikasi lebih lanjut dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 10x. Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan cara jumlah partikel mikroplastik yang diperoleh per berat sedimen kering.

### Uji fourier transform infrared spectrophotometry (FTIR)

FTIR merupakan teknik yang paling populer dan sering digunakan untuk mengidentifikasi tipe polimer dari mikroplastik. Pengujian FTIR hanya dilakukan pada mikroplastik jenis fragmen dan film. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan pada sampel yang diperoleh yaitu terlalu kecil/sedikitnya partikel mikroplastik yang memungkinkan noise pada hasil spektra.

### Analisis statistik

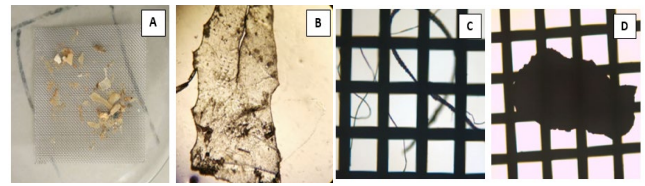
Metode analisa statistika yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji ANOVA satu arah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kelimpahan total maupun kelimpahan jenis mikroplastik pada lima pantai wisata di Kabupaten Badung. Uji ANOVA satu arah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 17.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelimpahan mikroplastik di Kabupaten Badung

Kelimpahan mikroplastik di Kabupaten Badung Hasil penelitian menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik pada sedimen di beberapa pantai wisata di Kabupaten Badung, Bali dengan rata-rata kelimpahan sebesar 90,7±59,1 partikel kg<sup>-1</sup>. Terdapat tiga jenis mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini, yaitu mikroplastik jenis film, fiber dan fragmen (Gambar 3). Sumber mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari pencucian kain baju yaitu sisa benang pakaian dan tali plastik yang terdegradasi (Crawford & Quinn, 2017<sup>b</sup>). Distribusi mikroplastik fiber juga dipengaruhi oleh kegiatan penangkapan ikan yang berasal dari alat tangkap yaitu tali pancing dan jaring yang

terdegradasi (Browne *et al.*, 2011; Crawford and Quinn, 2017<sup>b</sup>; Katsanevakis & Katsarou, 2004).



Gambar 3. A) Hasil penyaringan mikroplastik B) mikroplastik jenis film, C) mikroplastik jenis fiber dan D) mikroplastik jenis fragmen.

Mikroplastik jenis fragmen adalah mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Kelimpahan plastik jenis fragmen berasal dari patahan plastik yang lebih besar (Cole *et al.*, 2011; Dewi *et al.*, 2015). Berbeda dengan fragmen, mikroplastik jenis film merupakan potongan plastik yang memiliki lapisan sangat tipis berbentuk lembaran dengan densitas yang rendah (Dewi *et al.*, 2015; Di & Wang, 2018). Mikroplastik ini banyak berasal dari potongan dan degradasi dari kantong-kantong plastik.

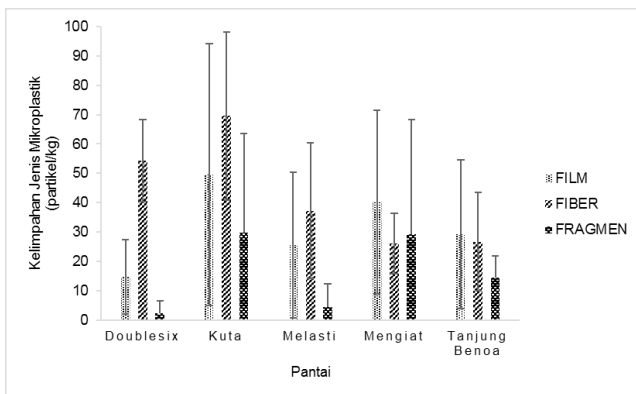
Jenis mikroplastik yang terdapat di Pantai Doublesix, Kuta, dan Melasti memiliki persentase yang beragam, sedangkan di Pantai Mengiat dan Tanjung Benoa memiliki persentase dengan rentang yang tidak jauh berbeda (Tabel 1). Fiber merupakan jenis mikroplastik yang mendominasi di Pantai Doublesix, Kuta dan Melasti dengan persentase berturut-turut 80,7±16,8 %, 57,9±24,1 % dan 65,4±31,0%. Namun sebaliknya, di Pantai Mengiat dan Tanjung Benoa, meskipun masih didominasi oleh jenis fiber, namun jenis film dan fragmen ditemukan dengan persentase yang tidak jauh berbeda dengan fiber. Pantai Doublesix memiliki persentase jenis fiber yang jauh lebih besar dibandingkan dengan pantai lainnya, namun jenis fragmen di pantai ini ditemukan dengan persentase yang paling rendah (2,6±4,4 %). Sama halnya dengan Pantai Doublesix, Pantai Melasti juga mempunyai persentase mikroplastik jenis fragmen yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan pantai lainnya yaitu sebesar 6,7±11,5 %.

Dominansi jenis fiber juga ditemukan di beberapa penelitian, diantaranya di sepanjang pantai Eropa (Lots *et al.*, 2017), di Laut Bohai dan Laut Kuning, China (Zhao *et al.*, 2018) dan di Laut Belgia (Claessens *et al.*, 2011). Keberadaan fiber dapat dikaitkan dengan tingginya aktifitas manusia (Zhao *et al.*, 2018) karena fiber umumnya bersumber dari pakaian atau tali (Claessens *et al.*, 2011). Selain itu, fiber juga dapat berasal dari aktifitas perikanan dalam bentuk degradasi jaring untuk menangkap ikan (Katsanevakis & Katsarou, 2004). Meskipun di Pantai Doublesix tidak terdapat aktifitas perikanan, namun tingginya jenis fiber diduga berasal dari sisa benang, karena disepanjang Pantai Doublesix banyak ditemukan tempat duduk yang dilapisi kain (bean bag) yang langsung diletakkan di tepi pantai. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan Lo *et al.* (2018) dimana jenis fiber paling dominan ditemukan dan berasal dari buangan sisa benang pakaian.

Tabel 1. Rata-rata persentase jenis mikroplastik yang ditemukan disetiap pantai.

Pantai	Persentase jenis mikroplastik (%) $\pm$ SD		
	Film	Fiber	Fragmen
Doublesix	16,8 $\pm$ 14,7	80,7 $\pm$ 16,8	2,6 $\pm$ 4,4
Kuta	28,3 $\pm$ 10,9	57,9 $\pm$ 24,1	13,8 $\pm$ 13,3
Melasti	27,9 $\pm$ 24,2	64,5 $\pm$ 31,0	6,7 $\pm$ 11,5
Mengiat	37,4 $\pm$ 19,7	40,2 $\pm$ 35,7	22,4 $\pm$ 29,3
Tanjung Benoa	36,5 $\pm$ 33,8	43,4 $\pm$ 36,7	20,1 $\pm$ 3,0

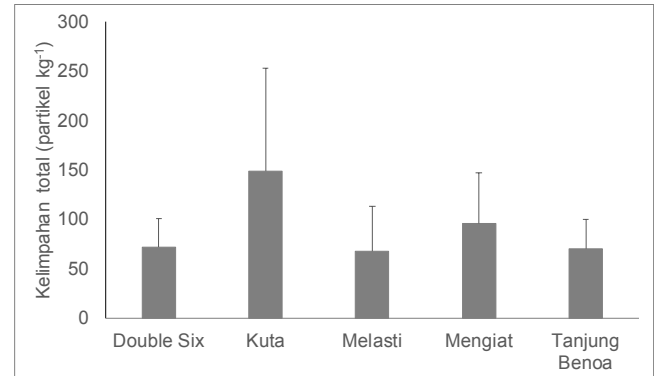
Pantai Doublesix dan Pantai Melasti memiliki persentase dan kelimpahan jenis fragmen paling kecil dibandingkan pantai lainnya (Gambar 4). Sumber pencemaran mikroplastik jenis fragmen paling tinggi berasal dari kegiatan antropogenik berupa pecahan plastik yang lebih besar yang memiliki densitas lebih padat seperti dari pipa paralon, tutup botol, ember, dan lain-lain. Tidak banyak ditemukan jenis fragmen di Pantai Doublesix karena terdapat banyak tempat pembuangan sampah di pantai ini. Pantai Melasti merupakan pantai paling selatan di Kabupaten Badung yang sangat jauh dari kegiatan antropogenik dan tergolong pantai yang masih sepi dari kegiatan wisata. Tersedianya fasilitas pembuangan sampah di Pantai Doublesix dan rendahnya aktifitas wisata di Pantai Melasti menjadi alasan sedikitnya jenis fragmen ditemukan di kedua pantai ini. Dominansi fragmen akibat tingginya aktifitas manusia di daerah pesisir pantai ditemukan pada penelitian Yona *et al.* (2019) dan Zobkov & Esiukova (2017).



Gambar 4. Grafik kelimpahan jenis mikroplastik pada lima pantai di Kabupaten Badung.

Kelimpahan total mikroplastik dari lima pantai memiliki nilai yang beragam (Gambar 5), dengan rata-rata kelimpahan total berkisar 67,2-148,9 partikel  $\text{kg}^{-1}$ . Kelimpahan total mikroplastik paling tinggi terdapat di Pantai Kuta sebesar 148,9 $\pm$ 103,8 partikel  $\text{kg}^{-1}$ , yang disusul oleh Pantai Mengiat sebesar 95,4 $\pm$ 52,1 partikel  $\text{kg}^{-1}$ , sedangkan pada ketiga pantai lainnya yaitu Pantai Doublesix, Melasti dan Tanjung Benoa kelimpahan total mikroplastik memiliki nilai dengan rentang yang hampir sama yaitu berturut-turut sebesar

71,5 $\pm$ 28,9 partikel  $\text{kg}^{-1}$ , 67,2 $\pm$ 46,1 partikel  $\text{kg}^{-1}$  dan 70,5 $\pm$ 29,6 partikel  $\text{kg}^{-1}$ . Walaupun hasil kelimpahan mikroplastik di setiap pantai memiliki nilai yang berbeda, hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kelimpahan total maupun kelimpahan jenis mikroplastik yang ditemukan pada kelima pantai yang diteliti.



Gambar 5. Grafik kelimpahan total mikroplastik pada lima pantai di Kabupaten Badung.

Kelimpahan mikroplastik di Pantai Kuta jauh lebih tinggi dibandingkan pantai lainnya. Kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh karakteristik di setiap pantainya (Manalu *et al.*, 2017). Tingginya kelimpahan total mikroplastik di Pantai Kuta dikarenakan pantai ini merupakan salah satu pantai terkenal di Pulau Bali yang sangat ramai dengan wisatawan sepanjang harinya. Kegiatan wisata dan antropogenik merupakan salah satu penyumbang utama dari pencemaran plastik di lingkungan laut (Cole *et al.*, 2011; Syakti *et al.*, 2017; Yona *et al.*, 2019). Selain itu, penelitian ini juga dilaksanakan pada bulan April pada saat angin musim barat dimana setiap musim barat terdapat fenomena musiman di Pantai Kuta yaitu fenomena sampah kiriman. Sampah-sampah ini berasal dari luar dan berakhir di Pantai Kuta karena terbawa oleh arus. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Badung untuk mengurangi sampah yang dibawa oleh angin musim barat yang berhembus dari barat ke timur (Elyazar *et al.*, 2007) namun tampaknya belum membawa perubahan.

Dibandingkan dengan penelitian yang sudah dilakukan, kelimpahan mikroplastik di Kabupaten Badung lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan di perairan barat daya Sumatera (Cordova & Wahyudi, 2016), di Sekotong Lombok (Cordova *et al.*, 2018) dan di Pangandaran, Jawa Barat (Septian *et al.*, 2018) dengan kelimpahan sebesar 41 partikel, 48,3 partikel/kg, dan 47,3 partikel/kg. Akan tetapi pada penelitian yang dilakukan oleh Yona *et al.* (2019) di Gresik, Jawa Timur dan Asadi *et al.* (2019) di Lamongan, Jawa Timur memiliki hasil yang jauh lebih tinggi dibandingkan di Kabupaten Badung Bali. Perbandingan kelimpahan mikroplastik tersebut dapat dilihat di Tabel 2.



Tabel 2. Perbandingan kelimpahan mikroplastik yang terkandung dalam sedimen dengan penelitian lain.

Lokasi	Rata-rata Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen (partikel/kg)	Sumber
Barat Daya Sumatera	41	Cordova & Wahyudi (2016)
Sekotong, Lombok	48,3±13,9	Cordova <i>et al.</i> (2018)
Pangandaran, Jawa Barat	47,3	Septian <i>et al.</i> (2018)
Gresik, Jawa Timur	546,0±153,5	Yona <i>et al.</i> (2019)
Lamongan, Jawa Timur	205,9±109,8	Asadi <i>et al.</i> (2019)
Badung, Bali	90,7 ±52,1	Penelitian ini

#### Hasil spektra uji FTIR

Hasil FTIR menunjukkan bentuk polimer yang berbeda yaitu polystyrene (PS), polymetyl methacrylate (PMMA), polypropylene (PP), acrylonitrile butadiene styrene (ABS) dan polycarbonate (PC). Mikroplastik fragmen yang berasal dari Pantai Tanjung Bena dan Mengiat menunjukkan bentuk polimer polystyrene (PS), polymetyl methacrylate (PMMA), dan polypropylene (PP). Pencemaran dari mikroplastik jenis fragmen tersebut dapat bersumber dari kemasan makanan dan tutup botol untuk polimer polystyrene (PS) (Nurhadi *et al.*, 2017) pada polimer polymetyl methacrylate (PMMA) dapat berasal dari pecahan plastik akrilik (Ebewele, 2000), sedangkan sumber dari polypropylene dapat berasal dari pecahan kursi berbahan dasar polypropylene karena banyaknya kursi tersebut di sepanjang pantai (Mohamed Nor & Obbard, 2014).

Mikroplastik jenis film yang berasal dari Pantai Tanjung Bena dan Doublesix menunjukkan *polimer acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) dan *polycarbonate* (PC). Pencemaran dimungkinkan berasal dari kegiatan olah raga air di Pantai Tanjung Bena karena lembaran ABS biasa digunakan untuk pelapis kano (Ebewele, 2000). Polimer polycarbonate (PC) dapat berasal dari atap canopy yang menipis karena masih banyaknya penggunaan canopy di sepanjang pantai (Zhou & Mahdavian, 2004).

## KESIMPULAN

Sedimen di beberapa pantai wisata di Kabupaten Badung, Bali terkontaminasi oleh mikroplastik jenis film, fiber dan fragmen. Fiber ditemukan mendominasi di seluruh pantai penelitian dengan kelimpahan tertinggi ditemukan di Pantai Doublesix. Hal ini dikarenakan sumber fiber yang lebih besar, yaitu diduga berasal dari benang tempat duduk yang terdapat di Pantai Doublesix. Kelimpahan mikroplastik dari kelima pantai memiliki nilai yang beragam, meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan kelimpahan total maupun kelimpahan jenis film, fiber dan fragmen pada semua pantai. Kelimpahan total mikroplastik tertinggi ditemukan di Pantai Kuta yang merupakan salah satu pantai terkenal di Pulau Bali dan padat dengan aktifitas wisata. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan saat musim barat, dimana terdapat fenomena

sampah kiriman dari luar Pantai Kuta yang dibawa oleh arus laut.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada instansi Balai Riset dan Observasi Laut (BROL) Bali karena telah memberikan fasilitas laboratorium dan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arisa, R.R.P., E.W. Kushartono & W. Atmodjo. 2014. Sebaran sedimen dan kandungan bahan organik pada sedimen dasar perairan Pantai Slamaran Pekalongan. *J. Mar. Res.* 3: 342-350
- Asadi, M.A., A.M.S. Hertika, F. Iranawati & A.Y. Yuwandita. 2019. Microplastics in the sediment of intertidal areas of Lamongan, Indonesia. *AACL Bioflux.* 12: 1065-1073
- Asak, K.S.A & I.N. Sirtha. 2013. Peranan Dinas Pariwisata Kabupaten Badung dalam mengembangkan potensi pariwisata Badung. *Kertha Negara.* 1: 1-5
- Browne, M.A., M.P. Crump, S.J. Niven, E. Teuten, A. Tonkin, T. Galloway & R. Thompson. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 21: 9175-9179
- Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C., 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environ. Sci. Technol.* 42, 5026-5031. <https://doi.org/10.1021/es800249a>
- Cauwenberghe, L.V., Vanreusel, A., Mees, J., Janssen, C.R., 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environ. Pollut.* 182, 495-499. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.08.013>
- Claessens, M., Meester, S.D., Landuyt, L.V., Clerck, K.D., Janssen, C.R., 2011. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2199-2204. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.030>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Cordova, M.R., Hadi, T.A., Prayudha, B., 2018. Occurrence and abundance of microplastics in coral reef sediment: a case study in Sekotong, Lombok-Indonesia. *AES Bioflux* 10, 23-29.
- Cordova, M.R., Wahyudi, A.J., 2016. Microplastic in the deep-sea sediment of Southwestern Sumatran Waters. *Mar. Res. Indones.* 41, 27. <https://doi.org/10.14203/mri.v41i1.99>
- Crawford, C.B., Quinn, B., 2017a. The biological impacts and effects of contaminated microplastics, in: *Microplastic Pollutants.* Elsevier, pp. 159-178.
- Crawford, C.B., Quinn, B., 2017b. Microplastic identification techniques, in: *Microplastic Pollutants.* Elsevier, pp. 219-267.

- Dewi, I.S., Aditya Budiarsa, A., Ramadhan Ritonga, I., 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. DEPIK 4. <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>
- Di, M., Wang, J., 2018. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Sci. Total Environ.* 616–617, 1620–1627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.150>
- Ebewele, R.O., 2000. *Polymer science and technology*. CRC Press, Boca Raton.
- Elyazar, N., Mahendra, M.S., Wardi, I.N., 2007. Dampak aktivitas masyarakat terhadap tingkat pencemaran air laut di Pantai Kuta Kabupaten Badung serta upaya pelestarian lingkungan. *Ecotrophic* 2, 1–18.
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., Amato, S., 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Mar. Pollut. Bull.* 77, 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.007>
- Karthik, R., Robin, R.S., Purvaja, R., Ganguly, D., Anandavelu, I., Raghuraman, R., Hariharan, G., Ramakrishna, A., Ramesh, R., 2018. Microplastics along the beaches of southeast coast of India. *Sci. Total Environ.* 645, 1388–1399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.242>
- Katsanevakis, S., Katsarou, A., 2004. Influences on the Distribution of Marine Debris on the Seafloor of Shallow Coastal Areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air, Soil Pollut.* 159, 325–337.
- Laglbauer, B.J.L., Franco-Santos, R.M., Andreu-Cazenave, M., Brunelli, L., Papadatou, M., Palatinus, A., Grego, M., Deprez, T., 2014. Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Mar. Pollut. Bull.* 89, 356–366. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.036>
- Lo, H.-S., Xu, X., Wong, C.-Y., Cheung, S.-G., 2018. Comparisons of microplastic pollution between mudflats and sandy beaches in Hong Kong. *Environ. Pollut.* 236, 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.031>
- Lots, F.A.E., Behrens, P., Vijver, M.G., Horton, A.A., Bosker, T., 2017. A large-scale investigation of microplastic contamination: Abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment. *Mar. Pollut. Bull.* 123, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.057>
- Manalu, A.A., Hariyadi, S., Wardiatno, Y., 2017. Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay, Indonesia 10, 11.
- Masura, B., Foster, A., 2015. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48.
- Mohamed Nor, N.H., Obbard, J.P., 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.* 79, 278–283. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.025>
- Nurhadi, T., Budiyanoro, C., Sosiati, H., 2017. Identifikasi mechanical properties dari bahan daur ulang polysterene. *J. Mater. Dan Proses Manufaktur* 1, 36–40.
- Patria, T.A., 2014. Tinjauan Sistem dan Elemen Pariwisata di Kabupaten Badung, Bali, Melalui Sistem Pariwisata Leiper. *Binus Bus. Rev.* 5, 66–79. <https://doi.org/10.21512/bbr.v5i1.1197>
- Sagawa, N., Kawaai, K., Hinata, H., 2018. Abundance and size of microplastics in a coastal sea: Comparison among bottom sediment, beach sediment, and surface water. *Mar. Pollut. Bull.* 133, 532–542. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.036>
- Sahwan, F.L., Martono, D.H., Wahyono, S., Wisoyodharmo, L.A., 2005. Sistem pengelolaan limbah plastik di Indonesia. *J. Tek. Lingkung.* 6, 311–318.
- Septian, F.M., Purba, N.P., Agung, M.U.K., Yuliadi, L.P.S., Akuan, L.F., Mulyani, P.G., 2018. Sebaran spasial mikroplastik di sedimen Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *J. Geomaritim Indones.* 1, 1–8.
- Storck, F.R., Kools, S.A.E., Rinck-Pfeiffer, S., 2015. Microplastic in fresh water resources, in: *Science Brief. Global Water Research Coalition*, Australia, p. 7.
- Su, L., Xue, Y., Li, L., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., Shi, H., 2016. Microplastic in Taihu Lake, China. *Environ. Pollut.* 216, 711–719.
- Syakti, A.D., Bouhroum, R., Hidayati, N.V., Koenawan, C.J., Boulkamh, A., Sulisty, I., Lebarillier, S., Akhlus, S., Doumenq, P., Wong-Wah-Chung, P., 2017. Beach macro-litter monitoring and floating microplastic in a coastal area of Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.* 122, 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.046>
- Thompson, R.C., Swan, S.H., Moore, C.J., vom Saal, F.S., 2009. Our plastic age. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 364, 1973–1976. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>
- Yona, D., Sari, S.H.J., Iranawati, F., Bachri, S., Ayuningtyas, W.C., 2019. Microplastics in the surface sediments from the eastern waters of Java Sea, Indonesia. *F1000Research* 8, 98. <https://doi.org/10.12688/f1000research.17103.1>
- Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., Wang, Q., 2018. Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. *Sci. Total Environ.* 640–641, 637–645. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.346>
- Zhou, B.H., Mahdavian, S.M., 2004. Experimental and theoretical analyses of cutting nonmetallic materials by low power CO<sub>2</sub>-laser. *J. Mater. Process. Technol.* 146, 188–192.
- Zobkov, M., Esiukova, E., 2017. Microplastics in Baltic bottom sediments: Quantification procedures and first results. *Mar. Pollut. Bull.* 114, 724–732. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.060>