

KOMPOSISI DAN JUMLAH SAMPAH LAUT YANG TERDISTRIBUSI PADA EKOSISTEM MANGROVE DI KOTA KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR, INDONESIA

(COMPOSITION AND AMOUNT OF MARINE DEBRIS DISTRIBUTED TO MANGROVE ECOSYSTEMS IN KUPANG CITY, EAST NUSA TENGGARA, INDONESIA)

Selviana Mboro¹, Lumban Nauli Lumban Toruan^{1*}, dan Lady Cindy Soeawarlan¹

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Keywords:
Marine debris,
Composition of types,
Number of pieces,
Mangrove Ecosystem

ABSTRACT

The unique mangrove root system is a gathering place for small and large waste. The density of the population results in varied activities so that the waste produced in various types, quantities and sizes can be distributed to the mangrove area either through rivers or carried by the wind. The purpose of this study was to determine the type and amount of waste in the mangrove ecosystem in Kupang City. The method used is observation. Sampling was carried out by installing a transect perpendicular to the sea along 70 m at the place with the highest abundance of waste and the thickness of the mangrove reached 50-100 meters. There are 6 transects installed at the study site and each transect is divided into three zones consisting of three quadrants with a size of 30 x 10 m². The distance between quadrants is 20 m with the first quadrant being at the first point where mangroves are found. The results of the study found that the composition of the types of waste scattered in the mangrove ecosystem of Kupang City were 88,91% plastik with a total of 15,628 pieces, cloth (4,21%) with a total of 640 pieces, other waste (3,97%) with a total of 604 pieces, cork/foam (1,18%) with a total of 148 pieces, rubber (0,57%) with a total of 86 pieces, metal (0,29%) with a total of 44 pieces, glass and ceramics (0,15%) with a total of 11 pieces, then paper and cardboard (0,05%) with a total of 7 pieces. Types of plastic waste, fabrics, others, rubber and metal have a greater amount in the first zone, cork / foam is the most in the second zone then paper and cardboard are most found in the first and third zones, while glass and ceramics are the most in zone three.

Kata Kunci:
Sampah laut, Komposisi jenis, Jumlah potongan, Ekosistem mangrove.

ABSTRAK

Sistem perakaran mangrove yang unik menjadi tempat berkumpulnya sampah berukuran kecil maupun besar. Padatnya jumlah penduduk menghasilkan aktifitas yang bervariasi sehingga sampah yang dihasilkan dalam berbagai jenis, jumlah dan ukuran dapat terdistribusi ke daerah mangrove baik melalui aliran sungai maupun yang terbawa angin. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui jenis dan jumlah sampah pada ekosistem mangrove di Kota Kupang. Metode yang digunakan yaitu observasi. Sampling dilakukan dengan memasang

transek tegak lurus ke arah laut sepanjang 70 m pada tempat dengan kelimpahan sampah tertinggi dan ketebalan mangrove mencapai 50-100 meter. Terdapat 6 transek yang dipasang pada lokasi kajian dan setiap transek terbagi dalam tiga zona yang terdiri dari tiga kuadran dengan ukuran 30 x 10 m². Jarak antar kuadran adalah 20 m dengan kuadran pertama berada pada titik pertama ditemukannya mangrove. Hasil kajian menemukan komposisi jenis sampah yang tersebar pada ekosistem mangrove Kota Kupang yaitu plastik sebesar 89,59 % dengan jumlah 15.628 potongan, kain (4,21%) dengan jumlah 640 potongan, sampah lain-lain (3,97 %) dengan jumlah 604 potongan, gabus/busa (1,18%) dengan jumlah 180 potongan, karet (0,57%) dengan jumlah 86 potongan, logam (0,29%) dengan jumlah 44 potongan, gelas dan keramik (0,15%) dengan jumlah 23 potongan, kemudian kertas dan kardus (0,05%) dengan jumlah 7 potongan. Jenis sampah plastik, kain, lain-lain, karet dan logam memiliki jumlah yang lebih besar pada zona pertama, gabus/busa paling banyak berada pada zona kedua kemudian kertas dan kardus paling banyak ditemukan pada zona pertama dan ketiga, sedangkan gelas dan keramik paling banyak berada pada zona tiga.

*Corresponding Author : lumbannauli@staf.undana.ac.id

PENDAHULUAN

Kota Kupang adalah Ibu Kota Nusa Tenggara Timur yang merupakan bagian dari Pulau Timor. Beberapa wilayah dari Kota ini memiliki ekosistem mangrove yang berada tidak jauh dari pemukiman penduduk, sehingga tidak terlepas dari aktivitas masyarakat. Ekosistem mangrove pada pesisir pantai dimanfaatkan masyarakat yang tinggal di sekitaran pantai sebagai tempat mencari umpan untuk memancing, tempat mencari kayu bakar maupun tempat berlabuhnya kapal. Pemerintah setempat juga menjadikan mangrove sebagai lokasi ekowisata. Aktivitas masyarakat, baik dari pemukiman, ekowisata maupun perkapalan disekitar kawasan mangrove atau pesisir pantai memberikan kontribusi terhadap keberadaan sampah, dimana masyarakat

terbiasa membuang sampah tidak pada tempatnya (Hardiana, 2018).

Sampah yang berada di sekitar pantai akan terbawa oleh arus dan terperangkap di mangrove. Keberadaan sampah pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh pasang surut, arus permukaan laut, dan angin yang membawa sampah dari tempat yang jauh sehingga sampah terperangkap pada akar mangrove (Maharani dkk., 2017). Sistem perakaran mangrove yang unik menjadi tempat berkumpulnya sampah, baik yang berukuran kecil maupun besar. Terperangkapnya sampah pada mangrove menimbulkan ancaman dimana sampah yang terdegradasi akan menutupi benih mangrove yang akan tumbuh dan hal tersebut akan mengurangi tingkat kerapatan

dan kesuburan mangrove (Suryono, 2019). Mengingat akan fungsi mangrove dalam ekologi, fisik, biologi, maupun [sosial]-ekonomi menjadikan mangrove sebagai salah satu ekosistem yang sangat berperan penting bagi lingkungan pesisir, namun keberadaan sampah pada ekosistem ini akan mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi mangrove tersebut (Indrayanti dkk., 2015; Senoaji & Hidayat, 2016; Takarendehang dkk., 2018). Fajriah dkk., (2019) menjelaskan bahwa sampah laut yang ditemukan di permukaan sedimen mangrove berupa plastik, logam kaleng, kaca, kayu dan bangkai kapal. Sampah plastik yang berada di sedimen mangrove dapat mengganggu dan membahayakan keberlangsungan hidup biota yang berada pada sedimen mangrove.

Kajian mengenai distribusi sampah laut pada ekosistem mangrove sudah dilakukan di beberapa negara seperti Karibia (Debrot et al., 2013), Brazil (Ivar do Sul et al., 2014), Malaysia (Yin et al., 2019). Indonesia sendiri juga telah mengkaji masalah sampah laut di ekosistem mangrove pada beberapa daerah seperti Riau, Jawa dan Jakarta (Fajriah et al., 2019; Maharani dkk., 2018; Hastuti, 2014). BPS Kota Kupang mencatat kepadatan penduduk yaitu 2.456 jiwa/Km² dengan jumlah penduduk 442.758 jiwa yang ada di Kota Kupang pada tahun 2020 (BPS Kota Kupang, 2021). Padatnya jumlah penduduk

menghasilkan aktifitas yang bervariasi sehingga sampah yang dihasilkan dalam berbagai jenis, jumlah, dan ukuran dapat terdistribusi ke daerah mangrove baik melalui aliran sungai, arus laut, maupun yang terbawa angin. Hingga saat ini informasi mengenai distribusi sampah pada mangrove di Kota Kupang masih sangat kurang, sehingga berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan kajian mengenai distribusi sampah laut pada ekosistem mangrove di Kota Kupang.

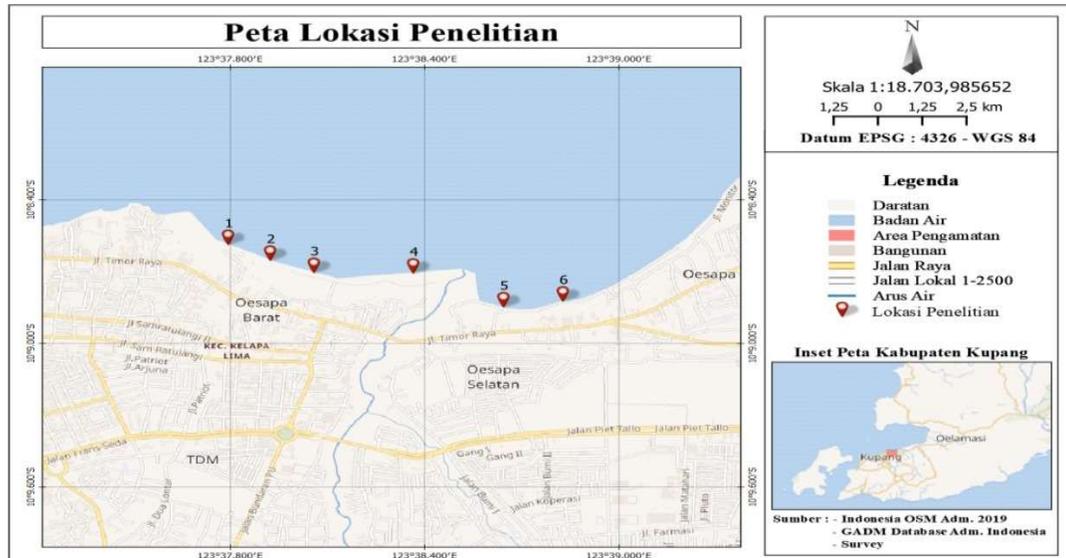
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan September - November 2020 di pesisir pantai Kota Kupang yang memiliki mangrove. Kajian dilakukan pada 6 lokasi (Gambar 1) yang berada di Kelurahan Oesapa Barat dan Kelurahan Oesapa. Lokasi 1, 2, 3, dan 4 berada pada Pantai di Kelurahan Oesapa Barat, sedangkan Lokasi 5 dan 6 berada pada Pantai Oesapa di Kelurahan Oesapa. Lokasi 4 dan 5 dipisahkan oleh muara Sungai Pohon Duri.

Lokasi kajian ditentukan dengan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah metode pengambilan sampel yang ditentukan sendiri oleh peneliti berdasarkan kriteria tertentu guna untuk tercapainya tujuan meneliti (Etikan et al., 2016). Kriteria yang dilihat dalam penentuan lokasi penelitian yaitu pantai dan mangrove yang dapat diakses, ketebalan mangrove

minimum 70 m dari bibir pantai ke arah laut, memiliki kelimpahan sampah tertinggi, dan

panjang pantai minimal 50 m.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tali rafia untuk membuat transek, kayu untuk patokan panjang transek, rol meter untuk mengukur jarak antar plot, *smartphone Android* versi 8.1.0 yang dilengkapi dengan kamera untuk dokumentasi serta aplikasi *GPS Map Camera* versi 1.8.0 untuk merekam titik koordinat transek, *Tides* versi 2.13 untuk mengetahui informasi pasang surut, sarung tangan untuk pelindung tangan, alat tulis menulis untuk mencatat jenis, jumlah, dan berat sampah. Timbangan digital 50 kg dengan ketelitian 5 gr dan 500 gr dengan ketelitian 0,01 gr digunakan untuk menimbang berat sampah, untuk pengukuran panjang sampah digunakan meteran kain, kemudian laptop untuk mengolah data. Sedangkan bahan yang

digunakan adalah air untuk membersihkan sampah dari lumpur dan kantung sampah sebagai wadah untuk mengumpulkan sampah.

Metode Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer yang didapat dari observasi langsung yang dilakukan di lapangan. Data primer tersebut meliputi jenis dan jumlah sampah.

Metode Pengambilan Sampel

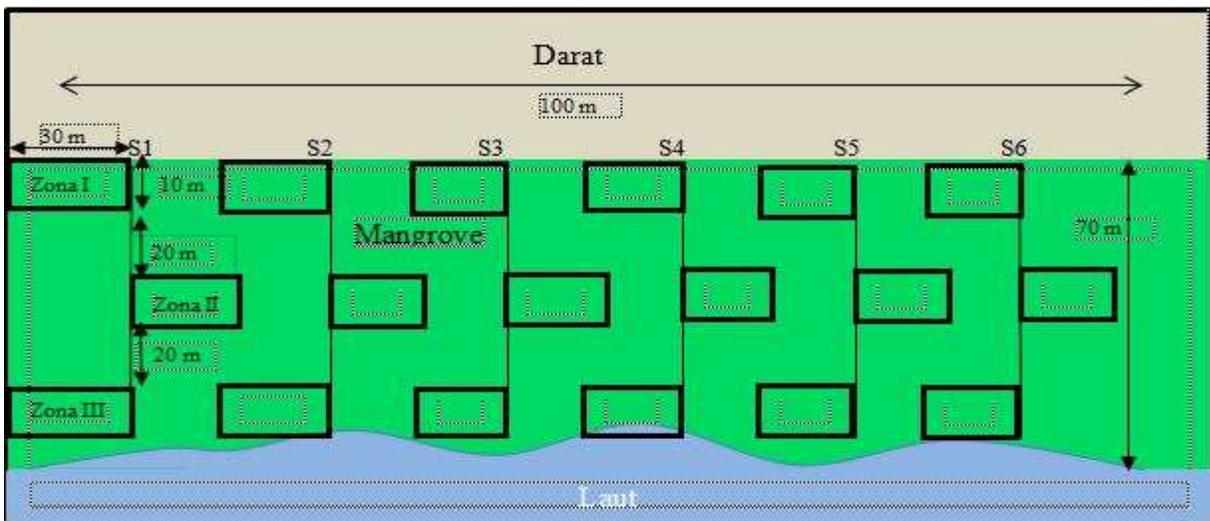
Pengambilan dan pemilahan sampah menggunakan panduan monitoring sampah di pantai yang mengacu pada Chesire *et al.*, (2009). Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan pengamatan yaitu lokasi pengambilan sampel (stasiun dan transek), area

pengambilan sampel harus ditentukan sesuai dengan kondisi sekitar (kerapatan mangrove, kepadatan mangrove, tingkat bahaya lumpur, dan waktu pasang surut) serta alat dan bahan yang diperlukan untuk pengamatan.

Penentuan Lokasi Transek

Pemasangan transek diletakkan pada lokasi yang memiliki kelimpahan sampah tertinggi dengan ketebalan mangrove 50 – 100 m. Pada setiap lokasi ditarik transek

tegak lurus ke arah laut sepanjang 70 m dan pada transek tersebut dibuat kuadran dengan panjang dan lebar 30 x 10 m² (Gambar 2). Kuadran dipasang mengarah ke laut dengan jarak antar kuadran adalah 20 m. Kuadran yang pertama diletakkan pada titik pertama ditemukan mangrove yang merupakan zona pertama, kuadran kedua adalah zona kedua diletakkan 20 m setelah zona pertama dan 20 m kemudian diletakkan kuadran ketiga yang merupakan zona ketiga.



Gambar 2. Transek Survei Sampah Laut

Pengumpulan Sampah Laut

Pengambilan sampel dilakukan pada saat air laut surut agar memudahkan dalam proses pengambilan sampah. Pemeriksaan waktu pasang surut menggunakan aplikasi *Tides* versi 2.13 yang sudah terpasang pada *smartphone Android* versi 8.1.0. Sampah laut yang diambil adalah seluruh sampah pada lokasi

kajian, artinya sampah yang ditemukan baik di permukaan sedimen maupun yang tersangkut pada batang dan akar mangrove, kecuali kayu. Setelah lokasi transek ditentukan, maka langkah selanjutnya meliputi :

- 1) Pencatatan dan mendokumentasi titik koordinat lokasi transek dan sampah

pada masing-masing kuadran menggunakan aplikasi *GPS Map Camera*.

- 2) Pencatatan jenis sampah yang ditemukan pada permukaan sedimen, akar, pohon, anakan, semai dan jenis mangrove. Sampah yang digunakan dalam kajian ini adalah sampah yang ukurannya >5 mm.
- 3) Membersihkan sampah dari lumpur maupun pasir dan mengeringkan sampah.
- 4) Memilah sampah berdasarkan jenis sampah sesuai dengan Tabel Klasifikasi Sampah Laut. Sampah yang tidak ada dalam klasifikasi dimasukkan dalam kategori lainnya dengan catatan yang dibuat lebih spesifik.
- 5) Menghitung jumlah dan mengukur panjang sampah menggunakan meteran kain.
- 6) Menimbang setiap jenis sampah menggunakan timbangan digital 50 kg dengan ketelitian 5 gr (untuk sampah yang jumlahnya banyak dan ukurannya besar) dan timbangan digital 500 gr dengan ketelitian 0,01 gr (untuk sampah yang jumlahnya lebih sedikit dan ukurannya lebih kecil).
- 7) Mencatat semua hasil data jenis, jumlah, berat, dan panjang sampah dalam Tabel Klasifikasi Sampah.

Klasifikasi Sampah Laut

Klasifikasi sampah laut yang digunakan dalam kajian ini menggunakan metode klasifikasi UNEP (2009), dimana sampah laut dikategorikan dalam 9 kategori material dengan 77 jenis sampah, namun dalam kajian yang dilakukan hanya digunakan 8 kategori material karena kategori kayu tidak dimasukkan dalam kajian ini. Kategori jenis sampah yang dikaji yaitu plastik, gabus/busa, kain, gelas dan keramik, logam, kertas dan kardus, karet dan lain-lain. Sampah organik tidak dimasukkan dalam sampah laut, sedangkan lamun atau ganggang dan tumbuhan lainnya yang merupakan bahan asli alami secara eksplisit dikecualikan dalam pedoman UNEP.

Analisis Data

Proses selanjutnya yang dilakukan setelah pengumpulan sampel berupa sampah yaitu pengelompokan sampel ke dalam kategori berupa sampah plastik, gabus/busa, kain, gelas dan keramik, logam, kertas dan kardus, karet dan lain-lain berdasarkan UNEP (2009). Sampah yang telah dikelompokkan berdasarkan kategori dihitung jumlah sesuai jenisnya, kemudian dianalisis dengan statistik deskriptif yang dilakukan menggunakan *Micsoft Excel*.

HASIL

Gambaran Umum Lokasi

1. Mangrove Kelurahan Oesapa Barat

Kelurahan Oesapa Barat adalah salah satu kelurahan dari Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang yang memiliki ekosistem mangrove pada sepanjang garis pantainya. Garis pantai yang ditumbuhi mangrove ini telah dijadikan penduduk sebagai lokasi ekowisata, tempat mencari kayu bakar, tempat berlabuhnya kapal dan tempat bermain bagi anak-anak yang tinggal di sepanjang garis pantai. Daerah mangrove juga sering dijadikan tempat pembuangan sampah dan tempat mencari cacing yang digunakan sebagai umpan tangkapan. Pantai yang berada di Kelurahan Oesapa Barat ini dipenuhi aktifitas masyarakat karena berbatasan langsung dengan pemukiman penduduk maupun tambak garam. Aktifitas masyarakat yang dilakukan di pantai diantaranya bermain dan bersantai, mencari kayu bakar dan membuat kapal. Wilayah pantai di Kelurahan Oesapa Barat berbatasan dengan Pantai Oesapa dimana batas wilayah dipisahkan oleh sungai.

Pantai yang ada di Kelurahan Oesapa Barat ini juga memiliki aliran sungai yang memisahkan sebagian pantainya, selain itu juga terdapat banyak sampah pada sekitar aliran sungai tersebut. Akses ke pantai yang ada di Kelurahan Oesapa Barat ini dapat dijangkau dengan menggunakan roda dua

dan berjalan kaki, sedangkan pada wilayah yang ditumbuhi mangrove tidak semua tempat dapat dijangkau karena kondisi lumpur yang dalam dan kepadatan mangrove yang tidak memungkinkan untuk masuk ke dalamnya. Substrat pada ekosistem mangrove di pantai ini terdiri dari beberapa yaitu lumpur, pasir berlumpur, dan pasir berkarang. Kehidupan organisme yang terlihat pada ekosistem mangrove di Pantai Oesapa Barat diantaranya ikan, kepiting, cacing, siput, nyamuk, cicak, dan kerang.

2. Mangrove Kelurahan Oesapa

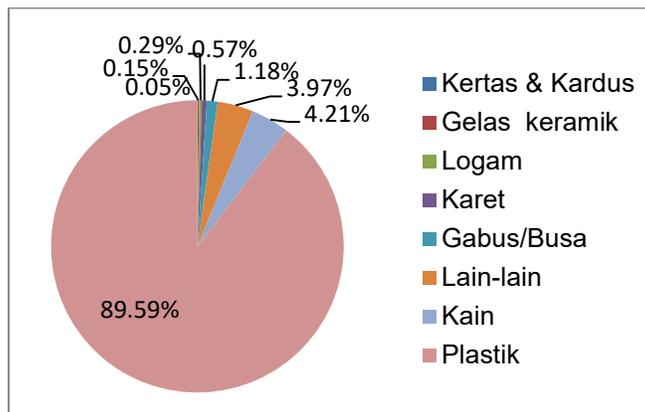
Kelurahan Oesapa merupakan salah satu kelurahan dari Kecamatan Kelapa Lima, yang wilayah pantainya ditumbuhi ekosistem mangrove. Wilayah Pantai Oesapa yang ditumbuhi mangrove sebagian berada dekat aliran sungai dan jauh dari pemukiman penduduk, sedangkan sebagiannya berada dekat pemukiman penduduk dan dekat dengan aktifitas pasar. Akses jalan ke Pantai Oesapa juga sangat baik karena jalannya aspal dan bisa dilewati kendaraan beroda dua maupun empat, sedangkan untuk akses ke dalam lokasi yang ditumbuhi mangrove hampir semua bisa dijangkau. Substrat pada ekosistem mangrove yang berada pada Pantai Oesapa ini diantaranya lumpur, pasir berlumpur, pasir berbatu, dan pasir. Aktifitas yang dilakukan masyarakat sekitar pada

ekosistem mangrove yang ada di Pantai Oesapa ini diantaranya sebagai tempat prewedding, tempat tongkrongan bagi muda-mudi, tempat bermain anak-anak, mencari kayu bakar dan kerang, membuang sampah maupun tempat pembakaran sampah. Wilayah Pantai Oesapa yang berdekatan dengan daerah yang ditumbuhi mangrove dipakai penduduk sekitar sebagai tempat berlabuh dan membuat perahu, tempat membuang sampah serta tempat bermain volley maupun tempat bermain anak-anak. Organisme yang terlihat pada wilayah mangrove di Pantai Oesapa ini yaitu laba-laba, lebah, kepiting, nyamuk, siput, kerang, dan tiram.

Komposisi Jenis Sampah Pada Ekosistem Mangrove di Kota Kupang

Sampah laut yang ditemukan dalam kajian ini terdiri dari sampah plastik, gabus busa, kain, gelas dan keramik, logam, kertas dan kardus, karet dan lain-lain. Sampah kertas dan kardus merupakan sampah yang paling sedikit ditemui dari keseluruhan lokasi, namun keberadaannya

ditemukan hampir disemua lokasi kajian. Jenis sampah kertas dan kardus hanya tidak ditemukan pada lokasi pertama kajian dilakukan yaitu pada ekosistem mangrove yang berada pada pantai Paradiso di Kelurahan Oesapa Barat. Sampah plastik mendominasi dari keseluruhan lokasi kajian dengan jumlah 13.628 potongan (89,59%) (Gambar 3), kemudian diikuti oleh kain dengan persentasenya 4,21%, lain-lain 3,97%, gabus/busa 1,18%, karet 0,57%, logam 0,29%, gelas dan keramik 0,15% dan paling sedikit yaitu kertas dan kardus yaitu sebanyak 0,05%. Sampah plastik yang ditemukan pada ekosistem mangrove di Kota Kupang seperti alat mandi (odol, sikat gigi), kresek, pembungkus barang dan es, bungkus (makanan, minuman, deterjen, produk-produk kecantikan dan kebersihan tubuh), botol dan gelas minuman, tali-talian (senar, rafia, nilon, *strapping band*), karung, terpal, sedotan, plastik keras (tutup botol, bagian-bagian motor, sepatu, sandal, kebutuhan rumah tangga), dan plastik keras lain yang tidak teridentifikasi.

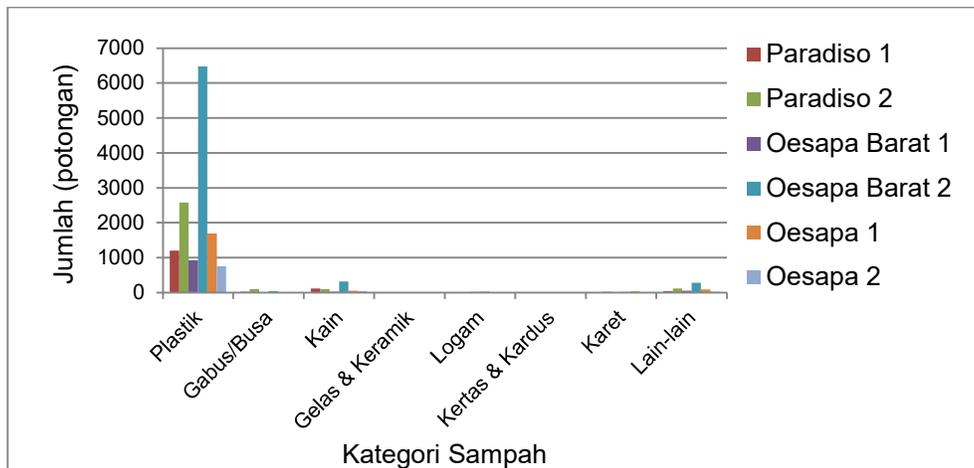


Gambar 3. Komposisi sampah berdasarkan jumlah

Jumlah dan Distribusi Sampah Laut Pada Ekosistem Mangrove di Kota Kupang

Jumlah total sampah yang ditemukan di lokasi kajian pada ekosistem mangrove di Kota Kupang berjumlah 15.212 potongan. Sampah terbanyak ditemukan di lokasi 4 (Oesapa Barat 2) dengan jumlah sampah mencapai 7.160 potongan, kemudian diikuti oleh lokasi 2 (Paradiso 2) sebanyak 2.924 potongan, lokasi 5 (Oesapa 1) dengan jumlah 1.871 potongan, lokasi 1 (Paradiso 1) sebanyak 1.387 potongan,

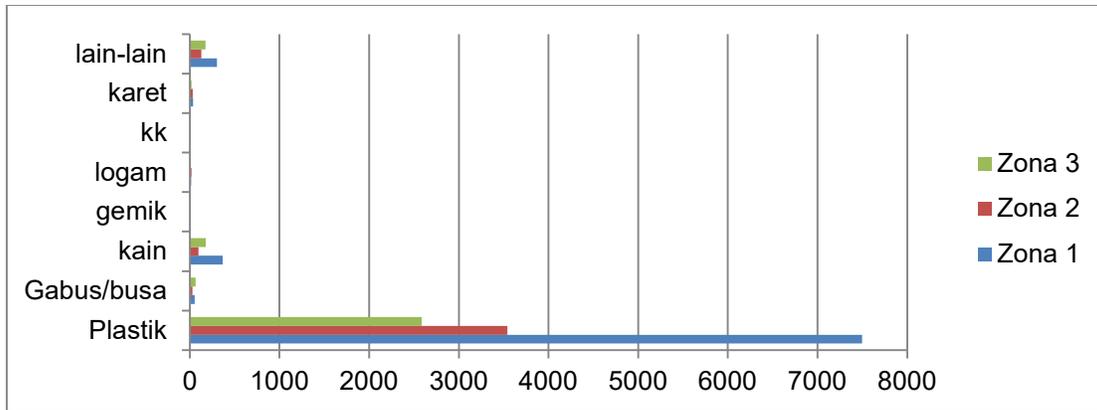
lokasi 3 ditemukan sampah laut dengan jumlah potongan 1.037 dan paling rendah ditemukan di lokasi 6 (Oesapa 2) dengan jumlah potongan sampah sebanyak 833 (Gambar 7). Total sampah laut yang diklasifikasikan UNEP (2009) yaitu 77 jenis, namun dalam kajian ini yang ditemukan sebanyak 53 jenis. Jenis sampah yang ditemukan dari 6 lokasi kajian tidak sama pada setiap lokasinya. Sampah plastik paling banyak ditemukan dari keseluruhan lokasi (Gambar 4).



Gambar 4. Total Jumlah Sampah pada Ekosistem Mangrove Kota Kupang

Distribusi sampah pada ekosistem mangrove di Kota Kupang berdasarkan pembagian zona ditemukan berbeda dalam kategori sampahnya. Jumlah sampah plastik yang mendominasi pada keseluruhan lokasi tentunya juga tersebar

pada keseluruhan ekosistem. Hasil kajian jumlah potongan sampah yang menyebar pada ekosistem mangrove menunjukkan bahwa sampah plastik merupakan kategori sampah yang dominan dari keseluruhan zona (Gambar 5).



Gambar 5. Jumlah sampah di ekosistem mangrove Kota Kupang pada setiap zona berdasarkan kategori sampah

Jumlah kategori sampah yang paling banyak tersebar di ekosistem mangrove Kota Kupang pada setiap zona kajian yaitu kategori plastik dengan total jumlahnya 13.628 potongan sampah. Sampah plastik dapat ditemukan pada akar, sedimen, pohon, anakan maupun semai sebagaimana pada Gambar 6. Kategori plastik ditemukan dengan jumlah sampah pada zona pertama sebanyak 7500 potongan, zona kedua dengan jumlah 3.542 potongan sedangkan pada zona ketiga ditemukan 2.586 potongan sampah plastik. Jumlah potongan sampah kategori kain dan lain-lain juga paling sering ditemukan pada ketiga zona dengan jumlah masing-masing yaitu 640 potongan sampah kategori kain dan 604 potongan sampah kategori lain-lain. Kategori kain pada zona pertama ditemukan berjumlah 365 potongan, 97 potongan pada zona kedua dan zona ketiga ditemukan 178 potongan, kemudian kategori sampah lain-lain ditemukan

sebanyak 302 potongan pada zona pertama, 129 potongan pada zona kedua dan 173 potongan pada zona ketiga. Sampah gabus/busa ditemukan sebanyak 55 potongan pada zona pertama, kemudian pada zona kedua ditemukan 28 potongan sedangkan pada zona ketiga ditemukan 65 potongan, sehingga total sampah kategori gabus/busa yang ditemukan yaitu 148 potongan. Sampah kategori karet, logam, gelas dan keramik ditemukan pada ketiga zona dengan total jumlah potongan masing-masing yaitu 86 potongan kategori karet, 44 potongan sampah kategori logam dan 11 potongan sampah kategori gelas dan keramik. Kategori karet paling banyak ditemukan pada zona pertama (37 potongan), kategori logam pada zona kedua (17 potongan), gelas dan keramik zona ketiga (5 potongan), sedangkan paling sedikit ditemukan untuk kategori karet (17 potongan) dan logam (11 potongan) pada zona ketiga. Sampah kategori kertas dan

kardus merupakan sampah yang paling sedikit ditemukan pada ketiga zona, dimana pada zona pertama dan ketiga ditemukan 3

potongan, sedangkan zona kedua hanya ditemukan 1 potongan.



Gambar 6. Kondisi ekosistem mangrove di Kota Kupang yang terpapar sampah plastik: A),B) sampah di akar; C), D) sampah di sedimen; E) sampah di semai; F) sampah di pohon; G), H) sampah di anakan

PEMBAHASAN

Penyebaran sampah laut pada suatu perairan tidak terlepas dari pergerakan arus maupun angin. Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang dapat menjadi penghalang bagi sampah yang akan masuk ke lautan maupun yang akan keluar ke daratan karena letaknya yang berada pada daerah pasang surut air laut. Berdasarkan hasil kajian pada ekosistem mangrove yang ada pada Kota Kupang, ditemukan bahwa sejumlah sampah terperangkap pada ekosistem mangrove baik pada mangrove maupun pada sedimen dan akar mangrove. Kategori sampah yang paling banyak ditemukan yaitu plastik, kain, lain-lain dan gabus/busa.

Sampah kategori plastik paling banyak ditemukan menyebar pada ekosistem mangrove baik pada pohon, anakan, semai, akar maupun sedimen. Plastik merupakan jenis sampah yang paling banyak dijumpai pada berbagai tempat, seperti pada Pantai Kualo Kota Bengkulu (Johan dkk., 2020), perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang (Assuyuti dkk., 2018), dan Pantai Tongkaina dan Talawan Bajo (Djaguna dkk., 2019). Sebanyak 83,33% sampah plastik juga ditemukan pada kawasan ekowisata mangrove Pulau Bunaken Timur (Sundah dkk., 2021), hal serupa juga ditemukan pada ekosistem mangrove di Kota Kupang dimana 89,59% sampah adalah sampah plastik. Sampah plastik

yang ditemukan terdiri dari berbagai bentuk dan berasal dari berbagai kegiatan yang berada tidak jauh dari ekosistem mangrove seperti kegiatan pemukiman, nelayan, perekonomian, pembangunan dan aktivitas pariwisata.

Aktifitas-aktifitas masyarakat kota menghasilkan sampah plastik setiap harinya. Sampah plastik yang ditemukan seperti kresek, pembungkus barang dan es, bungkus (makanan, minuman, produk-produk kecantikan, deterjen dan kebersihan tubuh), botol dan gelas minuman, tali-talian (senar, rafia, nilon, *strapping band*), karung, terpal, sedotan, plastik keras (tutup botol, bagian-bagian motor, sepatu, sandal, kebutuhan rumah tangga), busa spons, dan plastik keras lain yang tidak teridentifikasi. Penggunaan plastik dalam berbagai aktifitas jual beli menjadi indikasi melimpahnya sampah tersebut, mengingat aktifitas yang berada di sekitar ekosistem seperti pemukiman, wisata, pasar dan nelayan yang tentunya tidak terlepas dari penggunaan kantong plastik sebagai kantong belanja dan sekaligus bungkus dari produk yang dibeli kemudian berakhir menjadi sampah yang berserakan di pesisir. Berbagai jenis sampah tersebut juga kemungkinan berasal dari pembuangan sampah secara sengaja ke Sungai Pohon Duri, yang kemudian terbawa ke laut melalui pergerakan arus dan tersebar pada ekosistem mangrove karena keberadaan

muara sungai yang berbatasan langsung dengan mangrove. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djaguna dkk. (2019) bahwa sampah yang dibuang ke hulu sungai akan terbawa dan menyebar ke ekosistem karena adanya dorongan arus pada muara. Selain plastik dan kain, sampah yang mendominasi pada ekosistem mangrove yang berada pada Oesapa Barat (Paradiso 1, 2 dan Oesapa Barat 1, 2) adalah kategori lain-lain. Ada yang berbeda pada temuan ini dibandingkan dengan kajian Paulus et al., (2020) dan; Salestin et al., (2021), dimana sampah kategori lain-lain merupakan sampah yang paling rendah ditemukan dengan nilai rata-rata 0,32%. Hal tersebut diduga karena lokasi ekowisata yang sering dilakukan pembersihan. Ekosistem mangrove di Oesapa Barat ini lebih sering dikunjungi masyarakat karena banyak pemukiman penduduk yang berjarak tidak jauh dari ekosistem serta aktifitas pembuatan kapal di sepanjang pantai maupun kegiatan ekowisata pada daerah mangrove tersebut. Masyarakat yang tempat tinggalnya tidak jauh dari lokasi ekosistem juga sering berkunjung ke pantai untuk sekedar bersantai. Aktifitas-aktifitas yang dilakukan di sepanjang pesisir yang berbatasan langsung dengan ekosistem mangrove tersebut meninggalkan sampah seperti kresek, kemasan makanan, minuman, tali-talian, pelampung maupun sampah lain-lain. Jumlah sampah paling

tinggi ditemukan pada ekosistem mangrove di Oesapa Barat ini berada pada lokasi yang berbatasan dengan muara Sungai Pohon Duri dimana sampah kresek dan tali yang berhubungan dengan aktifitas perikanan seperti nilon dan senar paling banyak ditemukan. Aktifitas nelayan seperti pelabuhan dan pembuatan kapal pada lokasi ini menjadi penyebab tingginya sampah tali yang dimaksud. Kondisi serupa ditemukan oleh Toruan *et al.*, (2021) dimana umumnya sampah jenis tali dan plastik berhubungan dengan kegiatan perikanan menjelaskan adanya aktifitas yang berhubungan dengan benda-benda tersebut di sekitaran wilayah itu.

Kurangnya kepedulian masyarakat terhadap kebersihan lingkungan pantai maupun mangrove di lokasi ini juga diketahui dari tidak tertariknya masyarakat dalam kegiatan sosialisasi dan pembersihan lingkungan (Nau & Sombo, 2020), kemudian dapat terlihat dari tempat pembuangan akhir yang diarahkan ke pantai. Alasan lain yang mendukung hal tersebut yaitu ada masyarakat yang dengan sengaja menjadikan ekosistem mangrove sebagai tempat buang hajat (ditemukan kotoran manusia dalam petak kuadran) dan tempat membuang bangkai hewan yang dibungkus dalam kresek kemudian digantung dan dibiarkan pada batang mangrove. Meskipun telah dilaksanakan upaya pembersihan namun kegiatan

pembersihan sampah pada lokasi ini juga hanya dilakukan pada lokasi ekowisata mangrove, hal tersebut diketahui dari wawancara singkat dengan masyarakat setempat serta kondisi ekowisata yang sangat bersih ketika dilakukan kajian. Tingkat kepedulian masyarakat yang rendah ini adalah penyebab utama sampah dapat tersebar pada suatu perairan maupun daratan (Kusumawati dkk, 2019). Selain tingkat kepedulian masyarakat yang begitu rendah, sampah yang berada pada lokasi ini juga dipengaruhi oleh aliran air yang berbatasan langsung dengan mangrove dimana terdapat satu aliran sungai dan satu aliran air yang berasal dari tambak garam yang mengalir dan terlihat sampah pada badan maupun pinggirannya sehingga sampah-sampah tersebut terbawa menuju ke laut setiap hari dan akan terdistribusi kembali ke ekosistem karena adanya dorongan arus. Temuan ini sesuai dengan hasil kajian Sundah dkk., (2021) dimana terdistribusinya sampah pada ekosistem mangrove karena adanya dorongan gelombang, arus, dan pasang surut yang membawa sampah tersebut dari suatu tempat ke tempat lainnya.

Kondisi sampah yang berada pada mangrove di Kelurahan Oesapa juga didominasi oleh kategori sampah plastik, lain-lain, dan kain. Sampah plastik yang mendominasi pada lokasi ini diduga berasal dari aktifitas masyarakat yang tidak jauh

dari ekosistem tersebut. Kegiatan yang berada dekat dengan ekosistem ini yaitu pasar tradisional, rekreasi di Pantai Warna, dan aktivitas nelayan, membuat kapal, tempat rekreasi, maupun pembuangan dan pembakaran sampah rumah tangga. Hal tersebut sejalan dengan hasil kajian Purba *et al.*, (2018) dimana kontribusi sampah pada suatu perairan berasal dari kegiatan rumah tangga, nelayan dan wisatawan.

Tingginya empat kategori sampah yang ditemukan pada ekosistem mangrove Kota Kupang menunjukkan bahwa keberadaan sampah tidak terlepas dari aktifitas masyarakat yang mendiami daerah sekitar mangrove. Sampah kain yang ditemukan lebih banyak berupa pakaian bekas menjadi ciri bahwa keberadaan manusia yang berbatasan langsung dengan ekosistem mangrove menjadi salah satu faktor akan adanya sampah pada ekosistem tersebut (Li *et al.*, 2021). Beberapa penelitian sampah pantai dan sampah laut yang berada di sekitar Teluk Kupang juga menjelaskan bahwa sampah laut yang ditemukan berasal dari aktifitas-aktifitas yang berada disekitar wilayah tersebut (Hiwari *et al.*, 2019; Toruan *et al.*, 2021). Sampah lain-lain yang ditemukan pada lokasi kajian merupakan sampah yang bahan dasarnya terdiri dari dua atau lebih kategori sampah dan yang paling banyak ditemukan berupa popok maupun pembalut. Sampah kertas dan kardus merupakan

sampah dengan jumlah terendah yang ditemukan pada ekosistem mangrove di Kota Kupang, hal tersebut karena sifatnya yang mudah hancur jika terkena air sehingga keberadaan sampah dalam bentuk makro tidak banyak terlihat pada ekosistem.

Distribusi sampah pada ekosistem mangrove di Kota Kupang paling banyak berada pada zona pertama yaitu zona yang berbatasan langsung dengan pantai dan paling sedikit ditemukan pada zona ketiga yang merupakan zona yang berbatasan dengan laut. Adanya berbagai aktifitas masyarakat yang berdampingan dengan ekosistem mangrove menjadi faktor utama sampah berada pada suatu wilayah pesisir maupun perairannya. Keberadaan mangrove dimanfaatkan masyarakat mulai dari kegiatan penangkapan, pelabuhan, wisata, maupun mencari kayu bakar. Aktifitas pemukiman yang berada di sekitar pantai menjadi faktor utama sampah berada pada zona yang berbatasan langsung dengan pantai. Sampah yang dibuang akan menumpuk setiap hari dan tersebar ke tempat lain karena adanya proses alam seperti angin maupun pasang surut air laut yang akan membawa sampah ke tempat lain maupun akan tertahan pada ekosistem yang berdekatan dengan pantai tersebut. Pernyataan ini dibuktikan dengan ditemukan sampah tersangkut pada batang mangrove dengan ketinggian 2 m dari

permukaan sedimen pada zona pertama, padahal pada saat pasang tertinggi kedalaman pada zona tersebut tidak mencapai 2 m. Pembakaran sampah yang dilakukan pada pantai juga menjadi sumber sampah karena proses pembakaran yang tidak sempurna akan meninggalkan serpihan-serpihan sampah yang akan tersebar lebih banyak ke ekosistem mangrove pada zona pertama. Kebiasaan masyarakat membuang sampah atau membakar sampah secara langsung di daerah pantai merupakan kebiasaan yang tidak patut dicontoh seperti yang telah disampaikan Ali et al., (2021) dalam kajiannya di Pantai Panjang Kota Bengkulu, hal tersebut karena kurangnya pemahaman masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah.

Tingginya distribusi sampah pada zona pertama juga dipengaruhi oleh jenis mangrove. Jenis mangrove yang berbeda memiliki bentuk dan sistem perakaran yang berbeda pula, hal tersebut mempengaruhi pergerakan sampah dimana sampah yang berukuran makro akan lebih mudah terperangkap pada akar mangrove (Maharani dkk., 2017). Kebanyakan sampah pada zona pertama tersangkut pada akar, dimana jumlah terbanyak adalah sampah dengan kategori plastik. Jenis akar yang terdapat pada zona pertama lebih dominan adalah akar napas dan akar tunjang sehingga sampah plastik lebih

banyak terlilit dan tersangkut pada akar mangrove. Penelitian yang dilakukan pada kawasan mangrove di kawasan Taman Nasional Bali Barat menemukan bahwa kelimpahan sampah pada lokasi terluar lebih tinggi karena rapatnya jenis akar yang berbentuk napas dan tunjang (Pamungkas et al., 2021). Selain pada akar, bentuk percabangan mangrove yang banyak juga mempengaruhi banyaknya sampah plastik yang tersangkut pada ekosistem ini dimana pada zona dua kebanyakan sampah ditemukan pada mangrove kategori pohon. Zona tiga memiliki kepadatan sampah terendah dimana paling banyak sampah ditemukan pada sedimen. Dibandingkan dengan zona pertama dan kedua, jumlah tegakan mangrove pada zona ini paling sedikit jumlahnya, sehingga hal tersebut menyebabkan sampah lebih banyak berada pada sedimen. Pergerakan pasang surut air laut mengakibatkan sampah juga tertahan pada sedimen karena terkubur maupun tertindih kerikil. Berdasarkan berbagai uraian diatas dan temuan pada kajian ini maka keberadaan sampah umumnya disebabkan karena berbatasan langsung dengan sumber sampah terdekat, jenis mangrove yang tumbuh pada zona tersebut, dan kepadatan mangrove.

Banyaknya sampah plastik pada semua lokasi kajian sejalan dengan beberapa penelitian sampah laut lainnya pada ekosistem mangrove (Li et al., 2021;

Paulus *et al.*, 2020; Rahim *et al.*, 2020) dan pada pantai (Jangga *et al.*, 2021; Kusumawati *et al.*, 2019; Patuwo *et al.*, 2020). Sifat sampah plastik yang ringan ini membuat sampah plastik mudah terbawa angin dan arus yang bergerak dari darat ke laut maupun sebaliknya. Masalah sampah plastik di Indonesia menjadi salah satu isu yang sangat penting untuk ditangani, dimana Indonesia merupakan penyumbang sampah plastik terbanyak kedua didunia (Jambeck *et al.*, 2015). Sampah plastik yang terjebak pada ekosistem mangrove mempengaruhi kesehatan mangrove dan biota yang ada di dalamnya, dimana dampak terburuk yang dapat terjadi yaitu akumulasi partikel plastik di dalam tanah dan air sehingga menyebabkan perubahan fisik pada lapisan tanah bagian permukaan yang dapat mempengaruhi aerasi, pergerakan air maupun terjadinya regenerasi dari mangrove (Garcés Ordóñez & Bayona Arenas, 2019; Suyadi & Manullang, 2020). Selain berdampak buruk bagi ekosistem mangrove, sampah plastik dan kain yang mendominasi pada ekosistem ini juga berdampak buruk bagi organisme yang ada pada sedimen mangrove seperti kerang dan tiram yang menjadikan sampah sebagai rumah mereka dan memakan sampah yang telah terurai menjadi lebih kecil. Berubahnya ukuran sampah menjadi lebih kecil akibat degradasi yang terjadi dalam waktu tertentu dan

menyatu dengan serasah daun mangrove yang menjadi makanan makrozoobentos mengakibatkan penurunan jumlah keanekaragaman makzoobentos pada ekosistem mangrove, selain itu keberadaan sampah juga menutupi areal ekosistem mangrove yang menjadi habitat dari organisme tersebut (Paulus *et al.*, 2020). Berkurangnya komunitas benthik akibat tingginya sampah plastik juga ditemukan Shylaja *et al.*, (2021) dalam kajiannya pada ekosistem mangrove di Kerala, India. Sampah plastik seperti polibag dan gelas minuman yang digunakan sebagai wadah pada semai yang ditanam juga ditemukan pada ekosistem mangrove di Oesapa Barat, dimana hal tersebut juga menjadi salah satu penyebab adanya sampah plastik pada sedimen mangrove. Kegiatan pariwisata, pasar, nelayan dan pemukiman yang ada di sekitar lokasi menjadi indikasi tingginya sampah plastik dan kain pada ekosistem mangrove.

Permasalahan sampah yang terjadi pada ekosistem mangrove ini perlu diperhatikan dan dilakukan pendekatan pada masyarakat yang berada di pesisir pantai secara bertahap agar tidak membuang sampah atau mengarahkan tempat pembuangan ke daerah pesisir agar mengurangi sampah yang masuk ke ekosistem tersebut. Pengelolaan sampah yang buruk pada daerah perkotaan dan pemukiman dapat meningkatkan sampah

laut, sehingga perlu untuk dilakukan upaya mendaur ulang sampah secara menyeluruh yang diterapkan secara baik dan konsisten pada masyarakat. Selain itu, diperlukan regulasi yang mengatur pengurangan penggunaan sampah plastik dalam aktivitas sehari-hari agar tidak terlalu banyak sampah plastik yang dihasilkan, serta diharapkan pemerintah dapat menetapkan kegiatan pembersihan bukan hanya pada daerah ekowisata namun juga pada daerah mangrove lainnya.

KESIMPULAN

Sampah plastik dan kain merupakan kategori sampah yang mendominasi pada ekosistem mangrove di Kota Kupang, dimana persentase sampah plastik sebanyak 89,59% dan persentase kain sebanyak 4,21%. Sampah yang terdistribusi pada ekosistem mangrove di Kota Kupang berjumlah 15.212 potongan sampah yang ditemukan dan distribusinya lebih tinggi berada pada zona yang berbatasan dengan pantai dan zona yang merupakan bagian tengah mangrove dibanding dengan zona depan atau wilayah yang berbatasan dengan laut.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, H., Poltekkes, D., & Bengkulu, K. 2021. Perilaku Pedagang Warung Jajanan Dalam Pengelolaan Sampah Di Pantai Panjang Kota Bengkulu Tahun 2021. *Journal of Nursing and Public*, 9(2): 38–46.

<https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jnp/article/download/1796/1259/>

Assuyuti, Y. M., Zikrillah, R. B., Arif Tanzil, M., Banata, A., & Utami, P. 2018. *Distribusi dan Jenis Sampah Laut serta Hubungannya terhadap Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta*. 35(2): 91–102.

<https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.2.707>

Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Statistik Daerah Kota Kupang 2021. In Badan Pusat Statistik (BPS) (Ed.), *Badan Pusat Statistik Kota Kupang* (Katalog, Issue 53710.2116). Badan Pusat Statistik Kota Kupang. <https://kupangkota.bps.go.id/publication.html>

Cheshire, A., Adler, E., Barbiere, J., Cohen, Y., Evans, S., Srisuda Jarayabhand, L. J., Jung, R.-T., Kinsey, S., Kusui, E. T., Lavine, I., Manyara, P., Oosterbaan, L., Pereira, M. A., Sheavly, S., Tkalin, A., Sampath Varadarajan, B. W., & Westphalen, G. 2009. UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. *UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83*, 1–131. https://tamugir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29139/Marine_Litter_Survey_and_Monitoring_Guidelines.pdf?sequence=1

Debrot, A. O., Meesters, H. W. G., Bron, P. S., & de León, R. 2013. Marine debris in mangroves and on the seabed: Largely-neglected litter problems. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1): 1. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.03.023>

Djaguna, A., Pelle, W. E., Schadu, J. N. W., Manengkey, H. W. K., Rumampuk, N. D. C., & Ngangi, E. L. A. 2019. Identifikasi Sampah Laut di Pantai Tongkaina dan Talawan Bajo. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 7(3): 174–182. <https://doi.org/10.35800/jplt.7.3.2019.24432>

Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S.

2016. Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1): 1. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fajriah, N., Fauzi, M., & Sumiarsih, E. 2019. Composition and Density of Marine Debris in the Mangrove Ecosystems of the Sungai Rawa Village, Sungai Apit Subdistrict, Siak Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(1): 29–38. <https://doi.org/10.31258/ajaoas.2.1.29-38>
- Garcés Ordóñez, O., & Bayona Arenas, M. R. 2019. Impactos de la Contaminación Por Basura Marina en el Ecosistema de Manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 11(2): 145–165. <https://doi.org/10.15359/revmar.11-2.8>
- Hardiana, D. 2018. Perilaku Masyarakat dalam Menjaga Kebersihan Lingkungan Pantai Kecamatan Sasak Ranah Pasisie Kabupaten Pasaman Brat. *JURNAL BUANA*, 2(2): 496–506. <https://doi.org/10.24036/student.v2i2.98>
- Hastuti, A. R. 2014. *Mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta* [Institut Pertanian Bogor]. https://web.archive.org/web/20180415042738id_/https://smujo.id/bw/article/download/2259/2084/
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. 2019. Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote, East Nusa Tenggara Province*. 5(2): 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Indrayanti, M. D., Fahrudin, A., & Setiobudiandi, I. 2015. Penilaian Jasa Ekosistem Mangrove di Teluk Blanakan Kabupaten Subang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(2): 91–96. <https://doi.org/10.18343/jipi.20.2.91>
- Ivar do Sul, J. A., Costa, M. F., Silva-Cavalcanti, J. S., & Araújo, M. C. B. 2014. Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. *Marine Pollution Bulletin*, 78(1–2): 252–257. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.011>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Sieglar, 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>
- Jangga, R. A. Q., Tallo, I., & Toruan, L. N. L. 2021. Komposisi Sampah Laut Di Pesisir Pantai Kabupaten Malaka, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Bahari Papadak*, 2(2): 22–30. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/JBP/article/view/5436>
- 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. <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.2.273-289>
- Kusumawati, I., Nasution, M. A., & Alamsyah. 2019. *Distribusi dan Komposisi Sampah Laut Pesisir di Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya*. 1(15): 30–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.35308/jlaot.v1i1.1073>
- Li, D., Zhao, L., Guo, Z., Yang, X., Deng, W., Zhong, H., & Zhou, P. 2021. Marine debris in the beilun estuary mangrove forest: Monitoring, assessment and implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20): 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010826>
- Maharani, A., Handyman, D. I., Salafy, A.,

- Nurrahman, Y., & Purba, N. P. 2017. Kondisi Macro Debris di Mangrove Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu. *Seminar Nasional Geomatika*, 2: 55.
<https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.397>
- Nau, G. W., & Sombo, I. T. 2020. Sosialisasi Dan Gerakan Bersih Pantai Sebagai Upaya Mengurangi Sampah Di Kawasan Wisata Hutan Mangrove Oesapa Barat Kota Kupang. *Jurnal Vokasi*, 4(2): 93–97.
<https://doi.org/10.30811/vokasi.v4i2.1849>
- Pamungkas, P. B. P., Hendrawan, I. G., & Giri Putra, I. N. 2021. Karakteristik dan Sebaran Sampah Terdampar di Kawasan Pesisir Taman Nasional Bali Barat. *Journal of Marine Research and Technology*, 4(1): 9–15.
<https://doi.org/10.24843/jmrt.2021.v04.i01.p02>
- Patuwo, N. C., Pelle, W. E. P. E., Manengkey, H. W. K., Schadu, J. N. W., Manembu, I., & Ngangi, E. L. A. 2020. Karakteristik Sampah Laut di Pantai Tumpaan Desa Tateli Dua Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa. *JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS*, 8(1): 70–83.
<https://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27493>
- Paulus, C. A., Soewarlan, L. C., & Ayubi, A. A. 2020a. Distribution of Marine Debris in Mangrove Ecotourism Area in Kupang, East Nusa Tenggara, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(5): 2897–2909.
<http://www.bioflux.com.ro/docs/2020.2897-2909.pdf>
- Paulus, C. A., Soewarlan, L. C., & Ayubi, A. A. 2020b. *Sebaran Jenis Sampah Laut Dan Dampaknya Terhadap Kepadatan Populasi Dan Keanekaragaman Makrozobentos Pada Kawasan Ekowisata Mangrove Di Pesisir Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang*. 1(2): 105–118.
<https://ejournal.undana.ac.id/JBP>
- Purba, N. P., Apriliani, I. M., Dewanti, L. P., Herawati, H., & Faizal, I. 2018. Distribution of Macro Debris at Pangandaran Beach, Indonesia. *International Scientific Journal*, 103(7): 144–156.
<https://bibliotekanauki.pl/api/full-texts/2021/6/24/5a27e9da-7f80-46e5-b4f8-8adf4f33ee6e.pdf>
- Rahim, S., Widayati, W., Analuddin, K., & Saleh, F. 2020. Spatial Distribution of Marine Debris Pollution in Mangrove-Estuarines Ecosystem of Kendari Bay. *Earth and Environmental Science*, 1–8.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/412/1/012006>
- Salestin, C. B., Soewarlan, L. C., & Paulus, C. A. 2021. Kajian Komposisi dan Kepadatan Jenis Sampah Laut Pada Kawasan Ekowisata Mangrove, di Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. *Urnal Bahari Papadak*, 2(2): 31–41.
<http://ejournal.undana.ac.id/index.php/JBP/article/download/5438/3008/>
- Senoaji, G., & Hidayat, M. F. 2016. Peranan Ekosistem Mangrove di Kota Pesisir Bengkulu Dalam Mitigasi Pemanasan Global Melalui Penyimpanan Karbon. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(3): 327–333.
<https://doi.org/10.22146/jml.18806>
- Shylaja, G., Kripa, V., & Ranjith, R. 2021. Assessment of Non-degradable Litter and its Impact on the Benthic Community of Selected Mangrove Ecosystems of Kerala, India. *Journal of the Marine Biological ...*, 63(1): 129–139.
<https://doi.org/10.6024/jmbai.2021.63.1.2249-19>
- Sundah, G. T., Schadu, J. N. W., Warouw, V., Kumampung, D. R. H., Paransa, D. S. J., & Mokolensang, J. 2021. Waste Inventorization Inorganic In The Mangrove Ecosystem Bunaken Island For The East Part. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 9(2): 262.
<https://doi.org/10.35800/jip.9.2.2021.35318>
- Suryono, D. D. 2019. Sampah Plastik di Perairan Pesisir dan Laut: Implikasi Kepada Ekosistem Pesisir Dki Jakarta.

- Jurnal Riset Jakarta*, 12(1): 17–23.
<https://doi.org/10.37439/jurnaldrd.v12i1.2>
- Suyadi, & Manullang, C. Y. 2020. Distribution of plastic debris pollution and its implications on mangrove vegetation. *Marine Pollution Bulletin*, 160: 111642.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111642>
- Takarendehang, R., Sondak, C. F. A., Kaligis, E., Kumampung, D., Manembu, I. S., & Rembet, U. N. W. J. 2018. Kondisi Ekologi dan Nilai Manfaat Hutan Mangrove di Desa Lansa, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS*, 6(2): 45.
<https://doi.org/10.35800/jplt.6.2.2018.21526>
- Toruan, L. N. L., Tallo, I., & Saraswati, S. A. 2021. Sebaran Sampah Pantai di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur: Kajian pada Pantai Rekreasi. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(1): 92–108.
<https://doi.org/10.14710/JWL.9.1.92-108>
- Yin, C. S., Chai, Y. J., Carey, D., Yusup, Y., & Gallagher, J. B. 2019. Anthropogenic marine debris and its dynamics across peri-urban and urban mangroves on Penang Island, Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 15(6): 41–67.
<https://doi.org/10.1101/756106>