
Identifikasi Sampah Laut di Ekowisata Mangrove Wonorejo, Surabaya

Nur Fa'izah Fitri Ramadhanti[✉] & Andik Isdianto
Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Sampah laut merupakan permasalahan bersifat global yang berdampak signifikan terhadap wilayah pesisir, termasuk ekosistem mangrove. Mangrove memiliki kedudukan penting bagi berbagai biota laut dan berperan sebagai pelindung alami pantai. Keberadaan sampah laut, terutama dari jenis plastik dapat mengganggu fungsi dari ekosistem mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sampah laut dan menganalisis dampaknya terhadap ekosistem mangrove. Metode analisis deskriptif digunakan dalam analisis data dan pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling di lima stasiun pengamatan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menarik garis transek sebesar 5x5 m dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stasiun 5 memiliki kelimpahan sampah laut tertinggi dibandingkan stasiun 1, 2, 3, dan 4, didominasi oleh sampah plastik dan B3. Banyaknya sampah laut tersebut berdampak negatif terhadap ekosistem mangrove yang dibuktikan dengan rendahnya densitas mangrove di stasiun 5. Saran dalam penelitian ini adalah penegasan hukum terkait penggunaan barang sekali pakai serta pemasangan jaring sepanjang garis pantai untuk mencegah masuknya sampah ke dalam ekosistem mangrove ketika pasang.

Kata kunci: Densitas Mangrove, Distribusi Sampah Laut, Padatan Sampah, Transek

Identification of Marine Debris at the Mangrove Ecotourism of Wonorejo, Surabaya

ABSTRACT

Marine debris is a global issue that significantly impacts coastal areas, including mangrove ecosystems. Mangroves hold an essential position for various marine biota and act as natural coastal protectors. The presence of marine debris, particularly plastic waste, can disrupt the functioning of mangrove ecosystems. This study aims to identify marine debris and analyze its impact on mangrove ecosystems. Descriptive analysis methods were used for data analysis, and sampling was conducted using purposive sampling at five observation stations. Samples were collected by drawing a 5x5 m transect line with three repetitions. The results showed that station 5 had the highest abundance of marine debris compared to stations 1, 2, 3, and 4, dominated by plastic waste and hazardous materials (B3). The large amount of marine debris had a negative impact on the mangrove ecosystem, as evidenced by the low density of mangroves at station 5. The recommendation from this study is to enforce regulations related to the use of single-use items and to install nets along the coastline to prevent debris from entering the mangrove ecosystem during high tide.

Keywords: Distribution of Marine Debris, Solid Waste, Transect, Mangrove Density

PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan global yang hingga saat ini belum mendapatkan solusi konkret. Setiap tahun konsentrasi sampah semakin bertambah dan menimbulkan dampak yang merugikan.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah limbah yang berasal dari sisa aktivitas manusia sehari-hari maupun aktivitas

[✉] Corresponding author
Address : Mojokerto Jawa Timur
Email : coretanfaizah@gmail.com

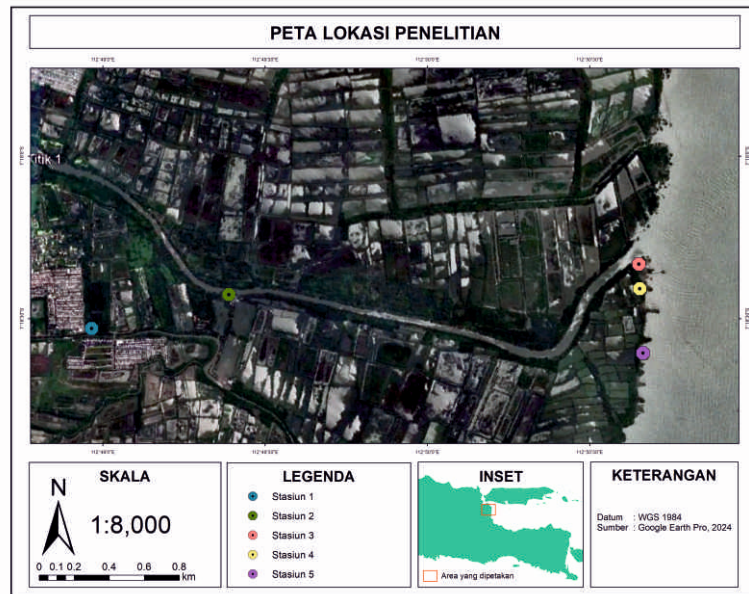
alam yang berbentuk padat (Dobiki, 2018). Ketika musim penghujan, debit air sungai akan bertambah dan menyebabkan sampah masuk ke badan air, kemudian hanyut mengikuti arus sungai yang bermuara menuju laut (Johan et al., 2020). Sampah yang terbawa ke laut dan berada di lingkungan pesisir disebut sampah laut. Sampah laut didefinisikan sebagai sisa hasil aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, sengaja atau tidak disengaja, berbentuk benda padat, memiliki sifat persisten, dan ditinggalkan di lingkungan laut (Hastuti et al., 2014). 80% sampah dan limbah yang ada di laut merupakan hasil dari kegiatan di darat berupa aktivitas industri maupun aktivitas rumah tangga (Duarte et al., 2023).

Sebagian besar sampah laut yang terbawa menuju laut lepas, terperangkap di ekosistem mangrove oleh sistem perakarannya. Hal tersebut tentunya dapat mengancam keseimbangan ekosistem mangrove beserta biota yang dinaunginya, mengingat mangrove merupakan ekosistem yang berperan penting terhadap kelangsungan hidup biota laut (Yoswaty et al., 2021). Dalam beberapa kasus, sampah laut dapat merubah perilaku biota ekosistem mangrove, salah satunya adalah kepiting bakau (*Scylla serata*), di mana biota tersebut menggunakan tutup botol minuman kemasan sebagai pelindung perutnya (Abreo et al., 2020). Oleh karena itu, keberadaan sampah laut di ekosistem mangrove membawa ancaman besar bagi biota laut yang menggunakan ekosistem mangrove sebagai habitat dan mangrove itu sendiri. Hal tersebut diperparah dengan Indonesia yang merupakan peringkat kedua di dunia sebagai negara yang menghasilkan sampah plastik terbesar, dengan total sampah plastik yang masuk ke laut setiap tahunnya sebesar 1,29 MMT/tahun (Jambeck et al., 2015). Diperkirakan sebanyak 79% sampah plastik yang dibuang masih tetap berada di lingkungan dan memungkinkan untuk potongan plastik tersebut mence-

mari wilayah pesisir. Pada beberapa penelitian tentang perbandingan habitat pesisir, kelimpahan *Anthropogenic Marine Debris* (AMD) mendominasi wilayah estuari, namun untuk identifikasi dan dampaknya terhadap ekosistem belum banyak dibahas (Luo et al., 2021).

Sampah yang berasal dari aktivitas di darat dan mengalir dari sungai menuju laut, dipengaruhi oleh faktor hidrooseanografi, seperti arus, pasang surut, dan kedalaman. Selain itu, keadaan geografis, kondisi iklim, dan pola sirkulasi angin juga mempengaruhi pola pendistribusian sampah laut (Asmal et al., 2021; Maharani et al., 2018; Nursyahrita et al., 2023). Sampah yang terperangkap di ekosistem mangrove dapat menyebabkan gangguan terhadap pertumbuhan mangrove, di mana sampah tersebut akan menghalangi penyemaian mangrove secara alami dan berujung mengurangi tingkat kerapatan pada mangrove (Toruan et al., 2022). Ekosistem mangrove berfungsi sebagai habitat utama biota laut yang menggunakannya sebagai *spawning ground*, *nursery ground*, dan *feeding ground* (Gazali et al., 2019). Selain sebagai perangkap sampah laut sebelum menuju laut lepas, perakaran yang kuat pada mangrove berfungsi efisien dalam melindungi kawasan pesisir dari abrasi (Sumar, 2021).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang mengalami ancaman kerusakan besar. Ancaman tersebut berupa deforestasi, pembalakan liar, dan pencemaran. Pada penelitian beberapa tahun terakhir, ekosistem mangrove memiliki laju deforestasi sebesar 1-3% dan laju dari pembalakan liar sebesar 14%. Data mengenai kerusakan mangrove akibat deforestasi dan pembalakan liar telah banyak ditemukan, sedangkan data mengenai kerusakan mangrove akibat adanya pencemaran, terutama sampah laut jenis plastik masih terbatas (Suyadi & Manullang, 2020). Pencemaran yang berpotensi merusak ekosistem mangrove berasal dari limbah padat dan limbah cair, seperti plastik, logam, kertas, karet, kaca,



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian

dan limbah B3 (Assuyuti et al., 2018). Sampah laut yang berbentuk limbah cair juga dapat mencemari ekosistem mangrove melalui air yang akan menggenangi mangrove ketika pasang dan melalui tanah (Kariada & Irsadi, 2014).

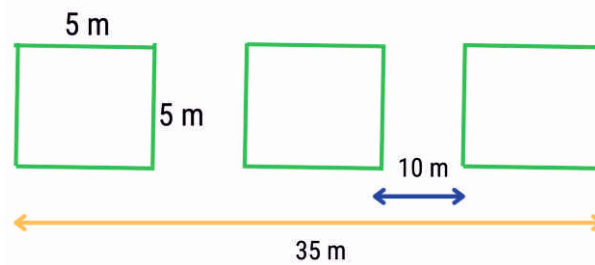
Ekowisata Mangrove Wonorejo merupakan salah satu wisata edukasi hutan mangrove di kawasan Pantai Timur Surabaya (PAMURBAYA). Ekowisata Mangrove Wonorejo terletak di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya. Kawasan mangrove di daerah tersebut mengalami penurunan luasan yang diakibatkan oleh sedimentasi dan pengalih fungsian lahan menjadi pemukiman dan tambak. Pemerintah Kota Surabaya menetapkan ekosistem mangrove di Pantai Timur Surabaya sebanyak 2.500 ha sebagai kawasan konservasi. Hingga tahun 2015, hutan mangrove yang berada di kawasan Pamurbaya tercatat hanya seluas 440,13 ha (Wijaya & Huda, 2018). Penurunan luasan mangrove di kawasan Pantai Timur Surabaya juga tidak lepas dari adanya aktivitas antropogenik lainnya, seperti membuang sampah di kawasan mangrove. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi sebaran sampah laut dan pengaruhnya

terhadap ekosistem mangrove.

METODE PENELITIAN

Berikut merupakan peta yang menyajikan lokasi penelitian beserta daerah-daerah pengambilan sampel.

Lokasi pengambilan data untuk penelitian ini berada di kawasan mangrove Wonorejo, Kota Surabaya. Penelitian ini menggunakan 5 stasiun dengan pengulangan sebanyak 3 kali dan ukuran transek yang digunakan adalah 5x5 m. Jarak antara satu pengulangan dengan pengulangan selanjutnya adalah sebesar 10 m. Frekuensi pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali dengan mempertimbangkan kondisi pasang surut pada tanggal 29 Februari 2024, 03 Maret 2024, dan 28 April 2024 menggunakan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* adalah pengambilan sampel yang dilakukan dengan pertimbangan maupun perumusan tertentu (Ani et al., 2021). Data yang diambil adalah komposisi jenis sampah tiap transek dan jumlah tegakan mangrove dalam transek. Jenis data yang diambil merupakan data kuantitatif. Pengambilan sampel sampah meliputi sampah yang nampak di atas sedimen. Pengambilan sampel di setiap transek diambil gambar



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 2

Ilustrasi Transek Pengambilan Data Sampah Laut

menggunakan GPS Camera. GPS Camera berfungsi untuk mencatat titik koordinat dalam pengambilan sampel (Sudirman et al., 2021). Tahapan yang dilakukan adalah mengumpulkan sampah ke dalam *trash bag*, identifikasi sampah (plastik, kaca, logam, kain, karet, kayu, keramik, dan B3), dan menghitung jumlah tegakan pohon dalam transek. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan data primer meliputi tali rafia untuk memasang transek, karung atau *trash bag* untuk mengumpulkan sampah, sepatu *boots* untuk menjangkau titik lokasi yang cukup sulit, dan ponsel pintar untuk mencatat titik koordinat dan dokumentasi (Fatmalah et al., 2023).

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil secara langsung di lokasi penelitian dan dapat memberikan data yang sesuai dengan maksud pengumpul data (Nurjannah, 2021). Data primer dalam penelitian ini berupa data yang diambil langsung di mangrove Wonorejo, yaitu komposisi jenis sampah dan jumlah tegakan mangrove dalam transek. Data sekunder adalah data yang tidak bersumber langsung dari sesuatu yang dapat memberikan informasi langsung kepada pengumpul data (Pratiwi, 2017). Dalam penelitian ini, data sekunder meliputi data arus dan pasang surut. Data arus diambil dari *website NASA* dengan tipe data tahunan. *Output* dari data arus tersebut berupa peta persebaran arus yang mewakili lokasi penelitian. Data pasang surut diambil dari aplikasi Google Earth Pro berupa titik

koordinat lokasi penelitian, kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi NAOTide. *Output* dari data pasang surut tersebut adalah berupa grafik rata-rata pasang surut dalam rentang waktu pengambilan sampel.

Data primer yang telah diambil kemudian ditabulasikan dan dianalisis menggunakan rumus persentase komposisi jenis sampah, padatan jenis, total item, dan densitas mangrove tiap stasiun (Sudirman et al., 2021). Tabulasi data dari setiap variabel tersebut menggunakan rumus sebagai berikut (Ms et al., 2023; Sudirman et al., 2021):

$$P = \frac{si}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Persamaan di atas memiliki keterangan, yaitu **P** adalah persentase komposisi jenis sampah, **s**, adalah jumlah item tiap jenis, dan **N** adalah total item sampah tiap transek.

$$K = \frac{si}{A} \quad (2)$$

Persamaan di atas memiliki keterangan, yaitu **K** merupakan padatan jenis, **s**, adalah jumlah item tiap jenis, dan **A** adalah luas transek dengan satuan m^2 .

$$D = \frac{ni}{A} \quad (3)$$

Persamaan tersebut memiliki keterangan, yaitu **D** adalah densitas mangrove, **n**, merupakan jumlah pohon dalam transek, dan **A** adalah luas transek dengan satuan hektar (ha).

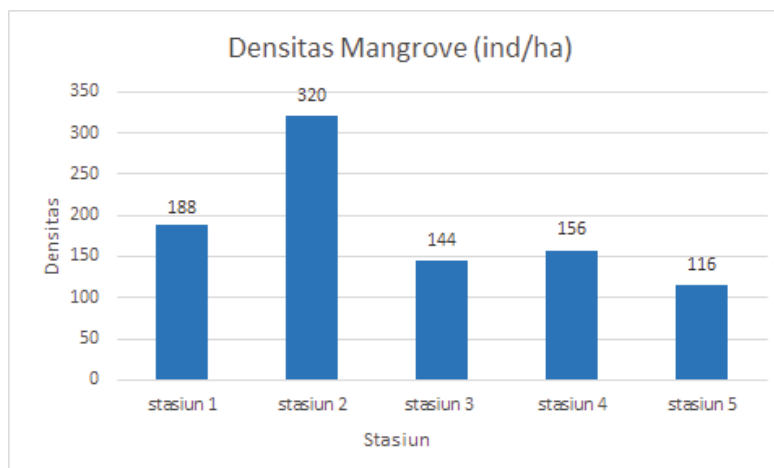
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian
Lokasi pengambilan sampel sampah dan tegakan pohon di mangrove Wonorejo

Tabel 1
Kriteria Baku Kerusakan Mangrove

Kriteria	Penutupan (%)	Densitas (pohon/ha)
Baik	Sedang	≥ 75
	Padat	$\geq 50 - < 75$
Rusak	Jarang	< 50

Sumber: Sari et al., (2023)



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 3
Densitas Mangrove Tiap Stasiun

terdiri dari 5 stasiun. Masing-masing stasiun memiliki densitas mangrove yang berbeda-beda. Stasiun 1 memiliki densitas mangrove sebesar 188 ind/ha. Stasiun 3 memiliki densitas mangrove sebesar 144 ind/ha, dan stasiun 4 memiliki densitas sebesar 156 ind/ha. Densitas mangrove tertinggi terdapat di stasiun 2, yaitu sebesar 320 ind/ha. Densitas mangrove terendah terdapat di stasiun 5, yaitu sebesar 116 ind/ha. Stasiun 2 terletak dekat dengan aliran sungai dan mangrove yang hidup di daerah tersebut merupakan mangrove sejati. Stasiun 5 merupakan lokasi yang terletak berhadapan dengan laut lepas dan terpengaruh oleh faktor kondisi pasang surut. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekosistem Mangrove Wonorejo termasuk ke dalam kategori rusak/jarang. Menurut penelitian (Wijaya & Huda, 2018)), mangrove Wonorejo termasuk ke dalam kategori sedang, dengan rentang kerapatan berkisar $\geq 1000 - < 1500$ individu per hektar.

Kawasan hutan Mangrove Wonorejo didominasi oleh spesies

Avicennia sp., *Bruguiera* sp., *Rhizophora* sp., dan *Sonneratia* sp. (Amdani, 2020). Stasiun 1 terletak dekat dengan pemukiman dan jauh dari aliran sungai, serta ditemukan beberapa spesies mangrove yang mendiami stasiun tersebut, yaitu *Rhizophora* sp., dan *Ceriops* sp. Stasiun 2 terletak di dekat aliran sungai dan aktivitas kapal penumpang. Ditemukan beberapa spesies mangrove yang mendiami di stasiun 2, yaitu *Rhizophora* sp., *Sonneratia* sp., dan *Bruguiera* sp. Stasiun 3 terletak di muara yang sebagian berhadapan dengan sungai menuju laut. Spesies yang ditemukan di stasiun 3 adalah *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., dan *Excoecaria* sp. Stasiun 4 terletak di muara yang berhadapan langsung dengan laut dan dekat dengan tambak. Spesies yang ditemukan di stasiun 4 didominasi oleh *Avicennia* sp. Stasiun 5 berada di tepi pantai yang berhadapan langsung dengan laut dan dipengaruhi oleh faktor hidro oseanografi. Spesies yang ditemukan di stasiun 5 didominasi oleh *Avicennia* sp. Muara mangrove Wonorejo memiliki keaneka ragaman jenis spesies mangrove,



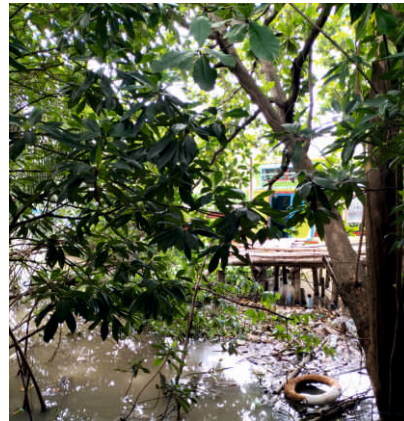
Sumber: Data Pribadi Diolah, (2024)

Gambar 4
Kondisi Sampah Laut di Lokasi Penelitian



Sumber: Data Pribadi Diolah, (2024)

Gambar 5
Sampah Tergenang Ketika Pasang



Sumber: Data Pribadi Diolah, (2024)

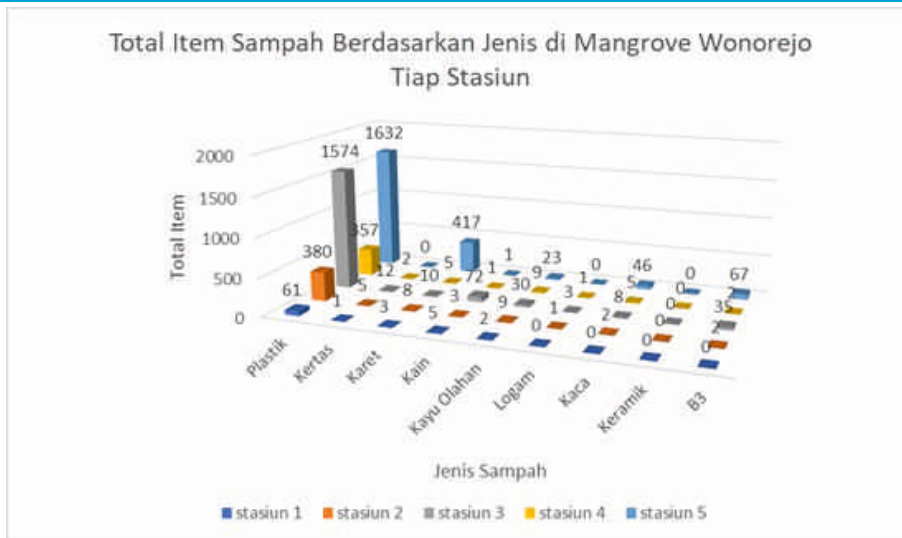
Gambar 6
Kondisi Stasiun 2

antara lain *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Excoecaria agallocha*, dan *Avicennia officinalis* (Harnani & Titah, 2017). Muara sungai Wonorejo hingga muara sungai Jagir Wonokromo memiliki bentang garis pantai dengan ketebalan kawasan mangrove \pm 5-10 meter dan spesies yang mendominasi adalah *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Sonneratia ovata*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Rhizophora mucronata* (Wijaya & Huda, 2018).

Keberadaan sampah di lokasi penelitian secara visual terlihat banyak dan menumpuk, terutama di stasiun 3 dan 5 (Gambar 4). Kebanyakan sampah yang berada di lokasi tersebut ditimbulkan akibat adanya aktivitas antropogenik dan faktor hidrooseanografi. Adanya tumpukan sampah di kedua lokasi tersebut menurut wawancara pribadi bersama warga setempat merupakan hasil dari kondisi pasang surut air laut. Sampah

tersebut terbawa oleh air ketika pasang, dan kembali mengendap di dasar sedimen ketika surut (Gambar 5). Hal ini didukung dengan pernyataan Nursyahrita et al., (2023) ketika kondisi pasang, arus akan bergerak menuju ke dalam muara, dan kembali ke laut lepas ketika surut. Pada stasiun 3 terdapat gazebo sebagai sarana wisata pengunjung, sehingga sampah yang berada di stasiun 3 juga tidak lepas dari akibat aktivitas pengunjung.

Pada stasiun 1, secara visual lokasi penelitian terlihat bersih dan tidak terlalu banyak sampah yang ditemukan. Stasiun 2 ditemukan sampah yang cukup banyak, karena ditemukan pada transek 1 bahwa sampah tersebut tersangkut oleh akar mangrove dan tiang jembatan yang tergenangi air sungai (Gambar 6). Keberadaan sampah di lokasi tersebut juga dipicu oleh adanya gelombang akibat pergerakan kapal.



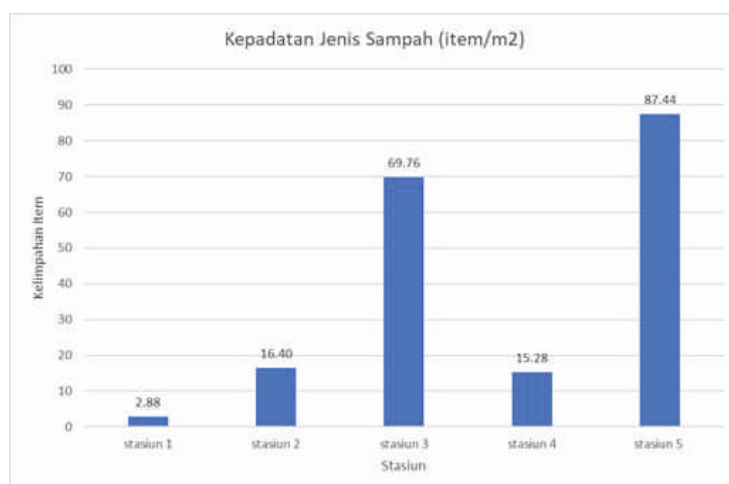
Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 7
Komposisi Puing Makro



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 8
Kondisi Stasiun 1



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 9
Padatan Jenis Sampah Tiap Stasiun

Identifikasi dan Komposisi

Hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan pengambilan data sampah laut di kawasan mangrove Wonorejo bahwa sampah yang mendominasi di lokasi penelitian adalah sampah anorganik jenis plastik. Jenis sampah anorganik meliputi plastik, *sterofoam*, kain, kaca, logam, karet, kertas, dan B3 (Rasidi et al., 2022). Sampah plastik terbanyak didapatkan di stasiun 5, yaitu sebesar 1632 item. Sampah plastik terendah didapatkan di stasiun 1, yaitu sebesar 61 item. Selain sampah plastik, stasiun 5 juga didominasi oleh sampah anorganik jenis karet dan B3 (Gambar 7). Sampah plastik yang ditemukan di lokasi penelitian meliputi kresek, *sachet*, botol plastik, karung, sisa jaring nelayan, mainan anak-anak, dan *sterefoam*. Sampah jenis karet paling banyak ditemukan di stasiun 5, didominasi oleh sandal. Sampah B3 yang ditemukan di lokasi penelitian berupa korek api, bohlam, pembalut dan popok bayi. Sampah jenis plastik juga banyak ditemukan di stasiun 3. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Fatmalah et al., 2023) bahwa kawasan mangrove Wonorejo yang dekat dengan muara merupakan kawasan yang paling banyak dijamah oleh pengunjung, sehingga menimbulkan sampah sisa hasil aktivitas antropogenik yang didominasi oleh sampah plastik.

Kepadatan jenis sampah di lokasi penelitian didapatkan bahwa sampah laut paling tinggi berada di stasiun 5, yaitu sebesar 87,44 item/m². Kepadatan sampah paling rendah didapatkan di stasiun 1, yaitu sebesar 2,88 item/m² di mana di lokasi tersebut merupakan daerah yang tidak terlalu banyak terjadi aktivitas manusia, tidak mendapat pengaruh aliran sungai secara langsung, serta daerah tersebut merupakan mangrove asosiasi (Gambar 8). Jenis sampah yang mendominasi lokasi dengan padatan sampah jenis tertinggi adalah jenis plastik (Gambar 9). Fatmalah et al., (2023) menemukan bahwa sampah jenis plastik ditemukan memiliki padatan jenis paling tinggi di Mangrove Wonorejo, sebesar 88 item/1500m².

Faktor Hidrooseanografi

Faktor hidrooseanografi yang didapatkan adalah prediksi pasang surut dan pengolahan data arus. Data prediksi pasang surut yang diolah menggunakan metode *Least Square* dengan memasukkan titik koordinat pada aplikasi NAOtide. Metode *Least Square* merupakan metode prediksi pasang surut yang menggunakan komponen pasang surut untuk mengetahui data elevasi pasang surut (Fitriana et al., 2022). Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan rata-rata hasil prediksi pasang surut di perairan sekitar lokasi penelitian pada bulan Februari-Maret tahun 2024 termasuk ke dalam tipe pasang surut campuran harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) atau terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan ketinggian yang berbeda. Hal tersebut didukung dengan pernyataan (Saputra et al., 2017; Wijaya & Huda, 2018) bahwa perairan Surabaya memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Nilai F atau bilangan Formzahl yang didapatkan dalam pengolahan data pasang surut tersebut sebesar 1.29, sehingga tipe pasang surut di lokasi penelitian dapat ditentukan. Komponen penentu tipe pasang surut dinyatakan dengan konstanta F, yang klasifikasinya sesuai dengan tabel berikut.

Persebaran sampah laut di sekitar mangrove melalui perairan dipengaruhi oleh faktor hidrooseanografi, salah satunya adalah arus. Hal tersebut berkaitan dengan adanya pergerakan massa air sebagai media untuk transpor limbah dan sisa bahan pemicu pencemaran (Handoyo et al., 2020). Sirkulasi arus memiliki peran dalam transpor limbah, termasuk sampah laut di ekosistem pesisir (Nursyahrita et al., 2023). Sampah laut di mangrove Wonorejo selain dipengaruhi oleh faktor antropogenik, juga dipengaruhi oleh sirkulasi arus yang membawa sampah laut tersebut mengarah menuju daratan dan lautan terbuka. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi arus di laut yaitu kondisi topografi, densitas, dan Gaya Coriolis

(Sahalessy et al., 2018). Selain itu, akar mangrove juga berfungsi sebagai peredam arus akibat pasang surut (Putra & Hendrasarie, 2022).

Berdasarkan hasil pengolahan data arus, didapatkan bahwa arus di sekitar lokasi penelitian bergerak menuju arah timur dan berbelok ke arah tenggara dengan kecepatan minimum 0.0735858 m/s yang diwakili oleh warna merah kekuningan dan kecepatan maksimum sebesar 0.785052 m/s yang diwakili oleh warna biru (Gambar 11). Berdasarkan penelitian (Putra & Hendrasarie, 2022), arus yang berada di muara mangrove Wonorejo sebesar 0,083 m/s. Kategori kecepatan arus dibagi menjadi 5, yaitu

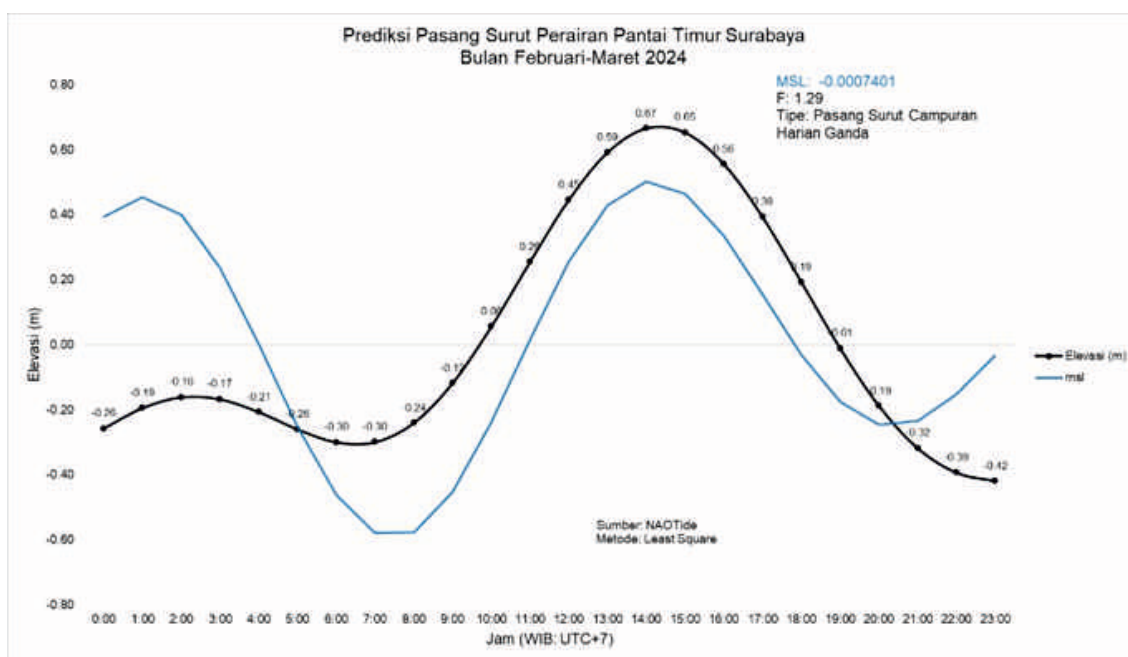
sangat lambat (< 0,1 m/s), lambat (0,1-0,25 m/s), sedang (0,25-0,5 m/s), cepat (0,5-1 m/s), dan sangat cepat (>1 m/s) (Muzammil et al., 2021). Berdasarkan keterangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa arus di lokasi penelitian diwakili oleh warna oranye kekuningan dengan rentang kecepatan sebesar 0.280291 – 0.294499 m/s yang berarti arus tersebut masuk ke dalam kategori lambat.

Sampah laut yang terperangkap di akar mangrove akan menimbulkan masalah bagi ekosistem mangrove. Berdasarkan penelitian (Ms et al., 2023), semakin padat akar mangrove, maka semakin besar sampah tersebut dapat terperangkap di area mangrove. Namun,

Tabel 2
Tabel Formzahl

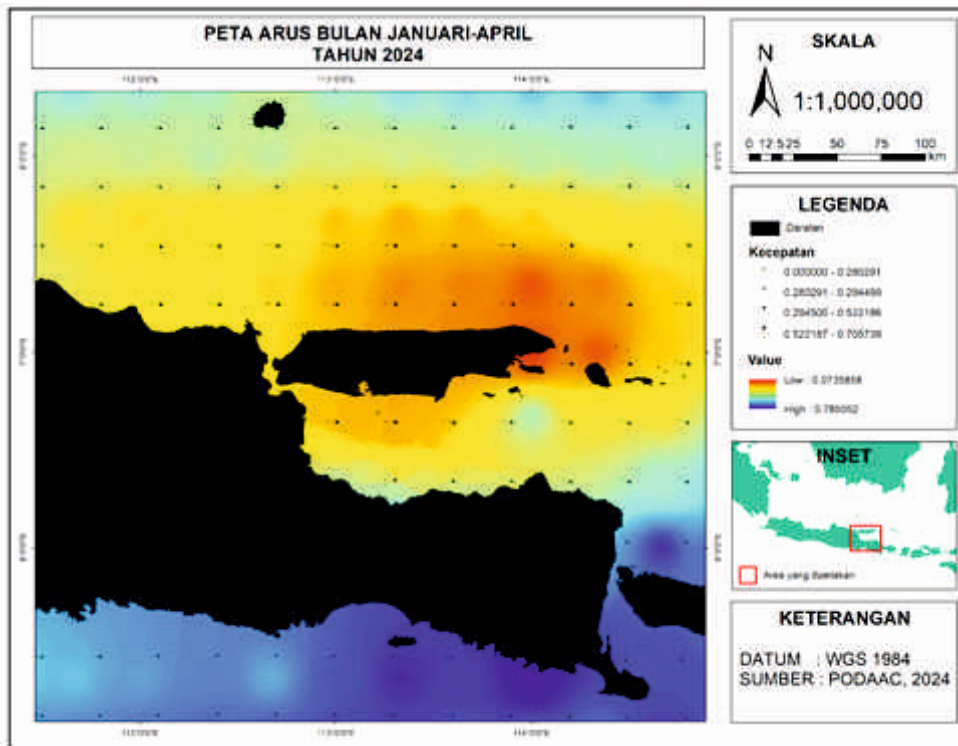
Bilangan Formzahl	Tipe Pasang Surut
$0 < F \leq 0,25$	Pasang surut harian ganda (<i>semidiurnal</i>)
$0,25 < F \leq 1,50$	Pasang surut campuran condong harian ganda (<i>mixed tide prevailling semi diurnal</i>)
$1,50 < F \leq 3,00$	Pasang surut campuran condong harian tunggal (<i>mixed tide prevailling diurnal</i>)
$F > 3,0$	Pasang surut harian tunggal (<i>diurnal</i>)

Sumber: Fitriana et al., (2022)



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 10
Prediksi Pasang Surut Perairan Lokasi Penelitian



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 11
Peta Arus Bulan Januari-April Tahun 2024

sampah tersebut dapat mengganggu sistem perakaran dari mangrove, terutama mangrove dengan jenis akar pneumatofor atau akar napas. Sampah yang menghalangi sistem perakaran mangrove, maka akan mengganggu sistem pernapasan mangrove. Terganggunya sistem respirasi mangrove dapat menyebabkan kematian pada mangrove (Dewi & Maharani, 2022; Fatmalah et al., 2023). Melimpahnya sampah laut di ekosistem mangrove juga mempengaruhi laju tingkat pertumbuhan mangrove tingkat semai, karena terhalangnya pasokan cahaya matahari untuk mangrove berfotosintesis (Gusti et al., 2023).

SIMPULAN

Stasiun 5 merupakan lokasi dengan padatan jenis sampah paling tinggi dibandingkan stasiun 1, 2, 3 dan 4. Hal tersebut dikarenakan stasiun 5 terletak berhadapan langsung dengan laut terbuka sehingga memungkinkan adanya transpor limbah padat oleh faktor hidrooseanografi. Selain itu, keberadaan

sampah laut di stasiun 5 yang melimpah juga menyebabkan rendahnya densitas mangrove di stasiun 5. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak padatan sampah yang mendiami wilayah mangrove, maka akan mengganggu keseimbangan ekosistem mangrove. Saran untuk penelitian ini adalah penegakan hukum terkait pengolahan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan, terutama sampah yang mengalir menuju laut dan edukasi masyarakat terkait pelarangan penggunaan barang sekali pakai. Selanjutnya, untuk mengatasi sampah laut yang sudah mendiami wilayah mangrove, dapat dilakukan agenda rutin *beach clean up* maupun pemasangan perangkat sampah di sepanjang lokasi yang terdampak untuk menghindari sampah laut memasuki wilayah mangrove ketika pasang. Rehabilitasi mangrove juga diperlukan untuk memulihkan kembali densitas mangrove yang rendah dengan pemantauan rutin oleh pihak yang berwenang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada ECOTON Foundation yang telah mendukung dan memberi fasilitas dalam berjalannya penelitian ini. Penulis ucapkan terima kasih juga kepada Dr. Andik Isdianto, ST., MT. yang turut membimbing dan memberi arahan dalam kelancaran penelitian ini. Tak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada orang tua dan rekan-rekan yang selalu memberi dukungan untuk kesuksesan berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abreo, N., Siblos, S., & Macusi, E. (2020). Anthropogenic Marine Debris (AMD) In Mangrove Forests Of Pujada Bay, Davao Oriental, Philippines. *Journal Of Marine And Island Cultures*, 9(1). <https://doi.org/10.21463/jmic.2020.09.1.03>
- Amdani, A. (2020). Sistem Pengelolaan Mangrove Information Center (Mic) Di Desa Wonorejo Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Bluefin Fisheries*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.15578/jbf.v1i2.15>
- Ani, J., Lumanauw, B., & Tampenawas, J. L. A. (2021). Pengaruh Citra Merek, Promosi Dan Kualitas Layanan Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Pada E-Commerce Tokopedia Di Kota Manado. *Jurnal Emba*, 9(2), 663-674.
- Asmal, Werorilangi, Shinta, Samad, Wasir, Gosalam, Sulaiman, & Lanuru, Mahatma. (2021). *Identifikasi Sampah Laut Permukaan Dan Kaitannya Dengan Pola Arus*.
- Assuyuti, Y. M., Zikrillah, R. B., Tanzil, M. A., 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. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(2), 91-102.
- Dewi, & Maharani, S. (2022). Keanekaragaman Jenis Mangrove Pada Tahura Ngurah Rai Sekitar PLTD/G Pesanggaran. *Jurnal Ecocentrism*, 2(1), 6-15. <https://doi.org/10.36733/jeco.v2i1.3678>
- Dobiki, J. (2018). Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan Di Pulau Kumo Dan Pulau Kakara Di Kabupaten Halmahera Utara. *Spasial*, 5(2), 220-228.
- Duarte, L. F. D. A., Ribeiro, R. B., Medeiros, T. V. D., Scheppis, W. R., & Gimiliani, G. T. (2023). Are Mangroves Hotspots Of Marine Litter For Surrounding Beaches? Hydrodynamic Modeling And Quali-Quantitative Analyses Of Waste In Southeastern Brazil. *Regional Studies In Marine Science*, 67, 103177. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103177>
- Fatmalah, N. S., & Nirmalasari I. W. (2023). Dampak Sampah Anorganik Terhadap Vegetasi Mangrove Tingkat Semai Di Ekosistem Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 4(2). <https://doi.org/10.30649/jrkt.v4i2.57>
- Fitriana, D., Patria, M. P., & Kusratmoko, E. (2022). Karakteristik Pasang Surut Surabaya Diamati Selama 5 Tahun (2015-2020). *Jgise: Journal Of Geospatial Information Science And Engineering*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.22146/jgise.72856>
- Gazali, S., Rachmawani, D., & Agustianisa, R. (2019). Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Kelimpahan Gastropoda di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (Kkmb) Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1), 9-19. <https://doi.org/10.35334/harpodon.v12i1.781>
- Gusti, Wijaya, N. I., & Mahmiah. (2023). Pengaruh Sampah Plastik Terhadap Kelimpahan Semai Mangrove Di *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 4(1), 42-51.

- <https://doi.org/10.30649/jrkt.v4i1.61>
- Handoyo, G., Subardjo, P., Kusumadewi, V., Rochaddi, B., & Widada, S. (2020). Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Material Padatan Tersuspensi Di Pantai Dasun Kabupaten Rembang. *Indonesian Journal Of Oceanography*, 2(1), 16–23. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.6915>
- Harnani, B. R. D., & Titah, H. S. (2017). Kemampuan Avicennia Alba Untuk Menurunkan Konsentrasi Tembaga (Cu) Di Muara Sungai Wonorejo, Surabaya. *Jurnal Teknik Its*, 6(2), F219–F223. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23855>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic Waste Inputs From Land Into The Ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Johan, Y., Renta, P. P., Muqsit, A., Purnama, D., Maryani, L., Hiriman, P., Rizky, F., Astuti, A. F., & Yunisti, T. (2020). Analisis Sampah Laut (Marine Debris) Di Pantai Kualo Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 5(2), 273–289. <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.2.273-289>
- Kariada, N. T., & Irsadi, A. (2014). Peranan mangrove sebagai biofilter pencemaran air wilayah tambak bandeng Tapak, Semarang (Role of mangrove as water pollution biofilter in milkfish pond, Tapak, Semarang). *Jurnal manusia dan lingkungan*, 21(2), 188-194.
- Luo, Y. Y., Not, C., & Cannicci, S. (2021). Mangroves As Unique But Understudied Traps For Anthropogenic Marine Debris: A Review Of Present Information And The Way Forward. *Environmental Pollution*, 271, 116291. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116291>
- Maharani, A., Handyman, D. I., Salafy, A., Nurrahman, Y., & Purba, N. P. (2018). 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>
- Ms, Y., Andriani, Y., Prasetiawan, N. R., Faizal, I., & Chotimah, L. C. (2023). Identifikasi Sampah Laut Pada Ekosistem Mangrove Di Batukaras Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(2), 243–252. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i2.49631>
- Muzammil, W., Prihatin, N., & Melani, W. R. (2021). Macrozoobenthos Community Structure And Its Relationship With Waters Quality Of Kampung Baru, Sebong Lagoi Village, Bintan Regency. *Tropical Fisheries Management Journal*, 5(1), 20–28. <https://doi.org/10.29244/jppt.v5i1.34541>
- Nurjannah. (2021). Analisis Kepuasan Konsumen Dalam Meningkatkan Pelayanan Pada Usaha Laundry Bunda. *Jurnal Mahasiswa*, 1(1), 117–128.
- Nursyahnita, S. D., Idris, F., Suhana, M. P., Nugraha, A. H., Febrianto, T., & Ma'mun, A. (2023). Pemodelan Hidrodinamika Pola Arus Dan Kaitannya Terhadap Distribusi Sampah Laut Di Perairan Dan Pesisir Kota Tanjung Pinang. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology*, 16(1), 52–69. <https://doi.org/10.21107/jk.v16i1.15431>
- Pratiwi. (2017). *Penggunaan Teknik Video Call Dalam Komunikasi*. Jurnal Ilmiah Dan Dinamika Sosial.
- Putra, & Hendrasarie, N. (2022). The Effect Of Mangrove Density To Estuary Water Quality Based On Physico-Chemist Parameters At Wonorejo, Surabaya. *Journal Of Enviromental Engineering And Sustainable Technology*, 9(2), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jeast.2022.009.02.5>
- Rasidi, A. I., Pasaribu, Y. A. H., Ziqri, A., & Adhinata, F. D. (2022). Klasifikasi

- Sampah Organik Dan Non-Organik Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(1). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v8i1.4314>
- Sahalessy, G. L., Jansen, T., & Mamoto, J. D. (2018). Pemodelan Arah Arus Air Laut Di Pantai Moinit Kecamatan Amurang Barat Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Sipil Statikk*, 6(12), 1149–1158.
- Saputra, V. H., Rifai, A., & Kunarso. (2017). Variabilitas Musiman Pola Arus Di Perairan Surabaya Jawa Timur. *Jurnal Oseanografi*, 6(3), 439–448.
- Sari, D. P., Idris, M. H., Anwar, H., Lesmono Aji, I. M., & B, K. W. (2023). Karakteristik Perairan Mangrove Pada Kerapatan Yang Berbeda Di Desa Eyat Mayang Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 7(2), 149–157. <https://doi.org/10.30598/jhppk.v7i2.10271>
- Sudirman, N., Suryono, D. D., Daulat, A., Rustam, A., Salim, H. L., & Jayawiguna, M. H. (2021). Distribution Of Marine Debris In Jakarta Bay And Its Implication To The Coastal Ecosystem. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 925(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/925/1/012017>
- Sumar, S. (2021). Penanaman mangrove sebagai upaya pencegahan abrasi di pesisir Pantai Sabang Ruk Desa Pembaharuan. *IKRA-ITH ABDIMAS*, 4(1), 126-130.
- Suyadi, & Manullang, C. Y. (2020). Distribution Of Plastic Debris Pollution And It Is Implications On Mangrove Vegetation. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111642. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111642>
- Toruan, L. N. L., Mboro, S., & Soewarlan, L. C. (2022). Composition And Amount Of Marine Debris Distributed To Mangrove Ecosystems In Kupang City, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Biocelebes*, 16(2), 103–122. <https://doi.org/10.22487/bioceb.v16i2.16061>
- Wijaya, N. I., & Huda, M. (2018). Monitoring Sebaran Vegetasi Mangrove Yang Direhabilitasi Di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 747–755. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21271>
- Yoswaty, D., Amin, B., Nursyirwani, Diharmi, A., Wibowo, M. A., & Hendrizal, A. (2021). Analysis Of Marine Debris And Mangrove Forest Density In Purnama Village, Dumai City, Riau Province. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 919(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/919/1/012017>