

Kajian Ekosistem Mangrove Pasca-Insiden Tumpahan Minyak Di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat

Defan Fauzi Akbar, Bambang Yulianto, Subagiyo*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Email: subagyo.kelautan13@gmail.com

Abstract

Study of the Mangrove Ecosystem Post-Oil Spill Incident at Sedari Beach, Karawang Regency, West Java

Mangrove ecosystems provide important ecosystem services that support environmental and economic resilience. The oil spills in Karawang waters in 2019 and 2021 damaged the mangrove ecosystem. Research was conducted at Sedari Beach, Karawang, in March 2023, to evaluate the condition of the mangroves after the oil spill. The study used a stratified random sampling method at three locations. Data collection included analysis of vegetation, mangrove growth and cover, macrobenthos, and measurement of total petroleum hydrocarbon (TPH) concentrations in seawater and sediment. The results showed that the mangrove ecosystem consisted of three mangrove species: *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Avicennia alba*, and *Avicennia officinalis*. The ecological condition of mangroves shows a medium density category – dense (1,433 – 1,766 ind/ha), medium mangrove cover category – dense (62.06 ± 5.15% - 78.38 ± 1.47%). The results of vegetation analysis show that *Rhizophora* plays the largest ecological role at station 1, while at stations 2 and 3 it is held by *Avicennia*. The abundance of macrozoobenthos (22 – 75 ind/m²). The condition of the mangrove ecosystem based on oil residues shows that the research location is still affected by oil as indicated by the concentration of petroleum hydrocarbons (TPH) in sea air and sediment in the high category (0.887 ± 0.04 - 1.067 ± 0.12 ppm) and (0.44 ± 0.2 - 4.55 ± 3.85 ppm). In addition, faded black spots were still detected on the roots and stems of the mangroves. Therefore, efforts are needed to clean up the remaining oil in the mangrove ecosystem as well as monitoring activities that have the potential to cause oil pollution.

Keywords: Mangrove, Oil Spill, Total Petroleum Hydrocarbon

Abstrak

Ekosistem mangrove memberikan jasa ekosistem penting yang mendukung ketahanan lingkungan dan ekonomi masyarakat. Tumpahan minyak di Perairan Karawang tahun 2019 dan 2021 telah menyebabkan kerusakan ekosistem mangrove. Penelitian telah dilakukan di Pantai Sedari, Karawang pada bulan Maret 2023 yang bertujuan untuk mengevaluasi kondisi mangrove pasca tumpahan minyak. Penelitian dilakukan dengan metode random terstratifikasi di 3 lokasi. Pengambilan data meliputi analisis vegetasi, pertumbuhan dan tutupan mangrove, makrozoobenthos, dan pengukuran konsentrasi total petroleum hidrokarbon (TPH) di air laut dan sedimen. Hasil penelitian menunjukkan kondisi ekosistem mangrove terdiri dari 3 spesies mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Avicennia alba* dan *Avicennia officinalis*. Kondisi ekologis mangrove menunjukkan kategori kerapatan sedang – rapat (1.433 – 1.766 ind/ha), kategori tutupan mangrove sedang – rapat (62,06 ± 5,15% - 78,38 ± 1,47%). Hasil analisis vegetasi menunjukkan *Rhizophora* memegang peran ekologis yang paling besar di stasiun 1, sedangkan di stasiun 2 dan 3 dipegang oleh *Avicennia*. Kelimpahan makrozoobenthos (22 – 75 ind/m²). Kondisi ekosistem mangrove berdasarkan residu minyak menunjukkan bahwa lokasi penelitian masih terdampak oleh minyak yang ditunjukkan dengan konsentrasi petroleum hidrokarbon (TPH) pada air laut dan sedimen dalam kategori tinggi (0,887 ± 0,04 - 1,067 ± 0,12 ppm) dan (0,44 ± 0,2 - 4,55 ± 3,85 ppm). Selain itu juga masih terdeteksinya sisa bercak hitam memudar pada akar dan batang mangrove. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk membersihkan residu minyak yang masih ada di ekosistem mangrove ini serta tindakan pengawasan terhadap kegiatan-kegiatan yang potensial menyebabkan pencemaran minyak.

Kata kunci: Mangrove, Total Petroleum Hidrokarbon, Tumpahan Minyak

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu dari ketiga ekosistem pesisir yang memainkan peran ekologi penting dalam menjaga kehidupan dan keberlanjutan bagi sumber daya laut. Peranan penting yang ada pada ekosistem mangrove yaitu menjaga kelestarian hidup bagi biota laut (ikan, udang dan benthos), menjaga rantai makanan, dan tempat untuk pemijahan serta menjaga pantai dari abrasi yang disebabkan oleh gelombang laut yang kencang (Karimah, 2017). Ekosistem mangrove memiliki ancaman besar yaitu pencemaran laut salah satunya diakibatkan

oleh tumpahan minyak. Tumpahan minyak yang terjadi dapat mengakibatkan kerusakan dan kematian terhadap ekosistem mangrove (Nopiana, 2020). Tumpahan minyak di perairan Teluk Balikpapan pada tahun 2018 ini diperkirakan menyebabkan hampir 80% hutan mangrove di daerah Jenebora mengalami kerusakan (Oktawati, *et al.*, 2022), dan hasil penelitian Wakito & Ridlan, (2025) menyatakan tumpahan minyak yang terjadi di Teluk Balikpapan itu telah menyebabkan kerusakan signifikan pada 34 hektare hutan mangrove.

Dampak jangka panjang tumpahan minyak terhadap mangrove telah direview dengan baik oleh Renegar *et al.* (2022), paparan minyak langsung ke mangrove dewasa menyebabkan terjadinya defoliasi yang menyebabkan terjadinya kematian, sedangkan paparan pada propagul menyebabkan penurunan tingkat kelangsungan hidup propagul. Namun, nasib area yang terkena minyak dapat mengikuti salah satu dari dua kemungkinan yaitu satu menuju pemulihan, dan yang lainnya menuju kerusakan dan kehilangan. Jika tumpahan minyak hanya mengakibatkan kerusakan subletal, maka pemulihan dapat terjadi dengan cepat (1–5 tahun). Namun, jika pohon mati, proses pemulihan akan memakan waktu jauh lebih lama (5–25 tahun atau lebih), yang melibatkan perekrutan bibit, pembentukan, dan pertumbuhan tanaman pengganti hingga dewasa dengan perbanyakan (Duke, 2016). Tumpahan minyak di ekosistem mangrove tidak hanya berdampak pada mangrove itu sendiri, namun juga organisme lain yang hidup di lingkungan mangrove tersebut. (Mughofar *et al.*, 2018). Dampak ekologis tumpahan minyak di wilayah pesisir Indonesia diantaranya terhadap plankton, bentos, ikan, burung, dan vegetasi, telah diuraikan secara rinci oleh Kurniawan *et al.* (2024).

Tingkat keparahan dari dampak tumpahan minyak biasanya bergantung pada jumlah dan jenis tumpahan minyak, kondisi sekitar, dan kepekaan organisme laut yang terkena dampak serta habitatnya rusak oleh tumpahan minyak. Selain itu, tumpahan minyak dapat menyebabkan tekanan serius pada ekosistem dan masyarakat yang tinggal di Pesisir Pantai dapat kehilangan mata pencahariannya (Majid *et al.*, 2016).

Kabupaten Karawang termasuk Pantai Sedari pada tahun 2019 dan 2021 pernah terjadi tumpahan minyak yang disebabkan oleh bocornya pipa BZZA area PHE ONWJ yang ada di Perairan Utara Karawang (Firdaus, 2021), pada tahun 2016 luasan mangrove di Pesisir Karawang seluas 357.22 km², namun pada tahun 2020 dalam kurun waktu 4 tahun luasan mangrove di Pesisir Karawang mengalami penurunan seluas 237.61 km². Penurunan ini diakibatkan oleh tumpahan minyak tahun 2019 yang menyebabkan mangrove rusak dan mati. Hal ini membuat kerapatan mangrove di Pesisir Utara Karawang menurun (Pasaribu *et al.*, 2022). Tumpahan minyak yang terjadi mengakibatkan fungsi ekologis pada ekosistem mangrove di Pantai Sedari menjadi rusak, dan biota laut tidak lagi memiliki tempat untuk berkembang biak dan mencari makan, serta tidak ada penghalang untuk menahan abrasi pantai yang disebabkan oleh gelombang laut. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kondisi ekosistem mangrove dan residu minyak di Pantai Sedari Karawang pasca tumpahan minyak yang telah terjadi secara berulang pada tahun 2018 dan 2020.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah komunitas mangrove, air laut, dan sedimen mangrove Pantai Sedari Karawang (Gambar 1). Lokasi penelitian terbagi menjadi 3 Stasiun penelitian ditentukan menggunakan Metode *Purposive Sampling*, dengan bahan pertimbangan adalah pola persebaran vegetasi mangrove yang terdampak oleh tumpahan minyak. Stasiun 1 terletak dekat dengan tempat wisata. Stasiun 2 terletak dekat dengan sumur minyak dari Pertamina. Stasiun 3 terletak di bagian pinggir sungai dan dekat dengan permukiman warga.

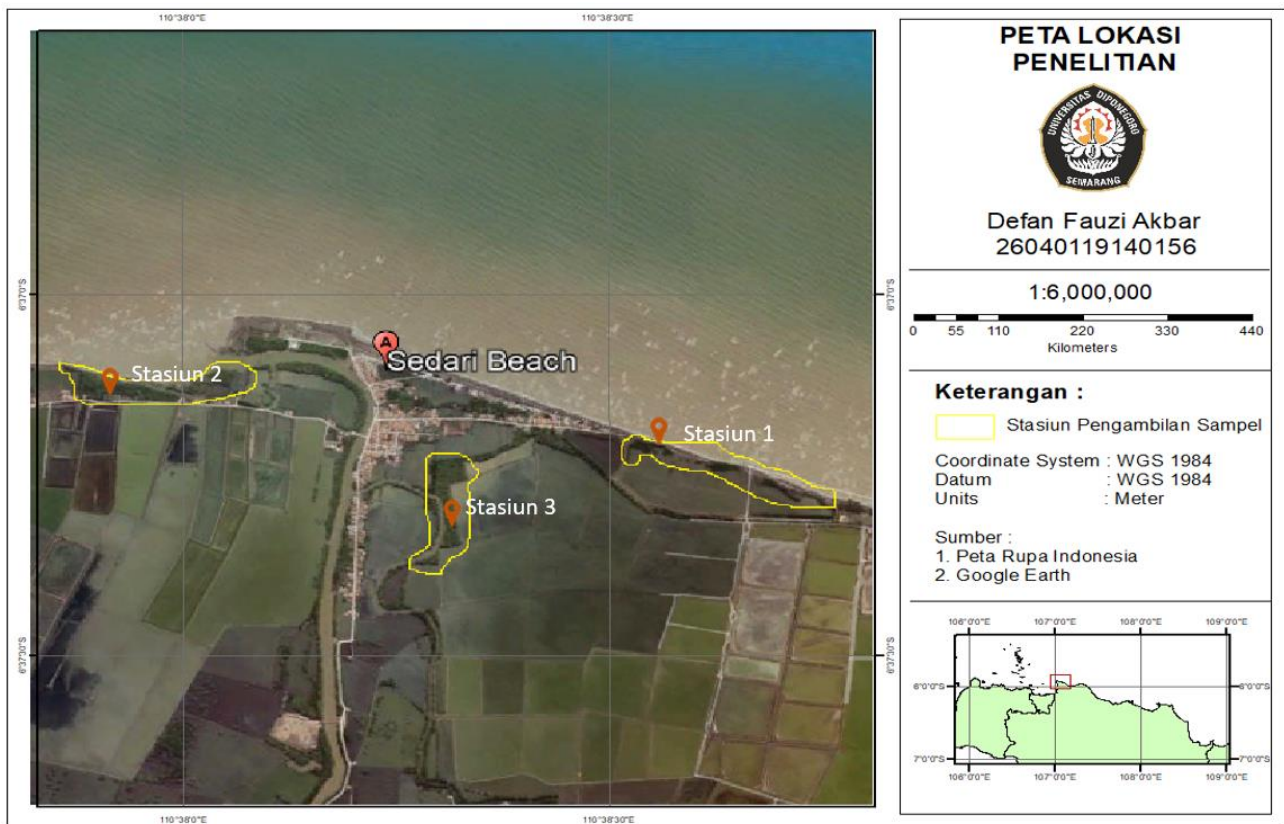
Pengambilan data vegetasi mangrove merujuk pada penelitian (Dharmawan dan Pramudji, 2017), yaitu dengan metode plot sampling. Sampel diambil secara *random* terstratifikasi. Data yang diambil meliputi diameter batang untuk kategori pohon, distribusi spesies, dan jumlah tegakan mangrove dalam plot pada setiap spesies dalam kategori pohon. Pengambilan data dilakukan

pada plot ukuran 10 m x 10 m, dengan tiga kali pengulangan. Spesies mangrove di Identifikasi langsung di lapangan dengan mengacu pada Kitamura *et al.*, (1997). Diameter batang pohon diukur pada ketinggian setinggi dada (DBH) atau ±1,3 m pada kategori pohon yaitu yang memiliki DBH ≥ 4 cm atau keliling batang ≥ 16 cm. Data selanjutnya dianalisis untuk dihitung frekuensi (F), kerapatan (K), kerapatan relatif (KR), dominasi relatif (DR), frekuensi relatif (FR), basal area (BA), indeks nilai penting (INP), indeks keseragaman (J'), indeks keanekaragaman (H') dan indeks dominansi (D).

Persentase tutupan kanopi mangrove dihitung menggunakan metode *hemispherical photography*. Metode ini merujuk pada Dharmawan dan Pramudji (2017). Foto diambil menggunakan kamera depan handphone dengan resolusi 4 megapixel. Foto diambil di sekitar pusat pada plot kecil, yaitu berada diantara satu pohon dengan pohon yang lainnya, hindari mengambil foto tepat di samping batang pohon dan posisi kamera tepat setinggi dada serta tegak lurus dengan langit. Foto yang sudah diambil kemudian dianalisis dengan menggunakan *software ImageJ* dan *Microsoft Excel* untuk dihitung persentasenya. Rata – rata dari kondisi tutupan mangrove dikategorikan menjadi tiga kelompok, berdasarkan Standar Baku Kerusakan Hutan Mangrove Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004. Analisis tutupan kanopi dihitung menggunakan rumus dari analisis gambar *binner*, yaitu sebagai berikut:

$$\% \text{ tutupan (cover) mangrove} = \frac{P255}{\Sigma P} \times 100 \%$$

Keterangan: P255 = jumlah *pixel* yang bernilai 255 sebagai interpretasi tutupan kanopi mangrove; P = jumlah seluruh *pixel*



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengambilan sampel air laut mengacu pada metode SNI 6989.57:2008. Sampel air laut diambil sebanyak 1 liter dengan 3 kali pengulangan di setiap stasiunnya. Sampel air kemudian ditambahkan Asam Klorida (HCl 1:1) hingga pH mendekati 2. Botol sampel disimpan kedalam cool box agar tidak terkontaminasi oleh zat lain. Analisis konsentrasi minyak pada air laut mengacu pada metode ekstrak gravimetric dengan pelarut n-Heksana berdasarkan SNI 6989.10-2011. Minyak diukur konsentrasi total hidrokarbonnya. Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Minyak} = \frac{(W1 - W0) \times 1000}{V} = \text{ppm}$$

Keterangan: W1 = Berat Labu Setelah Diuapkan (mg); W0 = Berat Labu Kosong (mg); V = Volume contoh uji (ml)

Pengambilan sampel sedimen mengacu pada penelitian Aini *et al.* (2016), yaitu sampel sedimen diambil di kawasan vegetasi mangrove menggunakan pipa paralon dengan kedalaman 15 - 30 cm. Sampel yang diambil sebanyak 500 gram, kemudian dimasukan kedalam kantong plastik yang sudah diberi keterangan dan disimpan kedalam cool box agar tidak terkontaminasi oleh zat lain. analisis konsentrasi minyak dengan menggunakan metode Soxhlet dalam EPA (1982). Pada hal ini minyak yang diukur adalah total hidrokarbonnya. Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) pada sedimen dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ minyak} = \left(\frac{B - A}{\text{sampel (gr)}} \right) \times 100 \% = \% \rightarrow \text{ppm}$$

Keterangan: B = Berat labu + minyak (gram); A = Berat Labu Kosong (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian di 3 Stasiun di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat ditemukan 4 spesies vegetasi mangrove dari famili Rhizophoraceae dan Avicenniaceae. Pada famili Rhizophoraceae ditemukan 2 (dua) spesies mangrove, yaitu *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*. Pada famili Avicenniaceae ditemukan 2 (dua) spesies mangrove, yaitu *Avicennia alba* dan *Avicennia officinalis*. Hasil analisis vegetasi (Tabel 2.) menunjukkan komposisi spesies mangrove berbeda pada setiap stasiun penelitian. Pada stasiun 1 komposisi mangrove berdasarkan kerapatannya 100% adalah *Rhizophora* yang terdiri dari 88% *R. mucronata* dan 12% *R. stylosa*. Pada stasiun 2 terdiri dari *R. mucronata* sebesar 25% dan *Avicennia* sebesar 75% (yang terdiri dari *A. alba* 57,27% dan *A. officinalis* 22,73%). Sedangkan di stasiun 3 terdiri dari *R. mucronata* sebesar 7,55% dan *Avicennia* 92,45% (yang terdiri dari *A. alba* 37,73% dan *A. officinalis* 54,72%).

Hasil perhitungan Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') (Tabel 1.) di setiap stasiun penelitian di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang termasuk kedalam kategori rendah-sedang. Nilai indeks keanekaragaman di Stasiun 1 masuk dalam kategori rendah ($H' < 1$) sedangkan pada Stasiun 2 dan 3 masuk dalam kategori sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Berdasarkan sebaran populasi di 3 stasiun penelitian yang ditunjukkan oleh nilai indeks keseragaman (Tabel 1.) menunjukkan pada stasiun 1, populasi tidak menyebar secara merata yang ditunjukkan dengan nilai indeks keseragaman yang rendah yaitu 0,58. Hal ini terjadi karena di stasiun ini hanya terdapat 2 spesies mangrove dengan kelimpahan yang jauh berbeda. Pada stasiun 2 dan 3 menyebar secara lebih merata karena memiliki nilai indeks keseragaman yang tinggi mendekati 1. Nasir *et al.* (2019), menyatakan bahwa keanekaragaman jenis suatu komunitas akan tinggi jika disusun oleh beragam spesies dan tidak ada yang mendominasi. Semakin tinggi nilai indeks keseragaman menunjukkan tidak ada spesies tertentu yang dominan.

Tabel 1. Indeks Keanekaragaman (H') dan Keseragaman (J') Mangrove

Stasiun	H'	Kategori	J'	Kategori
1	0,46	Rendah	0,58	Sedang
2	1,07	Sedang	0,97	Tinggi
3	1,04	Sedang	0,94	Tinggi

Stasiun 1 dan 2 berada dekat dengan daerah pesisir pantai yang memiliki substrat pasir berlumpur dan terpengaruh oleh pasang surut yang normal, sedangkan pada Stasiun 3 memiliki substrat lumpur berpasir dan letaknya dekat dengan pinggiran sungai dan masih terpengaruh oleh pasang surut yang normal. Habitat mangrove *Avicennia* sp biasanya banyak tumbuh di pinggiran sungai pada kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang surut dan sepanjang garis pantai serta kondisi air yang asin, sedangkan habitat *Rhizophora* sp tumbuh di daerah yang memiliki substrat berlumpur dan tergenang saat pasang surut yang normal (Shinta *et al.*, 2022). Berdasarkan fakta yang terdapat di lapangan, *Rhizophora* sp tumbuh baik dibelakang mangrove *Avicennia* sp. Hal ini menunjukkan bahwa mangrove *Rhizophora* sp masuk kedalam zona tengah dan mangrove *Avicennia* sp. masuk kedalam zona terbuka. Mangrove yang masuk kedalam zona tengah, zona ini biasanya dihuni oleh mangrove *Rhizophora* sp dan *Bruguiera* sp, sedangkan pada zona terbuka yang menghadap langsung ke laut biasanya didominasi oleh mangrove *Avicennia* sp dan *Sonneratia* sp dan terkadang juga tumbuh mangrove *Rhizophora* sp (Astuti dan Titah, 2020).

Berdasarkan analisis vegetasi nilai INP ragam jenis mangrove di lokasi penelitian (Tabel 2) menunjukkan di stasiun 1, 2 dan 3 didominasi oleh spesies yang berbeda yaitu masing-masing oleh *R. mucronata* dengan nilai INP 241,5%, *A. alba* dengan nilai INP 157,54% dan *A. officinalis* dengan INP 155,91%. Dominasi yang tinggi spesies ini menggambarkan peranan utama spesies sebagai pembentuk ekosistem dan yang memiliki pengaruh paling besar dalam ekosistem. Dominasi ini diduga terkait dengan kondisi substrat tempat hidupnya. Tipe substrat pada setiap stasiun didominasi dengan jenis substrat lumpur berpasir, substrat lumpur berpasir merupakan habitat dari spesies *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp. Masruroh dan Insafitri (2020), menyatakan bahwa tipe substrat merupakan faktor penentu terjadinya sebuah regenerasi pada tumbuhan mangrove. Sehingga substrat lumpur berpasir dapat menjadikan spesies *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Avicennia officinalis* menjadi spesies yang dominan di setiap stasiun masing – masing. Selain itu, Spesies *Avicennia* sp. memiliki kemampuan dalam mengakumulasi sedimen di atas lapisan terpisah pada sedimen yang terkontaminasi oleh minyak.

Berdasarkan nilai kerapatan vegetasi mangrove kategori pohon pada 3 stasiun penelitian menunjukkan nilai berkisar 1.433,33-1.766,67 ind/ha. Berdasarkan kriteria baku kerusakan mangrove dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004, kisaran kerapatan (> 1000 – < 1500 masuk kategori sedang dan > 1500 masuk kategori padat, maka di stasiun 1 dan 2 masuk kategori mangrove dengan kerapatan sedang, dan pada stasiun 3 masuk kategori kerapatan padat. Perbedaan kerapatan ini dimungkinkan terjadi karena faktor lokasi. Letak Stasiun 1 dan 2 berhadapan langsung dengan laut sehingga selalu terpengaruh oleh gelombang laut dan juga aktivitas masyarakat. Setyawan *et al.* (2013), menyatakan bahwa sedikitnya jumlah spesies mangrove dapat diakibatkan oleh adanya pengaruh lingkungan seperti gelombang yang tinggi, pembukaan lahan untuk pemukiman dan pertambakan, dan tingginya eksploitasi terhadap vegetasi mangrove dapat menyebabkan rendahnya frekuensi kehadiran jenis mangrove. Selain itu, akibat dampak dari tumpahan minyak membuat mangrove di Stasiun 1 dan 2 banyak yang mengalami kematian, sehingga nilai kerapatan di kedua stasiun lebih rendah jika dibandingkan dengan yang ada di Stasiun 3. Pasaribu *et al.* (2022), menyatakan bahwa luasan mangrove mengalami penurunan di tahun 2020, karena akibat tumpahan minyak yang terjadi pada tahun 2019.

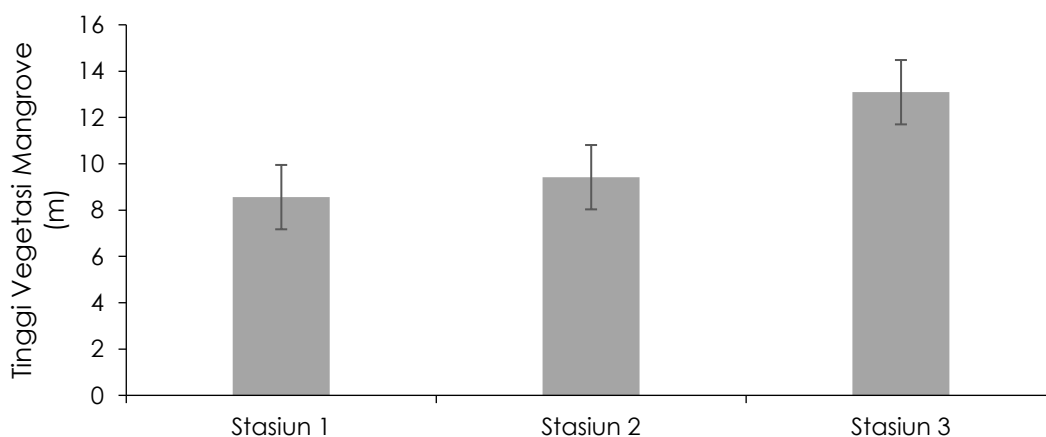
Tinggi vegetasi mangrove di setiap stasiun masing – masing yaitu 8,56 ± 0.22 m (Stasiun 1), 9,42 ± 0.34 m (Stasiun 2) dan 13,09 ± 0.54 m (Stasiun 3) dapat dilihat pada Gambar 2. Perbedaan

ketinggian pohon ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies mangrove, umur mangrove, dan kondisi lingkungan mangrove seperti suhu, pH, salinitas, jenis substrat dan konsentrasi oksigen. Poedjiraharjoe *et al.* (2017), menyatakan bahwa karakteristik spasial yang ada di ekosistem mangrove dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisika dan kimia laut, seperti suhu, pH, salinitas, jenis substrat dan konsentrasi oksigen. Selain itu, spesies *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp. memiliki kemampuan dalam menurunkan dan mendegradasi konsentrasi total petroleum hidrokarbon (TPH) pada sedimen.

Persentase tutupan kanopi vegetasi mangrove (Tabel 3.) menunjukkan Stasiun 1, 2 dan 3 masing-masing sebesar $62,06 \pm 5,15 \%$, $63,77 \pm 4,15 \%$ dan $78,38 \pm 1,47 \%$, Rentang nilai ini menurut klasifikasi baku tingkat kerusakan mangrove menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 semuanya masuk kategori baik. Akan tetapi jika data tutupan kanopi ini digabungkan dengan nilai kerapatan maka stasiun 1 dan 2 masuk kategori baik sedang dan stasiun 3 masuk kategori baik padat.

Tabel 2. Struktur Vegetasi Mangrove Berdasarkan Nilai Frekuensi (F), Frekuensi Relatif (FR), Kerapatan (K), Kerapatan Relatif (KR), Basal Area (BA), Dominasi Relatif (DR), dan Indeks Nilai Penting (INP) pada kategori pohon.

Stasiun dan Spesies	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	BA (cm ²)	DR (%)	INP (%)
Stasiun 1							
<i>Rhizophora mucronata</i>	1	60	1,266,67	88	1,005,98	93,12	241,5
<i>Rhizophora Stylosa</i>	0,67	40	166,67	12	74,22	6,88	58,5
Total	1,67	100	1,433,33	100	1,080,20	100	300
Stasiun 2							
<i>Avicennia alba</i>	1	37,5	766,67	57,27	1,168,04	67,77	157,54
<i>Avicennia officinalis</i>	1	37,5	333,33	22,73	296,28	17,2	77,42
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,67	25	366,67	25	259,19	15,03	65,04
Total	2,67	100	1,466,67	100	1,723,51	100	300
Stasiun 3							
<i>Avicennia officinalis</i>	1	33,33	966,67	54,72	1,801,12	67,86	155,91
<i>Avicennia alba</i>	1	33,33	666,67	37,73	795,06	29,95	101,03
<i>Rhizophora mucronata</i>	1	33,33	133,33	7,55	57,94	2,19	43,06
Total	3	100	1,766,67	100	2,654,11	100	300



Gambar 2. Nilai rata – rata ketinggian vegetasi mangrove dan standar deviasi (n = 3) di setiap stasiun penelitian di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang

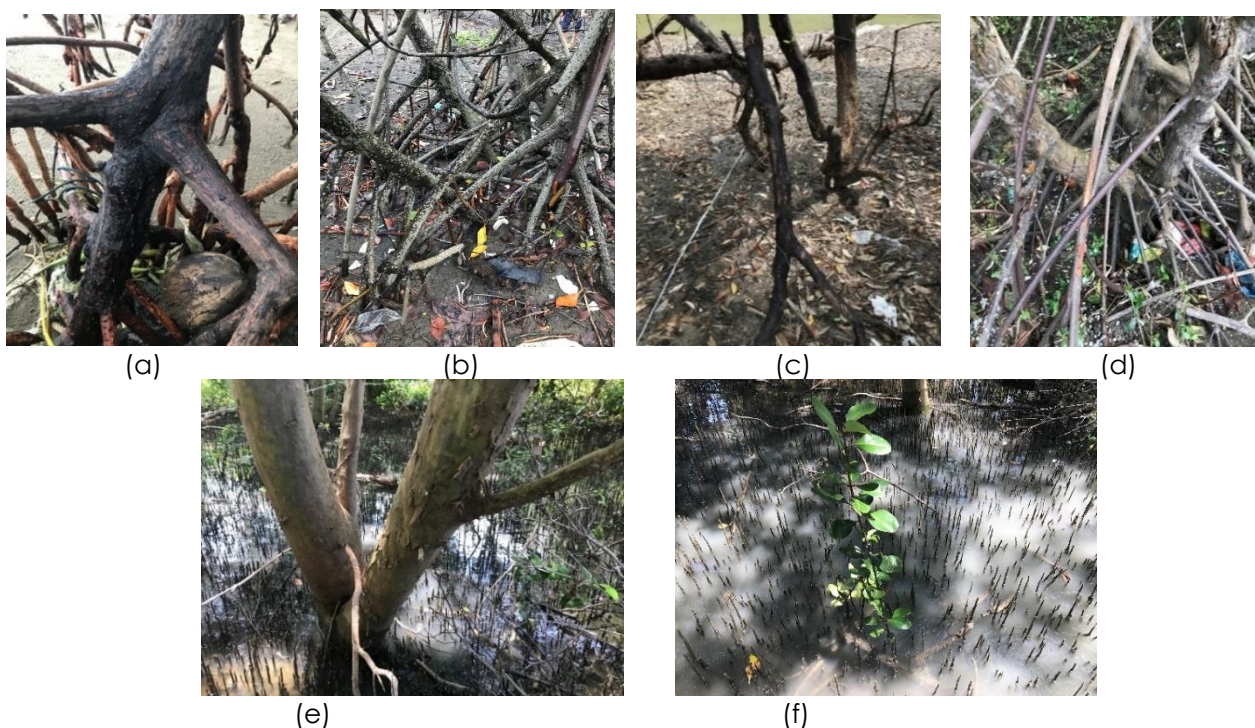
Perbedaan kerapatan di setiap Stasiun dipengaruhi oleh letak dari setiap stasiun. Stasiun 1 dan 2 merupakan vegetasi yang terletak di pinggir laut, sehingga terdampak langsung oleh adanya tumpahan minyak yang mencemari kawasan vegetasi mangrove di pinggir laut. Beberapa mangrove ada yang terkontaminasi oleh minyak dan tidak dapat beradaptasi, sehingga kebanyakan mengalami kematian. Minyak yang mencemari kawasan penelitian vegetasi mangrove di Pantai Sedari terjadi cukup lama yaitu selama enam bulan, menyebabkan spesies mangrove ada yang tidak dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungannya. Rikardi *et al.* (2021), menyatakan bahwa ekosistem mangrove yang terkontaminasi oleh minyak dapat merusak bagian fisiologi dari tumbuhan mangrove tersebut. Tumpahan minyak dapat mengakibatkan kerusakan hingga kematian yang disebabkan oleh pori – pori pada akar dan batang mangrove tertutup oleh minyak sehingga mengganggu proses transfer oksigen atau zat kimia berbahaya yang terkandung dalam minyak. Selain itu, Tumpahan minyak yang terjadi dalam jangka waktu yang cukup lama tidak hanya mengakibatkan kematian pada mangrove, namun dapat menyebabkan hilangnya ekosistem mangrove. Pada Stasiun 3 terletak lebih kedalam dan tidak berhadapan langsung dengan laut, namun terletak di pinggir sungai, sehingga saat terjadinya tumpahan minyak vegetasi mangrove di Stasiun 3 hanya sedikit terdampak akibat tumpahan minyak. Hal ini tentunya membuat spesies mangrove yang ada di Stasiun 3 masih dapat beradaptasi dengan adanya pencemaran akibat tumpahan minyak.



Gambar 2. Foto tutupan mangrove untuk *hemispherical photography* di 3 stasiun penelitian, stasiun 1 (A), stasiun 2 (B) dan stasiun 3 (C).

Tabel 3. Persentase Tutupan Kanopi Vegetasi Mangrove di setiap stasiun Penelitian di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang

Stasiun	Tutupan Kanopi	Status
1	62,06 ± 5,15	Sedang
2	63,77 ± 4,15	Sedang
3	78,38 ± 1,47	Rapat



Gambar 4. Kondisi batang dan akar mangrove di setiap stasiun penelitian: (a,b) Bercak hitam memudar pada batang dan akar mangrove di Stasiun 1, (c,d) Bercak hitam memudar pada batang dan akar mangrove di Stasiun 2, (e,f) tidak ada bercak hitam pada batang dan akar mangrove stasiun 3

Tumpahan minyak yang memasuki ekosistem mangrove mampu menutupi akar dan batang mangrove, sehingga akan tampak jelas secara visual mangrove yang terpapar oleh tumpahan minyak. Muarif *et al.* (2016), menyatakan bahwa efek tumpahan minyak secara fisik akan menyelimuti mangrove pada bagian akar, batang dan daun. Minyak yang menyelimuti akar dan batang mangrove dapat menghambat pertukaran gas yang ada di sistem perakaran mangrove. Lapisan minyak juga dapat mengganggu pertukaran garam, pada daun dan akar yang terendam. Pengamatan residu minyak secara visual pada vegetasi mangrove (Gambar 4) menunjukkan pada batang dan akar mangrove di Stasiun 1 dan 2 terdapat bercak-bercak hitam yang sudah memudar. Sedangkan pada Stasiun 3 batang mangrove tidak tampak adanya bercak hitam dan tumbuh secara normal.

Konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) (Tabel 4.) pada air laut di setiap stasiun penelitian masing-masing sebesar $1,067 \pm 0,12$ ppm, $1,055 \pm 0,09$ ppm, dan $0,887 \pm 0,04$ ppm. Nilai TPH ini tergolong tinggi dan melebihi standar baku mutu air laut menurut Lampiran VIII PP RI No 22 Tahun 2021 tentang standar baku mutu air laut, yaitu sebesar 0,002 ppm. Sedangkan konsentrasi TPH pada sedimen di masing-masing stasiun penelitian adalah sebesar yaitu $1,72 \pm 1,35$ ppm, $4,55 \pm 3,85$ ppm, dan $0,44 \pm 0,2$ ppm. Nilai ini tergolong tinggi.

Tabel 4. Konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) (ppm) pada air laut dan sedimen di Kawasan Vegetasi Mangrove di setiap stasiun penelitian di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang

Stasiun	Sedimen*	Air Laut*
1	1,72 ± 1,35	1,067 ± 0,12
2	4,55 ± 3,85	1,055 ± 0,09
3	0,44 ± 0,2	0,887 ± 0,04

*Nilai adalah rata-rata dan standar deviasi dari n = 3

Tumpahan minyak di Pantai Sedari terjadi cukup lama hingga hampir 6 bulan di perairan, sehingga mengakibatkan minyak dapat mengendap kedalam sedimen pada kawasan vegetasi mangrove di Stasiun 1 dan 2. Tekstur sedimen kedua stasiun tersebut didominasi oleh substrat lumpur. Tekstur sedimen dengan jenis lumpur memiliki tingkat akumulasi partikel minyak lebih kuat. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Bishop dan Paul (1983), menyatakan bahwa sedimen lumpur memiliki tingkat akumulasi partikel minyak jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan sedimen berpasir, minyak yang terakumulasi pada sedimen dapat membentuk lapisan tebal hingga kedalaman 1 meter dan akan tetap ada hingga 10 tahun bahkan lebih, jika dibandingkan dengan sedimen pasir yang membutuhkan waktu pemulihan sekitar 1 – 2 tahun. Sedangkan nilai total petroleum hidrokarbon (TPH) pada Stasiun 3 adalah paling rendah dibandingkan Stasiun 1 dan 2. Hal ini disebabkan letak Stasiun 3 tidak berhadapan langsung dengan laut dan pada Stasiun 3 tidak terkena dampak cukup parah akibat tumpahan minyak yang terjadi di Pantai Sedari, namun letak Stasiun 3 berada di pinggir sungai yang menjadi jalur transportasi dari kapal nelayan.

Tumpahan minyak di lokasi penelitian terjadi secara berulang, yaitu pada tahun 2018 dan 2020, sehingga pada saat dilakukan penelitian telah berjarak sekitar 2 tahun dari kejadian terakhir. Maka selama rentang waktu ini pasti telah terjadi penurunan konsentrasi TPH baik yang ada di air maupun yang ada di sedimen akibat berbagai faktor. Proses penghilangan TPH di sedimen lingkungan perairan ditentukan oleh interaksinya dengan sistem dan dikendalikan oleh faktor fisik dan kimia, komposisi komunitas mikroba, lokasi hidrodinamik, sinar matahari, suhu, ukuran butir sedimen, ketersediaan nutrisi, dan lain-lain (Moreira, *et al.*, 2011). Selain itu vegetasi mangrove yang tidak sensitif terhadap TPH dapat berperilaku sebagai agensia fitoremediasi yang efektif seperti *R. mangle* (Moreira, *et al.*, 2011) dan *A. schaueriana* (Moreira, *et al.*, 2013). Fitoremediasi TPH menggunakan 3 jenis mangrove menyimpulkan bahwa *Rhizophora* sp. memiliki viabilitas tertinggi dan mampu mengurangi kadar TPH yang lebih tinggi dalam media dibandingkan dengan *Avicennia* sp. dan *Bruguiera* sp. Penelitian yang berbeda (Waryszak *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa *A. marina* mampu membentuk lapisan organik tebal (hingga 30 cm) di atas sedimen yang terkontaminasi TPH, mengakumulasi rata-rata 6,6 mm sedimen per tahun. Tingkat TPH rata-rata di bawah lapisan organik ini (30–50 cm) sangat beracun (30.441,6 mg kg⁻¹), melebihi ambang batas aman hingga 220 kali lipat. Mikroorganisme yang hidup di dalam sedimen mangrove juga memiliki peran yang besar dalam proses penghilangan TPH (Militon *et al.*, 2024 ; Yousefi *et al.*, 2025). Oleh karena tidak ada data konsentrasi awal TPH pada saat terjadi tumpahan minyak maka tidak dapat dipastikan apakah residu TPH saat penelitian ini merupakan residu yang berasal dari tumpahan minyak 2 tahun yang lalu atau ada penambahan atas residu yang lama oleh yang berasal dari kegiatan existing yang sekarang sedang berjalan. Saat ini didekati stasiun penelitian terdapat kegiatan pengeboran minyak pertamina (PHE ONWJ) dan aktivitas kapal nelayan termasuk kegiatan sandar kapal yang semuanya dapat menjadi sumber masuknya TPH ke ekosistem mangrove dan terendapkan di sedimen mangrove.

Parameter kualitas air di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang yang disesuaikan dengan standar baku menurut Lampiran VIII PP RI No 22 Tahun 2021 tentang standar baku mutu air laut. Hasil dapat dilihat pada Tabel 5. Suhu lingkungan di Pantai Sedari di setiap stasiun berkisar 31,3 - 33,1 °C. Suhu pada Stasiun 1 tergolong baik dan masih sesuai dengan standar baku mutu, yaitu 28–32 °C. Pada Stasiun 2 dan 3, suhu melebihi standar baku mutu. Hal ini dikarenakan pada saat pengambilan data suhu air laut dilakukan pada siang hari dan cuaca cerah tanpa awan. Oksigen terlarut

Tabel 5. Parameter kualitas air di Pantai Sedari Kabupaten Karawang

No	Parameter	Stasiun 1*	Stasiun 2*	Stasiun 3*	Baku Mutu**
1	Suhu (°C)	31,33 ± 0,12	33,1 ± 0,26	32,67 ± 0,51	28-32
2	Oksigen Terlarut (ppm)	6,68 ± 0,06	7,43 ± 0,06	6,23 ± 0,02	>5
3	Salinitas (ppt)	25 ± 5	23,57 ± 2,89	6,67 ± 2,89	s/d 34
4	Kecerahan (cm)	7,5 ± 0,14	7,1 ± 0,1	7,8 ± 0,06	> 6
5	pH	7,93 ± 0,02	7,6 ± 0,02	7,24 ± 0,03	7 – 8,5
6	Kecepatan Arus (m/s)	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,16 ± 0,01	-

*Nilai adalah rata-rata dan standar deviasi dari n = 3

**Baku mutu air laut menurut Lampiran VIII PP RI No 22 Tahun 2021

(DO) di setiap stasiun berkisar 6,23 - 7,43 ppm. Oksigen terlarut (DO) di setiap stasiun tergolong baik dan masih sesuai dengan standar baku mutu perairan >5 ppm. Salinitas di setiap stasiun berkisar 6,7 – 25 ppt. Salinitas di setiap stasiun masih sesuai dengan standar baku mutu perairan untuk mangrove yaitu s/d 34 ppt. Stasiun 3 memiliki salinitas terendah dikarenakan tempat pengambilan sampel berada di sungai yang memiliki jenis air payau. pH di setiap stasiun berkisar 7,24 - 7,93. pH di setiap stasiun masih tergolong baik dan masih sesuai dengan standar baku mutu perairan yaitu 7 – 8,5. Kecerahan di setiap stasiun berkisar 7,1 - 7,8 cm. Kecerahan di setiap stasiun masih tergolong baik dan masih sesuai dengan standar baku mutu perairan yaitu >6 cm. Kecepatan arus di setiap stasiun memiliki nilai berkisar 0,13-0,16 m/s.

Hasil dari data 5 parameter lingkungan yang diambil menunjukkan kondisi lingkungan di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang cukup baik, memenuhi baku mutu perairan menurut Lampiran VIII PP RI No 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air laut.

KESIMPULAN

Ekosistem mangrove di lokasi penelitian di Pantai Sedari, Kabupaten Karawang dibentuk oleh empat spesies, yaitu *Avicennia alba*, *Avicennia officinalis*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*. Komunitas mangrove ini memiliki kerapatan sedang-padat. Nilai indeks keanekaragaman (H') di setiap stasiun termasuk dalam kategori rendah-sedang dan indeks keseragaman (J') di setiap stasiun termasuk dalam kategori sedang-tinggi. Persentase tutupan mangrove berkisar termasuk dalam kategori sedang-rapat. Pengamatan terhadap residu minyak pada tegakan mangrove menunjukkan masih terdapat bekas residu minyak yang sudah memudar pada akar dan batang mangrove di stasiun 1 dan 2. Akan tetapi pada air laut dan sedimen mangrove terukur konsentrasi TPH masing-masing berkisar 0,887 ± 0,04 - 1,067 ± 0,12 ppm dan 0,44 ± 0,2 - 4,55 ± 3,85 ppm. Nilai Total petroleum hidrokarbon (TPH) telah melebihi baku mutu. Terdeteksinya konsentrasi yang tinggi ini selain dari residu tumpahan minyak juga dimungkinkan berasal dari kegiatan sekitar yang potensial menghasilkan tumpahan minyak seperti pengeboran minyak dan aktivitas kapal nelayan. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk membersihkan residu minyak yang masih ada di ekosistem mangrove ini serta tindakan pengawasan terhadap kegiatan-kegiatan yang potensial menyebabkan pencemaran minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, H. R., Suryanto, A., & Hendarto, B. (2016). Hubungan tekstur sedimen dengan mangrove di Desa Mojo, Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(4), 209–215.
- Astuti, A. D., & Titah, H. S. (2020). Studi fitoremediasi polutan minyak bumi di wilayah pesisir tercemar menggunakan tumbuhan mangrove (studi kasus: Tumpahan minyak mentah sumur YYA-1 pesisir Karawang, Jawa Barat). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 111–116.
- Bishop, P. L. (1983). *Marine pollution and its control*. McGraw-Hill Book Company.

- Dharmawan, I. W. E., & Pramudji. (2017). *Panduan pemantauan komunitas mangrove* (Edisi ke-2). COREMAP-CTI, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Duke, N. C. (2016). Oil spill impacts on mangroves: Recommendations for operational planning and action based on a global review. *Marine Pollution Bulletin*, 109(2), 700–715. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.082
- Environmental Protection Agency. (1982). *Methods for chemical analysis of water and wastes*. Environmental Monitoring and Support Laboratory.
- Firdaus, W. M. (2021). Prinsip pencemar membayar: Menyoal tanggung jawab PT Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (ONWJ) atas pencemaran minyak di perairan Karawang. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 8(1), 193–228.
- Karimah. (2017). Peran ekosistem hutan mangrove sebagai habitat untuk organisme laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51–58.
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A., & Baba, S. (1997). *Buku panduan mangrove di Indonesia (Bali dan Lombok)*. Jaya Abadi.
- Kurniawan, S. B., Imron, B. F., Roziqin, A., Pambudi, D. S. A., Alfanda, B. D., Ahmad, M. M., Khoirunnisa, F., Mahmudah, R. A., Barakwan, R. A., Jusoh, H. H. W., & Juahir, H. (2024). Cases of oil spills in the Indonesian coastal area: Ecological impacts, health risk assessment, and mitigation strategies. *Regional Studies in Marine Science*, 79, 103835. doi: 10.1016/j.rsma.2024.103835
- Majid, I., Muhdar, M. H. I., Rohman, A., & Syamsuri, I. (2016). Konservasi hutan mangrove di pesisir Pantai Kota Ternate terintegrasi dengan kurikulum sekolah. *Jurnal Bioedukasi*, 4(2), 488–496.
- Masruroh, L., & Insafitri, I. (2020). Pengaruh jenis substrat terhadap kerapatan vegetasi *Avicennia marina* di Kabupaten Gresik. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2), 151–159.
- Milton, C., Michaud, E., Sylvi, L., Ferriz, L. M., Roic, E., Gilbert, F., Jézéquel, R., & Cuny, P. (2024). In situ oil contamination in young mangroves: Biodegradation of petroleum hydrocarbons and effects on the microbial and benthic communities, an experimental study in French Guiana. *Marine Pollution Bulletin*, 209, 117285. doi: 10.1016/j.marpolbul.2024.117285
- Moreira, I. T. A., Oliveira, O. M. C., Triguís, J. A., Queiroz, A. F. S., Ferreira, S. L. C., Martins, C. M. S., Silva, A. C. M., & Falcão, B. A. (2013). Phytoremediation in mangrove sediments impacted by persistent total petroleum hydrocarbons (TPHs) using *Avicennia schaueriana*. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 130–136. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.024
- Muarif, Damar, A., Haryadi, S., Boer, M., & Soetrisno, D. (2016). Tingkat kepekaan mangrove Indonesia terhadap tumpahan minyak. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(3), 374–380.
- Mughofar, A., Masykuri, M., & Setyono, P. (2018). Zonasi dan komposisi vegetasi hutan mangrove Pantai Cengkong Desa Karangandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 77–85.
- Nasir, Burhanuddin, & Dewantara, I. (2019). Keanekaragaman jenis vegetasi mangrove penyusun hutan mangrove di Desa Medan Mas Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(2), 973–982.
- Nopiana, M., Yulianda, F., Sulistiono, & Fahrudin, A. (2020). Coastal rehabilitation through the implementation of government policy: Case study in Karawang Regency, West Java, Indonesia. *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah*, 7(4), 359–374.
- Oktawati, N. O., Fadilah, A. N., & Saleha, A. Q. (2022). Dampak ekonomi tumpahan minyak di Teluk Balikpapan pada pemanfaatan ekosistem mangrove di Jenebora Penajam Paser Utara. *EnviroScienteeae*, 18(1), 77–86. doi: 10.20527/ES.V18I1.12981
- Pasaribu, R. P., Pranoto, A. K., Sewiko, R., & Afwafiah, E. (2022). Mapping the distribution of mangrove by remote sensing in the coastal of Karawang Regency. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 5(2), 160–168.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F. K. (2017). Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di Pantai Utara Pematang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1), 29–42.
- Renegar, D. A., Schuler, P. A., Knap, A. H., & Dodge, R. E. (2022). Tropical oil pollution investigations in coastal systems (tropics): A synopsis of impacts and recovery. *Marine Pollution Bulletin*, 181, 113880. doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.113880

- Rikardi, N., Nurjaya, I. W., & Damar, A. (2021). Indeks kepekaan lingkungan ekosistem mangrove terhadap tumpahan minyak: Studi kasus di pesisir Subang, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 1–17.
- Shinta, M., Syamsudin, L., & Subiyanto, Y. A. (2022). Identifikasi jenis mangrove pada kawasan ekosistem mangrove di Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Akuatek*, 3(1), 9–18.
- Wakito, R. F. M., & Ridlani, I. A. (2025). Ecological impacts of marine oil spill pollution: An integrative assessment of ecosystem damages and conservation strategies. *Journal of Critical Ecology*, 2(2), 143–159. doi: 10.61511/jcreco.v2i2.2197
- Waryszak, P., Palacios, M. M., Carnell, P. E., Yilmaz, I. N., & Macreadie, P. I. (2021). Planted mangroves cap toxic petroleum-contaminated sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 171, 112746. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112746
- Yousefi, M., Disi, Z. A. A., Ashfaq, M. Y., & Zouari, N. (2025). Diversity of hydrocarbon-degrading bacteria isolated from the rhizosphere of mangrove forests in two coastal regions of Qatar. *Marine Environmental Research*, 211, 107442. doi: 10.1016/j.marenvres.2025.107442