

**IDENTIFIKASI AKTIVITAS PENCEMARAN AIR YANG MERUSAK EKOSISTEM
LAUT DI DAERAH PULAU OBI, MALUKU UTARA**
(Identification of Water Pollution Activities that Damage the Marine Ecosystem in
The Obi Island Area, North Maluku)

Ades Suryaningtias, Khairunnisa Chaniago* dan Yulia Arsanti

Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari,
Kota Bandung, Jawa Barat 40154, Indonesia
e-mail: khairunnisachaniago@upi.edu

ABSTRACT

Indonesia is a country known as an archipelagic country. Indonesia has thousands of islands separated by vast seas. Having various types of diverse marine ecosystems is a characteristic of an archipelagic country. Indonesia has many problems that come naturally and artificially. This research aims to identify activities that cause pollution and describe the impact of waste pollution on Obi Island. This research is based on information from scientific literature and secondary data. The results of the study provide information about problems that continue to occur, namely pollution caused by waste coming from mining companies and local communities who throw rubbish into the sea without thinking about the impacts that occur, such as destroying the marine ecosystem.

Keywords: marine ecosystems, obi island, water pollution activities

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang dikenal dengan negara kepulauan. Indonesia memiliki ribuan pulau yang dipisahkan oleh luasnya lautan. Memiliki berbagai jenis ekosistem laut yang beragam, menjadi ciri khas sebuah negara kepulauan. Indonesia memiliki banyak permasalahan yang datang secara alami maupun buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas yang menyebabkan pencemaran dan mendeskripsikan dampak dari pencemaran limbah di Pulau Obi. Penelitian ini didasarkan pada informasi dari literatur ilmiah dan data sekunder. Hasil kajian menginformasikan tentang permasalahan yang terus menerus terjadi yaitu pencemaran yang disebabkan oleh limbah yang datang dari perusahaan-perusahaan pertambangan dan masyarakat sekitar yang membuang sampah ke laut tanpa memikirkan dampak yang terjadi seperti merusaknya ekosistem laut.

Kata kunci: ekosistem laut, pulau obi, aktivitas pencemaran air

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang dikenal dengan negara kepulauan. Indonesia memiliki ribuan pulau yang dipisahkan oleh luasnya lautan. Memiliki berbagai jenis ekosistem laut yang beragam, menjadi ciri khas sebuah negara kepulauan.

Dibalik indahnya keadaan bawah laut yang berada di Indonesia dengan berbagai jenis makhluk hidup yang berada di dalamnya, sebenarnya banyak lautan di Indonesia memiliki banyak permasalahan yang datang secara alami maupun buatan yang menyebabkan rusaknya ekosistem laut. Salah satu permasalahan yang terus menerus terjadi yaitu pencemaran yang disebabkan oleh limbah yang datang dari perusahaan-perusahaan pertambangan dan masyarakat sekitar yang membuang sampah ke laut tanpa memikirkan dampak yang terjadi. Pembuangan limbah secara langsung menjadi penyebab terbesar pencemaran di laut (Sinaga et al., 2023).

Pencemaran laut adalah masuknya makhluk hidup, bahan, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga jumlahnya berada di bawah ambang batas tertentu sehingga ekosistem laut tidak berfungsi lagi atau memenuhi kriteria mutu (Cordova, 2017). Pencemaran limbah di laut Indonesia dapat mengancam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup di laut dan juga dapat merusak ekosistem laut. Salah satu daerah yang terdampak adanya pencemaran limbah yaitu Pulau Obi, Maluku Utara (Liputan 6, 2023).

Pulau Obi, sebagai salah satu dari ribuan pulau yang tersebar di Indonesia, adalah sebuah perwakilan nyata dari keindahan alam tropis dengan ekosistem laut yang kaya dan bervariasi. Keanekaragaman hayati di bawah permukaan laut di sekitar Pulau Obi termasuk terumbu karang, hutan bakau, dan berbagai spesies ikan yang mendukung mata pencaharian ribuan nelayan lokal. Selain menjadi sumber pangan dan mata pencaharian, ekosistem laut di daerah ini juga memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan ekologi dan iklim global. Banyak perusahaan yang menggunakan teknik penambangan terbuka untuk melakukan operasi penambangannya (Quamruzzaman et al., 2014), karena Pulau Obi memiliki cadangan nikel yang melimpah (Zam, 2020). Salah satu perusahaan yang melakukan kegiatan penambangan di Pulau Obi yaitu PT Nusa Halmahera Minerals (Edward, 2008).

Banyaknya industri yang menghasilkan polusi, reklamasi pesisir, dan pengasaman laut akibat perubahan iklim merupakan ancaman lebih lanjut terhadap kesehatan ekosistem laut. Ada banyak orang yang tidak peduli dengan pencemaran laut karena luasnya lautan di Indonesia dan kemampuannya mengencerkan segala jenis zat asing seperti sampah dan produk sampingan

industri seperti plastik yang tidak terurai dan zat kimia limbah pabrik pertambangan dapat dibuang begitu saja tanpa menimbulkan dampak sama sekali. Oleh karena itu laut dianggap sebagai tempat pembuangan limbah (Adiguna, 2019). Pencemaran air laut harus dikendalikan karena berpotensi membatasi penggunaan air sebagai sumber daya fundamental dan penggerak pembangunan. Selain itu, air laut sangat penting untuk menunjang penghidupan manusia. Kehidupan keluarga nelayan selalu terkait dengan kondisi ekonomi yang sulit dan kesenjangan sosial.

Tujuan penulis mengangkat judul “Identifikasi Aktivitas Pencemaran Air yang Merusak Ekosistem Laut di Daerah Pulau Obi, Maluku Utara” yaitu untuk mengidentifikasi aktivitas yang menyebabkan pencemaran tersebut dan mendeskripsikan dampak dari pencemaran limbah di Pulau Obi.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Karya tulis ini disusun menggunakan metode kepustakaan, metode ini didapatkan dengan cara membaca banyak data dan informasi dari beberapa jurnal nasional dan situs resmi pemerintahan untuk mendukung tingkat akurasi data yang didapat dan agar selaras dengan objek yang diteliti oleh penulis.

Perlu diketahui, studi literatur dapat dikatakan sebagai salah satu metode yang berkaitan dengan struktur pengumpulan data dari bacaan dan mendokumentasikan dari makalah penelitian yang ditujukan untuk membuat deskripsi, gambar atau lukisan agar menghasilkan karya tulis yang sistematis, faktual dan akurat.

Metode Pengumpulan Data

Sumber yang diperoleh berasal dari jurnal, *textbook*, artikel ilmiah, dan literatur review yang selaras dengan konsep yang dibahas. Strategi pencarian ini menggunakan beberapa jurnal nasional. Database yang digunakan dalam mencari studi yaitu Google Scholar, Situs resmi Basarnas, Jurnal Ilmiah Platax (Tamrin, 2022), Jurnal GEO Mining Teknik Pertambangan Unkhair (Haya, 2022), Makara Journal of Science (Edward, 2008), Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan (Zulkifli, 2020), Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia (Nusantara et al., 2023). Kemudian didukung dengan data yang bersumber dari situs resmi Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia.

Metode Analisa Data

Informasi dari jurnal yang terkait sesuai dengan topik pembahasan lalu dikumpulkan dan dibuat resume jurnal mencakup nama peneliti, tahun terbit jurnal, dasar teori, ruang lingkup, tujuan penelitian, metode penelitian, rumusan masalah, hasil ringkasan dan tinjauan pustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencemaran air laut melibatkan masuknya partikel kimia, limbah industri, bahan kimia berbahaya, aktivitas pertanian, dan pemukiman ke dalam perairan laut, berpotensi menimbulkan efek serius dalam bentuk partikel mikroskopis yang kemudian dikonsumsi oleh plankton dan makhluk laut di dasar laut (Adiguna, 2019). Pengelolaan pembuangan limbah di laut diatur oleh kebijakan kementerian, yang tidak didukung oleh dasar hukum yang kuat untuk menerapkan sanksi terhadap pelanggar jika terjadi kerusakan lingkungan. Hal ini terutama berlaku setelah penerimaan Sustainable Development Goals (SDG) tahun 2030 dalam Kepresidenan Nomor 59 Tahun 2017 mengenai pelaksanaan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Ini menunjukkan bahwa Indonesia harus memenuhi semua indikator SDG dengan baik, termasuk yang berkaitan dengan pelestarian lingkungan laut dan pengurangan pencemaran laut.

Dalam konteks kebijakan lingkungan yang lebih mutakhir, PP 22/2021 mengamanatkan bahwa individu atau pihak terkait yang menghasilkan limbah berbahaya dan beracun (B3) harus melaksanakan proses penyimpanan limbah B3. Di samping itu, mereka juga diwajibkan untuk memenuhi persyaratan persetujuan lingkungan dan izin usaha. Peraturan ini juga memberikan panduan khusus terkait limbah B3 yang berasal dari sektor pertambangan, seperti tailing yang berpotensi terkontaminasi dengan radioaktif, dan memberi izin penggunaan metode pembuangan limbah B3 ke lingkungan hidup, termasuk laut, dengan syarat harus memperoleh persetujuan pemerintah sesuai dengan pasal 391 PP 22/2021. Tindakan lebih lanjut dari pemerintah, seperti penyusunan panduan pengawasan, diharapkan untuk mengikuti persetujuan tersebut.

Identifikasi Sampel Plankton

Plankton merupakan salah satu parameter dari suatu perairan (Dzikrillah et al., 2022). Pada proses identifikasi sampel plankton, ditemukan 17 genus fitoplankton yang tergolong dalam 2 kelas yang berbeda, diantaranya *Diatom* dan *Dinoflagellate*, selain itu juga teridentifikasi tiga genus zooplankton dari kelas *copepoda*. Data lebih lanjut tentang variasi dan

jumlah plankton yang terdapat dalam tabel.

Tabel 1. Hasil pengamatan sampel plankton (Tamrin, 2022)

Jenis	Spesies	Stasiun				
		I	II	III	IV	
Phytoplankton	Diatoms					
		<i>Proboscia</i> sp.	1.770	1.860	1.193	1.860
		<i>Guinardia</i> sp.	450	750	563	450
		<i>Lioloma</i> sp.	-	-	338	120
		<i>Asterionellopsis</i> sp.	-	-	158	60
		<i>Tropidoneis</i> sp.	-	-	158	-
		<i>Pleurosigma</i> sp.	180	480	585	240
		<i>Hemiaulus</i> sp.	-	150	2.923	180
		<i>Leptocylindrus</i> sp.	-	660	135	-
		<i>Attheya</i> sp.	90	240	315	180
		<i>Odontella</i> sp.	540	420	-	-
		<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	240	-	-
		<i>Asteromphalus</i> sp.	-	150	-	-
		<i>Detonula</i> sp.	-	-	540	450
		Dinoflagellate				
		<i>Ceratium</i> sp.	150	180	540	450
		<i>Amylax</i> sp.	180	-	518	30
	<i>Polykrikos</i> sp.	180	150	360	60	
	<i>Oxyphysis</i> sp.	-	180	-	-	
	Jumlah	3.540	5.460	8.326	4.080	
Zooplankton	Copepoda					
		<i>Oithona</i> sp.	30	30	90	30
		<i>Corycaeus</i> sp.	-	-	23	-
		<i>Paracalanus</i> sp.	-	-	23	-
		Jumlah	30	30	136	30

Keterangan: - (Tidak tercacah)

Dengan Rata-rata kelimpahan fitoplankton mencapai 15.503 individu per liter, mengindikasikan bahwa perairan di lokasi penelitian berada dalam kondisi tinggi (eutrofik). Sesuai dengan penjelasan dari Basmi (1987) yang dikutip dalam Iskandar (1995), perairan dengan kelimpahan seperti ini lebih dari 12.000 individu per liter termasuk dalam kategori kelimpahan tinggi, dan berarti perairan tersebut memiliki kadar unsur hara tinggi serta memiliki tingkat intensitas cahaya dan kadar oksigen terlarut yang rendah" (Effendi, 2003). Berdasarkan penelitian dengan judul "Evaluasi Kualitas Air dan Kondisi Biota Laut di Perairan Pulau Obi, Kabupaten Halmahera Selatan, Maluku Utara" 2009 juga dilakukan pengambilan sampel dari 12 jenis biota laut., dan semua menunjukkan tanda-tanda terkontaminasi oleh limbah.

Aktivitas yang Menyebabkan Pencemaran Air Laut

Penyebab utama pencemaran air laut di Pulau Obi dan berdampak pada rusaknya ekosistem laut yaitu adanya kegiatan pertambangan nikel. Kegiatan tersebut dapat menyebabkan perubahan kualitas siklus air, erosi dan sedimentasi. Kandungan yang ada di limbah seperti logam berat dan bahan pencemar lainnya juga dapat mencemari air laut (LPM, 2022).

Proses produksi baterai yang digunakan untuk kendaraan listrik juga menjadi penyebab

pencemaran air laut di Pulau Obi. Pada saat proses produksinya dapat melepaskan zat-zat yang dapat membahayakan biota laut dan mempengaruhi kualitas air (Sawal, 2022).

Kegiatan eksploitasi minyak dan gas juga menjadi pemicu pencemaran di laut. Pada kegiatan tersebut dapat melepaskan zat-zat pencemar ke dalam air, sehingga biota laut dan kualitas air yang terancam (Tamrin, 2022).

Dampak Pencemaran

Untuk menganalisis dampak pencemaran, dipilih 15 (lima belas) jenis biota dengan pertimbangan beragamnya tingkat mobilitas biota tersebut. Pemilihan mencakup biota yang memiliki pergerakan lambat (in situ) dan biota yang cenderung bermigrasi jauh. Jenis biota yang dipilih untuk studi melibatkan ikan dingkis (*siganus canaliculatus*), kerang kijing (*Pilsbryconcha exillis*), ikan kerapu (*Epinephelus tauvina*), ikan timah-timah (*Mystacoleucus lepturus*), ketam atau kepiting bakau (*Scylla sp.*), ikan kakap putih (*Lates calcarifer*), ikan sembilang (*Plotosus canius*), ikan lebam (*Siganus javus*), siput gonggong (*Strombus turturella*), ikan ketang (*Scatophagus argus*), ikan usat (*Plotopus spp.*), ikan hibas (*Siganus vermiculatus*), ikan belanak (*Mugil dossumien*), udang (*Litopenaeus vannamei*), dan ikan pasir (*Hypostomus delimai*) telah diambil sebagai sampel.

Pencemaran air di Pulau Obi juga menyebabkan banyak biota laut yang mati dan tidak dapat dikonsumsi. Menurut tim FPIK IPB dalam dokumen risetnya, di Pulau Obi terdapat 12 jenis ikan yang tidak dapat dikonsumsi karena terkena dampak dari pencemaran air yang berasal dari limbah nikel (Tim FPIK IPB, 2023). Biota laut tersebut terdiri dari kima (*Tridacna*), kerapu sunu (*Plectropomus leopardus*), kakap batu (*Lutjanus griseus*), kakap kalur (*Lutjanus sp.*), dan kakap merah (*Lutjanus campechanus*), lencam (*Lethrinidae*), kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), mata bulan (*Megalops cyprinoides*), tongkol (*Euthynnus affinis*), selar atau tude (*Selaroides leptolepis*), bai, dan kuwe (*C. Ignobilis*) telah diidentifikasi.

Terjadinya pencemaran air di Pulau Obi berdampak pada kesehatan masyarakat setempat, menurunnya populasi ikan, ekonomi, dan lingkungan. Hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kesehatan masyarakat setempat. Air yang sudah tercemar karena adanya limbah tersebut menjadi sumber utama air minum masyarakat setempat. Adanya kandungan zat yang dapat membahayakan tubuh manusia seperti: kanker perut, masalah reproduksi, kerusakan hati, dan gangguan perkembangan (Firdaus, 2022).
- b. Menurunnya Populasi Ikan. Kegiatan penambangan menjadi penyebab berkurangnya jumlah ikan di daerah penangkapan ikan tradisional milik nelayan setempat (Gokkon, 2022).

- c. Ekonomi. Aktivitas penambangan di Pulau Obi dapat mengurangi produksi pangan dan membatasi pertumbuhan ekonomi hingga sepertiganya (TWB, 2019).
- d. Lingkungan. Pencemaran air dapat menjadi pemicu tumbuhnya alga dan mengganggu penggunaan rekreasi.

Dampak Terhadap Lingkungan

Dampak aktivitas pertambangan pada lingkungan bukan hanya terkait melalui pembuangan limbah, tetapi juga melalui transformasi yang signifikan dalam unsur lingkungan maupun penghapusan fungsi dari ekosistem. Kegiatan pertambangan dalam skala besar, dampaknya juga besar. Perubahan ini bersifat konsisten dan tidak dapat kembali seperti awal. Modifikasi topografi lahan, perubahan aliran sungai, bentuk danau, maupun topografi bukit yang mana bersamaan dengan masa pertambangan, seringkali sulit untuk dikembalikan ke kondisi awal. Meskipun data menunjukkan bahwa kualitas lingkungan, seperti kualitas udara, tingkat kebisingan, hidrologi, erosi, sedimentasi, kesuburan tanah, dan wilayah pesisir, masih mematuhi batas baku mutu yang ditetapkan, masih berada dalam batas baku mutu yang ditetapkan, potensi kerusakan lingkungan meningkat secara alami dengan adanya potensi tambang yang menjanjikan di Pulau Obi. Ini mencerminkan kurangnya komitmen Pemerintah Kabupaten Halmahera Selatan dalam merancang dan melaksanakan langkah-langkah seperti Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS), Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), dan Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL/UPL) yang sesuai. Meskipun dalam pelaksanaan peraturan AMDAL, pemerintah daerah memberikan otonomi penuh dan tidak campur tangan dalam penyusunan dokumen AMDAL oleh perusahaan, ini masih mendapat kritik dari masyarakat dan LSM. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya partisipasi LSM dan masyarakat dalam proses AMDAL.

Dokumen AMDAL memiliki peran penting dalam memperoleh izin lingkungan dari Bupati, menunjukkan bahwa pemerintah daerah memiliki tanggung jawab penting dalam mendukung kebijakan pengelolaan lingkungan. Bagi perusahaan yang berencana melakukan kegiatan pertambangan, komitmen administratif untuk menjaga kelestarian lingkungan sangat penting, dan pada akhirnya, kelangsungan dan keberlanjutan lingkungan bergantung pada pemerintah. Hal ini mencerminkan pentingnya sikap dan komitmen Pemerintah Kabupaten Halmahera Selatan dalam menjaga keberlanjutan lingkungan, sesuai dengan pandangan berkelanjutan yang menekankan pentingnya kesadaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu segera mengatasi kekhawatiran tentang kerusakan lingkungan pasca-tambang, karena bukti menunjukkan bahwa kegiatan pertambangan seringkali menghasilkan dampak merugikan,

termasuk lahan terlantar, kerusakan yang signifikan, kurangnya pemeliharaan, risiko longsor, dan dampak negatif pada masyarakat di sekitar tambang yang tidak merasakan manfaat positif dari kegiatan tersebut.

Dalam rangka menjaga keseimbangan ekosistem laut dan melindungi biota laut, pengelolaan limbah industri sangat penting, termasuk penerapan teknologi pengolahan limbah yang efektif dan pengawasan ketat terhadap pabrik-pabrik yang membuang limbah ke laut. Selain itu, upaya konservasi dan edukasi juga penting untuk memahami dan mengatasi dampak limbah pabrik pada lingkungan laut.

KESIMPULAN

Aktivitas yang menjadi pemicu terjadinya pencemaran air di Pulau Obi, Maluku Utara yaitu kegiatan pertambangan nikel, proses produksi baterai, serta kegiatan eksploitasi minyak dan gas secara berlebihan. Hal-hal tersebut dapat merusak dan membahayakan makhluk hidup yang tumbuh di laut, serta mempengaruhi kualitas air.

Pencemaran air di Pulau Obi juga menyebabkan banyak biota laut yang mati dan tidak dapat dikonsumsi. Menurut tim FPIK IPB dalam dokumen risetnya, di Pulau Obi terdapat 12 jenis ikan yang tidak dapat dikonsumsi karena terkena dampak dari pencemaran air yang berasal dari limbah nikel.

Pencemaran air di Pulau Obi berdampak pada kesehatan masyarakat setempat, menurunnya populasi ikan, ekonomi, dan lingkungan. Kesehatan masyarakat dapat menyebabkan kanker perut, masalah reproduksi, kerusakan hati, dan gangguan perkembangan. Berkurangnya jumlah ikan di daerah penangkapan ikan tradisional milik nelayan setempat juga salah satu dampak negatif yang timbul akibat pencemaran air. Aktivitas penambangan di Pulau Obi dapat mengurangi produksi pangan dan membatasi pertumbuhan ekonomi hingga sepertiganya. Pencemaran air dapat menjadi pemicu tumbuhnya alga dan mengganggu penggunaan rekreasi. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan limbah industri yang efektif, pengawasan ketat terhadap limbah pabrik, serta upaya konservasi dan edukasi untuk melindungi lingkungan laut dan biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna DM. 2019. Analisis Dampak Pencemaran dan Kerusakan Ekosistem Laut Di Indonesia.
- Dzikrillah A, Fahriza SP, Lisana RN, Kisty HM, Yoga MIA, Anzani L. 2022. Dampak Pencemaran Air Limbah PLTU Paiton Terhadap Keberlangsungan Ekosistem Akuatik. *Indonesian Conference of Maritime*. 1(1): 26-32.
- Edward. 2008. Pengamatan Kadar Merkuri di Perairan Teluk Kao (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara. *Makara Journal of Science*. 12(2): 97-101.
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. KANISIUS.
- Firdaus F. 2022. Investigasi Mengungkap Bukti Adanya Kontaminasi Udara dan Air dari Salah Satu Tambang Nikel Terbesar di Indonesia. <https://www.theguardian.com/global-development/2022/feb/19/we-are-afraid-erin-brockovich-pollutant-linked-to-global-electric-car-boom> [diakses pada 18 Oktober 2023]
- Gokkon B. 2022. Penambangan Nikel Berdampak Buruk pada Kepulauan Rempah-Rempah di Indonesia. <https://news.mongabay.com/2022/02/red-seas-and-no-fish-nickel-mining-takes-its-toll-on-indonesias-spice-islands/> [diakses 18 Oktober 2023]
- Haya A, Alkatiri H, Halil A. 2022. Kajian Perubahan Kualitas Air di Kawasan Lingkar Tambang Halmahera Tengah Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Geo Mining Teknik Pertambangan Unkhair*. 3(2): 84-91.
- Liputan 6. 2023. Benarkah Harita Lakukan Pencemaran Laut di Pulau Obi? Ini Faktanya. <https://www.liputan6.com/news/read/5088132/benarkah-harita-lakukan-pencemaran-laut-di-pulau-obi-ini-faktanya>. [diakses 17 Oktober 2023]
- [LPM] Lembaga Pers Mahasiswa. 2022. Perairan Pulau Obi Tercemar Limbah Tambang Nikel, Peneliti: 12 Ikan tak bisa Dikonsumsi. <https://www.aspirasipress.com/2022/01/perairan-pulau-obi-tercemar-limbah.html?m=1>[diakses 18 Oktober 2023]
- M. R. Cordova. 2017. Pencemaran Plastik Di Laut. *Oseana*. 8(3): 21-30.
- Nusantara SD, Muhammad F, Maryono, Halim MAR. 2023. Tantangan Pengelolaan Wilayah Pesisir di Kabupaten Halmahera Selatan. *Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia*. 3(2): 216-225.
- Sawal R. 2022. Moncer Baterai Kendaraan Listrik, Suram Bagi Laut dan Nelayan Pulau Obi. <https://www.mongabay.co.id/2022/01/03/moncer-baterai-kendaraan-listrik-suram-bagi-laut-dan-nelayan-pulau-obi-2/> [diakses 18 Oktober 2023]

- Sinaga P, Harefa MS, Siburian PA, Aisyah S. 2023. Konsep Penanggulangan Sampah di Wilayah Ekosistem Hutan Mangrove Belawan Sicanang dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Journal of Community Service & Empowerment*. 1(1): 1-9.
- Tamrin, Aris M. 2022. Peringatan Pencemaran Logam Berat Berdasarkan Indeks Saprobik di Perairan Pulau Obi, Maluku Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 10(1): 55-60.
- Tim FPIK IPB. 2023. Status Kualitas Air Laut dan Kesehatan Biota Laut di Perairan Pulau Obi, Labuha, dan Ternate. <https://fpik.ipb.ac.id/wp-content/uploads/2023/06/Status-kualitas-Air-Laut-Biota-Laut-2022.pdf> [diakses pada 19 Oktober 2023]
- [TWB] The World Bank. 2019. Memburuknya Kualitas Air Mengurangi Sepertiga Pertumbuhan Ekonomi di Beberapa Negara. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/08/20/worsening-water-quality-reducing-economic-growth-by-a-third-in-some-countries> [diakses 18 Oktober 2023]
- Quamruzzaman, C., Mondol, M. A. M., Ahmed, M. T., Kabir, S. M. M., & Ahmed, Z. 2014. A Proposal of Open Pit Coal Mine at the Northern Part of Barapukuria Coalfield, Dinajpur, Bangladesh. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 4(3): 482-488.
- Zam ZZ, Putrawan IM. 2020. Evaluasi Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Pertambangan di Pulau Obi Provinsi Maluku Utara. *Journal of Environmental Education and Sustainable*. 21(2): 59-68.