

Assessment of the pollution status of the coastal waters of Kotabunan Village, East Bolaang Mongondow Regency (North Sulawesi Province, Indonesia) using the pollution index (IP)

Dias Asthisa*, Rahmi Valina, Zulkarnain Musada, Satrio Ilahude, Inka V. Lesi

Program Studi Ilmu Perikanan Universitas Dumoga Kotamobagu, Jl. Bridjen Katamso No. 50 Kotabangun, Kotamobagu 95712, Sulawesi Utara, Indonesia

* Corresponding author: diasastisa97@gmail.com

Received: 29 September 2024 – Revised: 25 October 2024 – Accepted: 30 October 2024

ABSTRACT: This study aims to assess the pollution status of the coastal waters of Kotabunan Village, East Bolaang Mongondow Regency, North Sulawesi Province, Indonesia, using the pollution index (PI). The water quality parameters monitored include temperature, Total Dissolved Solid (TDS), pH, Dissolved Oxygen (DO), and salinity. Analysis of water quality data was compared with class III water quality standards based on Government Regulation Number 22 of 2021. The results of the water quality analysis showed that the temperature ranged from 28.4 - 31.5 °C, TDS ranged from 2100 - 3120 mg/L, pH ranged from 7.93 - 8.24, DO ranged from 2.8 - 6.2 mg/L, and salinity ranged from 18.5 - 34 ppt. Based on these facts, the pollution index of these waters is 2.4 - 6.2 which indicates a light-moderate pollution status.

Keywords: water quality; environmental pollution; coastal area; pollution index

PENDAHULUAN

Bahan tambang merupakan contoh kekayaan sumber daya non-hayati yang menjadikan Indonesia sebagai pengekspor terkemuka batu bara, emas, nikel, timah, bauksit, dan tembaga (Nugroho *et al.*, 2020). Kegiatan penambangan emas di Indonesia telah lama ada, baik yang dilakukan secara legal maupun ilegal (Mailendra and Buchori, 2019). Di Indonesia, penambangan ilegal, yang dikenal sebagai pertambangan emas tanpa izin (PETI), diartikan sebagai kegiatan penambangan berbagai jenis bahan galian yang dilakukan tanpa mematuhi peraturan atau ketentuan hukum resmi dari pemerintah pusat maupun daerah (Tumbelaka *et al.*, 2023).

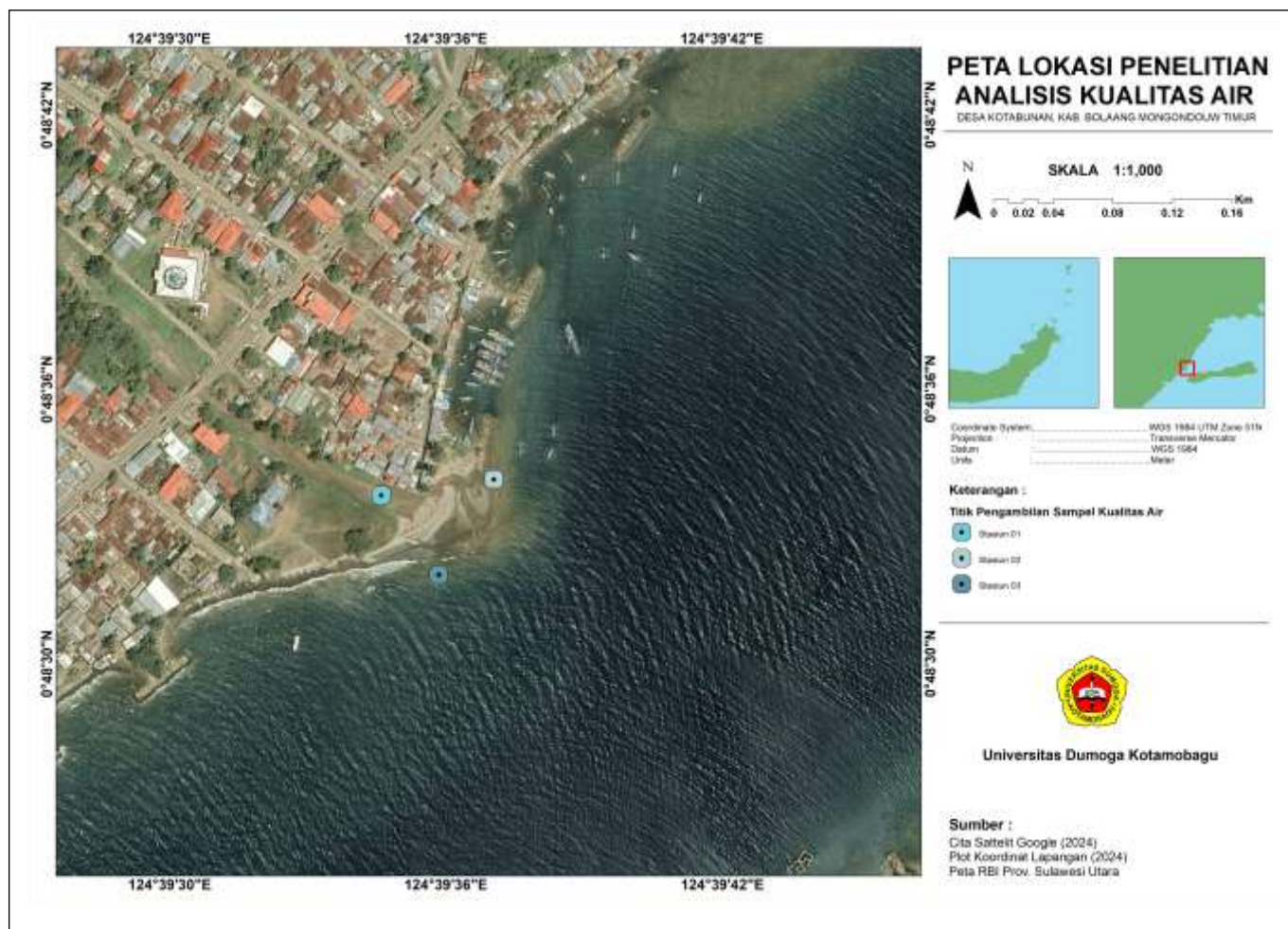
Kegiatan penambangan yang membuang limbah tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mencemari badan air penerima, yang pada akhirnya menurunkan kualitas air penerima dan menimbulkan pencemaran perairan. Pencemaran ini akan menyebabkan perubahan drastis pada kualitas air penerima (misalnya sungai), yang nantinya akan bermuara ke daerah pesisir (Aldiperdia *et al.*, 2022). Aliran air sungai yang bermuara ke laut menjadi media bagi para penambang di mana air sungai dijadikan sebagai tempat untuk memisahkan material padat dan material tambang sehingga menyebabkan daerah pesisir menjadi sasaran pencemaran akibat aktivitas tambang (Nurgiantoro, 2016).

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada kegiatan penambangan emas, terdapat beberapa masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan pertambangan, seperti tercemarnya air sebagai media hidup berbagai

organisme, pendangkalan sungai, tumbuhan yang layu hingga mati dan lain sebagainya (Indrianto *et al.*, 2023). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Bernadus *et al.* (2021), bahwa beragam substansi yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan emas yang masuk ke lingkungan perairan dapat berdampak negatif pada aspek biotik dan abiotik ekosistem perairan, seperti perubahan struktur komunitas, kematian massal organisme, resistensi terhadap bahan kimia, serta penurunan kualitas air.

Indeks Pencemaran (IP) merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam menentukan status kualitas air. Status kualitas air menggambarkan keadaan kualitas suatu perairan dengan membandingkan dengan baku mutu yang sudah ditetapkan (Khairunnisa *et al.*, 2024). Indeks ini berguna untuk menentukan sejauh mana tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Manfaat dari pengukuran kualitas air berdasarkan IP dapat memberikan informasi kepada para pengambil keputusan untuk menilai kualitas suatu perairan dan membantu dalam upaya perbaikan apabila sudah terjadi penurunan kualitas air (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003).

Di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia, terdapat kegiatan tambang emas, salah satunya terletak di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, yang memiliki potensi pertambangan yang cukup besar. Kegiatan pertambangan emas di daerah ini tidak hanya dikelola oleh perusahaan, tetapi juga oleh masyarakat (Tumbelaka *et al.*, 2023). Penelitian ini



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Desa Kotabunan. ■ Stasiun 01 – 03.

bertujuan untuk menilai status pencemaran perairan pesisir Desa Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur menggunakan IP.

MATERIAL DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perairan pesisir Desa Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia, pada bulan Agustus 2024. Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.

Pengambilan Sampel

Sampel air diambil di tiga stasiun pengamatan yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* di lokasi penelitian. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, Total Dissolved Solid (TDS), oksigen terlarut (dissolved oxygen/DO), pH, dan salinitas. Pengukuran parameter tersebut dilakukan secara *in situ* berdasarkan metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Suhu dan TDS diukur menggunakan alat Water Quality Tester 5 in 1 EZ 9909 dengan cara memasukkan sensor pada badan air. Oksigen terlarut (DO) diukur menggunakan alat DO-meter; teknik pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan sensor DO

meter pada badan air, kemudian tunggu sampai hasil DO stabil yang tertera pada layar digital DO-meter. Parameter pH diukur menggunakan alat pH-meter dengan cara memasukkan sensor pada badan air yang diuji, kemudian tunggu sampai nilai pH stabil pada layar pH-meter. Salinitas diukur menggunakan alat refraktometer, metode pengukuran dilakukan dengan cara meneteskan sampel air pada alat refraktometer, kemudian melihat hasil salinitas yang ada pada alat refraktometer.

Analisis Data

Hasil pengukuran parameter kualitas air di dibandingkan dengan Standar Baku Mutu Air Kelas III, berdasarkan Peraturan Pemerintah RI, Nomor 22 Tahun 2021, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Selanjutnya, data hasil pengukuran kemudian dianalisis dengan metode IP, yang bertujuan untuk mengukur tingkat pencemaran perairan. Parameter kualitas air yang digunakan adalah suhu, TDS, DO, pH, dan salinitas. Kategori penilaian kualitas air berdasarkan IP dapat dilihat pada Tabel 1.

Formulasi dari IP dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

Tabel 1
 Kriteria Kualitas Air berdasarkan Indeks Pencemaran (IP)

Deskripsi	Skor IP
Memenuhi baku mutu	$IP \leq 1$
Tercemar Ringan	$1 < IP \leq 5$
Tercemar Sedang	$5 < IP \leq 10$
Tercemar Berat	$IP > 10$

$$IP_j = \frac{\sqrt{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}}{2}$$

IP_j: indeks pencemaran bagi peruntukan j;
 C_i: konsentrasi parameter kualitas air i;
 L_{ij}: konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air j;
 M: maksimum;
 R: rata-rata

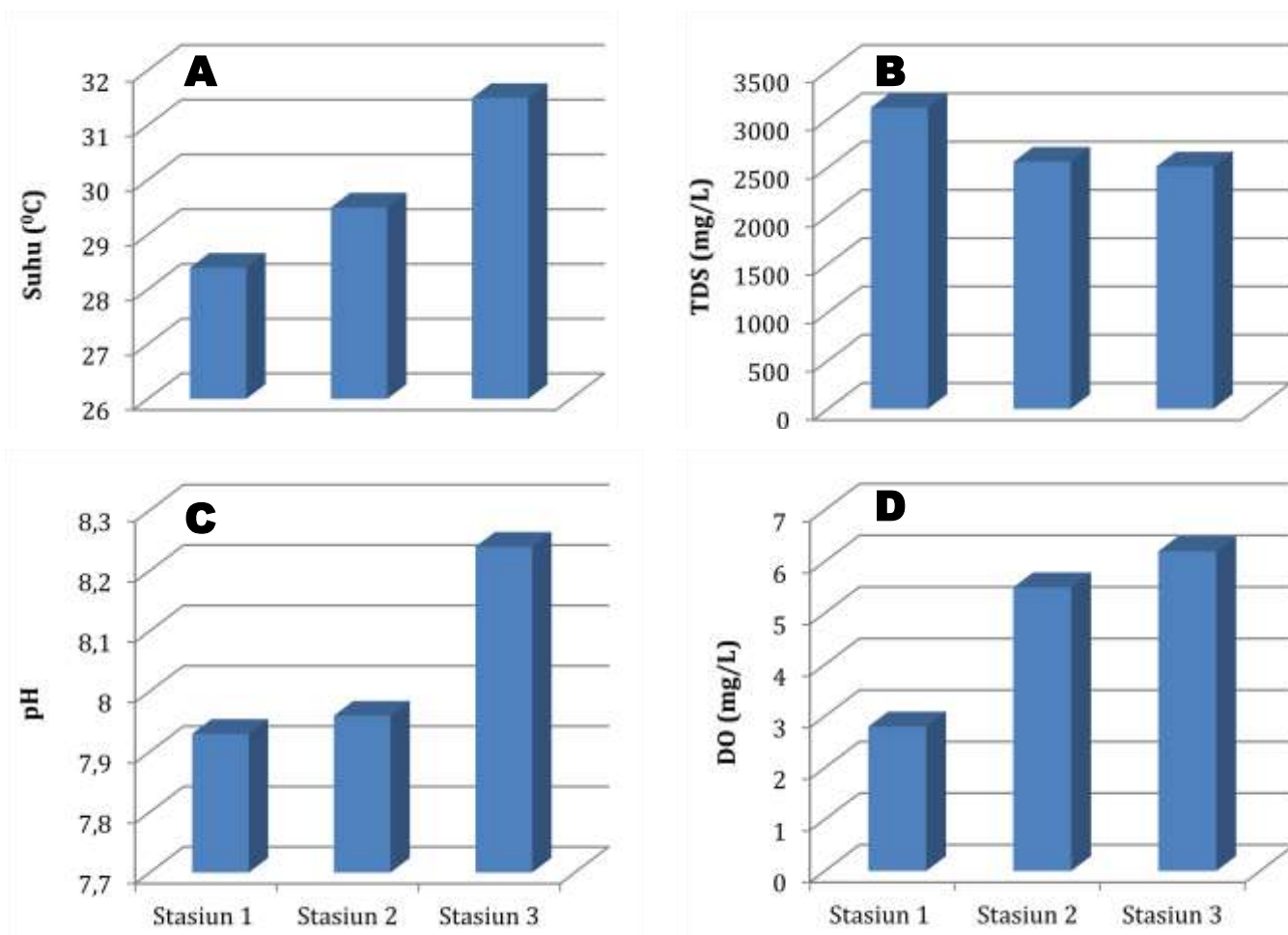
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Kualitas Air

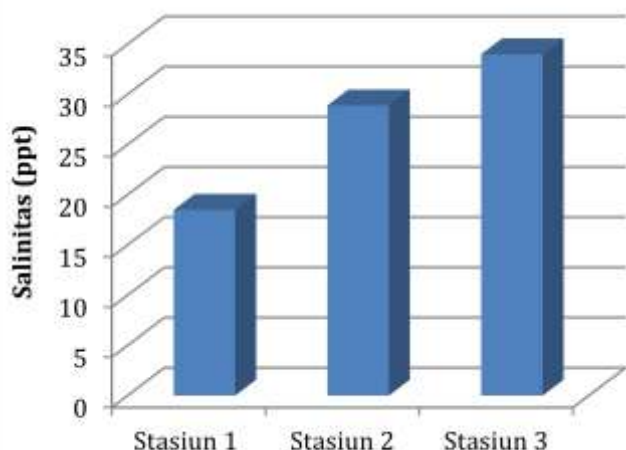
- Suhu**

Hasil pengukuran suhu berkisar 28,4 – 31,5 0C (Gambar 2A). Suhu Stasiun 1 adalah sebesar 28,4 °C, Stasiun 2 sebesar 29,5 °C, dan Stasiun 3 sebesar 31,5 °C. Berdasarkan hasil tersebut, Nilai suhu tertinggi ditemukan di Stasiun 3, sementara nilai terendah ada di Stasiun 1. Suhu yang tinggi di Stasiun 3 disebabkan oleh fakta bahwa pengukuran kualitas air dilakukan terakhir di lokasi tersebut sehingga pada saat pengukuran kondisi lapang sangat panas karena dilakukan pada tengah hari. Selain itu, Stasiun 3 merupakan daerah terbuka yang tidak ada tutupan vegetasinya. Dengan demikian, permukaan perairan terpapar langsung oleh sinar matahari. Sedangkan Stasiun 1 merupakan daerah muara sungai yang memiliki tutupan vegetasi di sekitar lokasi pengambilan sampel.

Nilai suhu masih sesuai dengan Standar Baku Mutu Air Kelas III, berdasarkan PP No. 22 tahun 2021, yaitu deviasi 3 dari kondisi alami. Ini menunjukkan, bahwa suhu perairan di pesisir Desa Kotabunan masih sangat mendukung kehidupan makhluk hidup atau organisme. Menurut [Aldiperdia et al. \(2022\)](#), suhu



Gambar 2. Hasil pengukuran parameter kualitas air di perairan pesisir Desa Kotabunan.
 A: suhu, B: TDS, C: pH, dan D: DO.



Gambar 3. Hasil pengukuran parameter salinitas di perairan pesisir Desa Kotabunan

perairan sangat dipengaruhi oleh cuaca dan kondisi daerah, sehingga penambangan emas tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap suhu perairan.

• *Total Dissolved Solid (TDS)*

Konsentrasi TDS di pesisir Desa Kotabunan berkisar antara 2100 - 3120 mg/L (Gambar 2B). Nilai TDS di Stasiun 1 sebesar 3120 mg/L, Stasiun 2 sebesar 2560 mg/L, dan Stasiun 3 sebesar 2510 mg/L. Konsentrasi TDS tertinggi terukur di Stasiun 1. Hal ini kemungkinan disebabkan, karena Stasiun 1 terletak di wilayah muara sungai, sehingga banyak zat terlarut yang terbawa dari hulu dan mengendap di muara.

Nilai TDS pada pesisir Desa Kotabunan sudah melebihi Baku Mutu Air Kelas III, berdasarkan PP No. 22 tahun 2021, yaitu 1000 mg/L. Penyebab utama adanya TDS adalah bahan anorganik yang berupa ion-ion yang umumnya terdapat di perairan, seperti ion utama yang meliputi natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), bikarbonat (HCO₃), sulfat (SO₄), dan klorida (Cl). Ion sekunder termasuk besi (Fe), kalium (K), strontium (Sr), karbonat (CO₃), nitrat (NO₃), fluorida (F), boron (B), dan silika (SiO₂). Selain itu, nilai TDS juga sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan dampak aktivitas manusia yang berupa limbah domestik dan industri (Yulianti et al., 2016). Kegiatan penambangan emas tanpa izin yang dilakukan di daerah aliran sungai memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai TDS. Padatan hasil penambangan yang berada di dasar sungai menimbulkan kekeruhan. Padatan dapat berupa pasir, lanau, bahkan lumpur yang juga dapat menyebabkan pendangkalan pada suatu perairan (Yulis, 2020).

• *pH*

Hasil pengukuran pH di pesisir Desa Kotabunan menunjukkan kisaran 7,93 - 8,24 (Gambar 2C). Nilai pH di Stasiun 1 sebesar 7,93, di Stasiun 2 sebesar 7,96, dan di Stasiun 3 sebesar 8,24. Nilai pH tersebut masih memenuhi Standar Baku Mutu Kualitas Air Kelas III, berdasarkan PP No. 22 tahun 2021, yaitu antara 6-9.

Tingkatan pH yang ideal untuk perairan adalah antara 7 hingga 8,5. Kondisi perairan yang terlalu asam atau basa dapat mengancam kelangsungan hidup organisme, karena dapat

mengganggu proses metabolisme dan respirasi (Hamuna et al., 2018). Berdasarkan nilai pH di pesisir Desa Kotabunan, kondisi tersebut masih mendukung kehidupan organisme perairan.

• *Dissolved Oxygen (DO)*

Konsentrasi DO di pesisir Desa Kotabunan berkisar antara 2,8 - 6,2 mg/L (Gambar 2D). Konsentrasi DO di Stasiun 1 sebesar 2,8 mg/L, Stasiun 2 sebesar 5,5 mg/L, dan Stasiun 3 mencapai 6,2 mg/L. Konsentrasi tertinggi ditemukan di Stasiun 3. Rendahnya konsentrasi DO di Stasiun 1 diduga disebabkan oleh tingginya tingkat pencemaran bahan organik di daerah muara sungai, yang terlihat dari tingginya nilai TDS di Stasiun tersebut.

Konsentrasi DO di Stasiun 1 telah melampaui Standar Baku Mutu Air Kelas III, berdasarkan PP No. 22 tahun 2021, yang menetapkan batas minimal sebesar 3 mg/L. Sementara itu, di Stasiun 2 dan 3, konsentrasinya masih memenuhi baku mutu air yang ditetapkan. Sumber utama oksigen terlarut dalam perairan berasal dari proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan air. Selain itu, konsentrasi oksigen terlarut dalam air juga dipengaruhi oleh suhu, tingkat penetrasi cahaya yang tergantung pada kedalaman, dan kekeruhan air (Putri et al., 2016).

• *Salinitas*

Hasil pengukuran salinitas di perairan pesisir Desa Kotabunan menunjukkan konsentrasi salinitas berkisar antara 18,5 - 34 ppt (Gambar 3). Konsentrasi di Stasiun 1 sebesar 18,5 ppt, Stasiun 2 sebesar 28,9 ppt, dan Stasiun 3 mencapai 34 ppt. Rendahnya konsentrasi salinitas di Stasiun 1 disebabkan oleh lokasi yang merupakan daerah muara sungai di mana terjadi pertemuan antara perairan tawar dan laut. Nilai salinitas akan semakin menurun saat mendekati pantai atau masuk ke teluk, sedangkan salinitas akan semakin meningkat saat bergerak menuju laut (Patty and Huwae, 2019).

Nilai salinitas masih memenuhi Baku Mutu Kualitas Air Laut Kelas III, berdasarkan PP No. 22 tahun 2021, yaitu sesuai dengan keadaan alaminya. Berdasarkan nilai salinitas di pesisir Desa Kotabunan masih mendukung untuk kehidupan organisme perairan. Hal ini menunjukkan, bahwa penambangan emas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap salinitas perairan.

Status Pencemaran Desisir Desa Kotabunan berdasarkan metode Indeks Pencemaran (IP)

Hasil analisis IP perairan pesisir Desa Kotabunan ditunjukkan dalam Tabel 2. Hasil tersebut menunjukkan, bahwa perairan pesisir Desa Kotabunan sedang mengalami pencemaran 'ringan' sampai dengan 'sedang'. Nilai IP pada Stasiun 1 sebesar 6,2 dengan status 'tercemar sedang', Stasiun 2 sebesar 4,3 dengan status 'tercemar ringan', dan Stasiun 3 sebesar 2,4 dengan status 'tercemar ringan'. Status pencemaran yang

Tabel 1
 Hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) perairan pesisir Desa Kotabunan

Stasiun	IP	Status Pencemaran
Stasiun 1	6,2	Tercemar sedang
Stasiun 2	4,3	Tercemar ringan
Stasiun 3	2,4	Tercemar ringan

diperoleh di atas didukung oleh analisis kualitas air di mana parameter TDS dan DO melebihi Baku Mutu Air Kelas III yang diperbolehkan.

Menurunnya kualitas air di perairan pesisir Desa Kotabunan diduga disebabkan, antara lain, oleh limbah dari aktivitas tambang emas yang dibuang ke dalam sungai dan mengalir ke wilayah pesisir tersebut tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan pernyataan [Fery et al. \(2023\)](#), bahwa sumber utama pencemaran berasal dari limbah domestik pemukiman, aktivitas pertambangan, dan limbah organik seperti dedaunan kering yang jatuh ke dalam aliran sungai. Kegiatan penambangan emas dapat menimbulkan dampak negatif melalui pembuangan limbah yang mengandung logam berat seperti merkuri (Hg), yang dapat mencemari lingkungan perairan, serta peningkatan padatan tersuspensi total, jumlah bahan organik terlarut, dan kebutuhan senyawa kimia terhadap oksigen ([Indrianto et al., 2023](#)).

KESIMPULAN

Perairan pesisir Desa Kotabunan menunjukkan status pencemaran 'ringan' hingga 'sedang'. Parameter kualitas air (suhu, TDS, pH, DO, dan salinitas) menunjukkan nilai yang sesuai dengan Baku Mutu Air Kelas III, sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

Ucapan terima kasih. Terima kasih penulis ucapkan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM-Diktiristek yang membiayai kampus Universitas Dumoga Kotamobagu. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti yang turun lapangan, Pemerintah Desa Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dan seluruh unsur yang terlibat. "Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan organisasi manapun mengenai bahan yang didiskusikan dalam naskah ini."

REFERENSI

- ALDIPERDIA., T., HANDAYANI and VERONICA, E. (2022) Analysis Of Water Quality Caused By Gold Mining Activity In The Manuhing River Gunung Mas Regency. *Journal of Tropical Fisheries*, 17(2), pp. 57-65.
- BERNADUS, G.E., POLII, B. and RORONG, J.A. (2021) Dampak Merkuri terhadap Lingkungan Perairan Sekitar Lokasi Pertambangan di Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. *Agri-Sosio Ekonomi Unsrat*, 17(2), pp. 599-610.
- FERY A. N., SUSANTO, A. and SULISTYOWATI, L. (2023) Analisis Kualitas Air Akibat Pertambangan Emas di Badan Sungai Barito Wilayah Kabupaten Murung Raya Provinsi Kalimantan Tengah. *EnviroScienteeae*, 19(3), pp. 145-154.
- HAMUNA, B., SUWITO, R.H.R., MAURY, H.K. and ALIANTO (2018) Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 6(1), pp. 35-43.
- INDRIANTO, F., SUKMAWATIE, N., INDRAJAYA, F., SAPTARWATONO and FIDAYANTI, N. (2023) Analisis Indeks Pencemaran Air pada Area Pertambangan Rakyat di Sungai Takaras Kelurahan Petuk Barunai Kecamatan Rakumpit. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 23(2), pp. 63-68.
- KHAIRUNNISA, N., MANDANG, I. and MUNIR, R. (2024) Penentuan Status Mutu Air Laut Menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Perairan Bontang Kalimantan Timur. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 7(1), pp. 1-12.
- MAILENDRA and BUCHORI, I. (2019) Kerusakan Lahan Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin Di Sekitar Sungai Sangingi Kabupaten Kuantan Sangingi. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 15(3), pp. 174-188.
- NUGROHO, H. (2020) Pandemi Covid19: Tinjau Ulang Kebijakan Mengenai PETI (Pertambangan Tanpa Izin) di Indonesia. *The Indonesian Journal of Development Planning*, 4(2), pp. 117-125.
- NURGIANTORO (2016) Monitoring Kawasan Perairan Pesisir Akibat Penambang Emas Rakyat Menggunakan Data Citra Satelit Multi Temporal. *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- PATTY, S.I. and HUWAE. R. (2019) Temperature, Salinity, and Dissolved Oxygen West and East Seasons in the Waters of Amurang bay, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax*, 11(1), pp. 196-205.
- PUTRI, G.E., FITRI, W.E., ARMAN, E. and ROZA, S.H. (2016) Kajian Kualitas Air Limbah Penambangan Emas Sebagai Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI). *Jurnal Kesehatan Medika Sainatika*, 7(1), pp. 1-11.
- TUMBELAKA, G.G., MANGANGKA, I.R. and PRATASIS, P.A.K. (2023) Dampak Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Terhadap Kualitas Air Sungai Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Journal Unsrat*, 10(10), pp. 1518-1523
- YULIANTI, R., SUKIYAH, E. and SULAKSANA, N. (2016) Dampak Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) terhadap Kualitas Air Sungai Limun Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Bulletin of Scientific Contribution*, 14(3), pp. 251-261.
- YULIS, P.A.R. (2020) Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) Dan (Ph) Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(1), pp. 28-36.