



TAMPUNGANG LAWO' SĔNG MAWULUSĔ

(Sangihe Akan Tenggelam)

GREENPEACE

BERKOLABORASI DENGAN



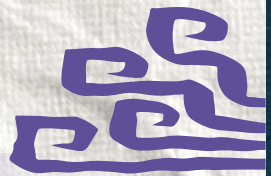




TAMPUNGANG LAWO' SĔNG MAWULUSĔ

(Sangihe Akan Tenggelam)

"Pulau Sangihe bagaikan sebuah perahu kecil, selama berabad-abad memberikan kesejahteraan bagi siapapun yang ikut berlayar bersamanya. Namun perahu tersebut mulai bocor karena galian tambang yang terus-menerus merobek lambungnya. Sementara itu, badai krisis iklim sedang mendekat. Jika kita diam, perahu ini akan karam—bersama rumah, laut, sungai dan sumber kehidupan kita di atasnya."





KATA PENGANTAR DARI GREENPEACE INDONESIA

Salam sejahtera,

Greenpeace meyakini bahwa penelitian ilmiah memiliki peran penting dalam mendukung perjuangan rakyat Sangihe mempertahankan ruang hidup dan mata pencaharian mereka dari ancaman aktivitas yang merusak, khususnya tambang emas. Pulau Sangihe adalah rumah bagi keanekaragaman hayati sekaligus sumber kehidupan masyarakatnya. Karena itu, setiap upaya yang mengancam kelestarian pulau kecil ini berarti mengancam keberlangsungan hidup manusia dan ekosistemnya.

Penelitian ini memperlihatkan fakta nyata mengenai bahaya pertambangan emas: peningkatan kadar logam berat di perairan, kerusakan mangrove dan terumbu karang, hingga potensi risiko kesehatan yang serius bagi masyarakat di masa depan. Data dan temuan ini diharapkan dapat membuka mata semua pihak tentang ancaman tambang, sekaligus menjadi bahan advokasi bagi masyarakat Sangihe yang terdampak langsung.

Kami berharap laporan ini dapat menjadi rujukan bagi pemerintah dalam menetapkan kebijakan yang berpihak pada rakyat

dan lingkungan, sesuai amanat Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 serta Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor 35/PUU-XXI/2023 yang menegaskan perlindungan pulau-pulau kecil dari kegiatan ekstraktif. Pada saat yang sama, penelitian ini juga menjadi peringatan keras bagi perusahaan agar menghentikan praktik yang merusak di Sangihe maupun di pulau kecil lainnya.

Penelitian ini adalah langkah penting untuk menyelamatkan ekosistem pesisir, menjaga keberlangsungan hidup masyarakat pesisir, serta bagian dari upaya global menyelamatkan bumi yang kini berada dalam ancaman krisis iklim. Greenpeace berdiri bersama masyarakat Sangihe, meyakini bahwa masa depan yang adil dan berkelanjutan hanya dapat terwujud jika kita melindungi manusia dan alam dari keserakahan industri ekstraktif.

Country director Greenpeace Indonesia

Leonard Simanjuntak

KATA PENGANTAR DIREKTUR POLITEKNIK NUSA UTARA

Salam sejahtera,

Sebagai lembaga pendidikan tinggi di wilayah perbatasan, Politeknik Negeri Nusa Utara memiliki tanggung jawab moral dan akademik untuk berkontribusi menjaga kelestarian lingkungan, khususnya di Kepulauan Sangihe. Pulau kecil ini bukan hanya rumah bagi masyarakat yang telah turun-temurun hidup bergantung pada laut dan daratan, tetapi juga menjadi habitat penting bagi keanekaragaman hayati yang unik dan tak tergantikan. Menjaga keragaman hayati Sangihe berarti menjaga keberlangsungan ekosistem sekaligus menjamin masa depan masyarakatnya.

Penelitian ini lahir dari semangat untuk memberikan gambaran ilmiah mengenai kondisi ekologi, sosial, dan ekonomi di Sangihe. Temuan yang diperoleh memperlihatkan bahwa aktivitas pertambangan telah menimbulkan ancaman serius bagi lingkungan hidup, mulai dari kerusakan ekosistem mangrove, pemutihan terumbu karang, hingga peningkatan kadar logam berat di perairan yang berisiko bagi kesehatan masyarakat. Fakta-fakta ini harus menjadi perhatian bersama agar kebijakan pembangunan tidak mengabaikan keselamatan alam dan manusia.

Sebagai akademisi, kami menegaskan pentingnya peran penelitian yang independen,

jujur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara keilmuan. Data yang kami hadirkan bukan sekadar angka, tetapi suara dari alam dan masyarakat yang terdampak. Dengan demikian, laporan ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pemerintah, masyarakat sipil, maupun pemangku kebijakan dalam mengambil keputusan yang berpihak pada keberlanjutan.

Akhirnya, kami berharap penelitian ini dapat memperkuat kesadaran kolektif bahwa menjaga Pulau Sangihe bukan hanya tanggung jawab satu pihak, melainkan tugas bersama. Politeknik Negeri Nusa Utara akan terus berkomitmen untuk menghadirkan kajian ilmiah yang mendukung terwujudnya masa depan Sangihe yang adil, lestari, dan sejahtera.

**Direktur Politeknik Negeri Nusa Utara
(Polnustar)**

Ferdinand Gansalangi, SKM, ME, M.Kes





"Tampungang Lawo' Seng Mawuluse" (Sangihe Akan Tenggara)

Laporan Penelitian "Peningkatan Kadar Logam Berat di Desa Bowone, Teluk Binebas, Kepulauan Sangihe"

Laporan penelitian ini dipublikasikan oleh
Politeknik Nusa Utara dan **Greenpeace
Indonesia**

Penanggung Jawab:

Prof. Dr. Ir. Frans G. Ijong, M.Sc
Leonard Simanjuntak

Tim Penulis:

Ir. Ely John Karimela, S.Pi., M.Si,
IPM Jaka Frianto Putra Palawe, STP., M.Si
Miftahul Choir
Afdillah

Design: Jasadharna Tjandra

Ilustrasi: Lavira Andaridefia

Publikasi ini tidak untuk diperjualbelikan.
Substansi publikasi dapat dikutip dengan
menyertakan keterangan berupa sumber pustaka.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar dari Greenpeace Indonesia	3
Kata Pengantar Direktur Politeknik Nusa Utara	4
Sangihe, Perahu yang Hampir Tenggelam	8
Pengambilalihan Lahan Demi Kekayaan Segelintir	10
Pendekatan Penelitian	16
Alam tidak Berbohong: Perubahan Kondisi Fisik Perairan	18
Kontaminasi Logam Berat di Perairan	19
Parameter Kimia Dalam Sedimentasi	22
Logam Berat dalam Ikan Layang	24
Analisis Batas Aman Konsumsi Ikan dan Risiko Paparan Merkuri	28
Penambangan meningkatkan Kerentanan Ekonomi Nelayan Sangihe	30
Dampak Ekonomi, Masyarakat Buntung, Pemilik Modal Untung	36
Kesimpulan	37
Rekomendasi	38
Penutup	39
Daftar Pustaka	40

GREENPEACE

Greenpeace Indonesia

Jl. HOS. Cokroaminoto No.19,
RT.1/RW.3, Gondangdia,
Menteng, Jakarta Pusat,
Jakarta 10350



Politeknik Negeri Nusa Utara

Jl. Kesehatan No.1, Sawang Bendar,
Kecamatan Tahuna, Kabupaten
Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara



ON THE COVER:

© Alif R Noudy Korua/
Greenpeace







SANGIHE, PERAHU YANG AKAN TENGGELEM.

“Ikan dan Sagu cukup menghidupi kami”

Ucap Bapak Robert Sapile, 63 tahun, di sela-sela aktivitasnya menebang pohon sagu baruk di kebun belakang rumahnya di Kalagheng, Tabukan Selatan, Kepulauan Sangihe, Sabtu (19/10/2024). Kecemasan Bapak Sapil bukan tanpa alasan ditengah maraknya aktivitas tambang emas di Pulau Sangihe karena tumbuhan sagu sangat tergantung kondisi alam Sangihe. Bapak Robert Sapile bersama masyarakat Sangihe lainnya telah lama hidup berkelimpahan, tidak hanya bertahan hidup, tetapi peradaban Masyarakat Sangihe tumbuh berkembang bersama sagu—tanaman yang telah menjadi lebih dari sekadar sumber pangan. Sagu bukan hanya makanan; ia adalah simbol kemandirian, ketahanan, dan warisan leluhur.

Pulau sangihe adalah salah satu pulau kecil terluar di perbatasan pulau Sulawesi dan Filipina, berada di garis rangkaian gunung api sirkum pasifik dan di pusat segitiga terumbu karang dunia—kawasan dengan keanekaragaman hayati laut terkaya di dunia. Sangihe adalah jembatan di jalur migrasi burung global dan uga perlintasan mamalia laut yang terancam punah.

Menurut Burung Indonesia, keanekaragaman hayati Sangihe telah dievaluasi oleh *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) dan tercatat sedikitnya 115 spesies tumbuhan serta 3.091 spesies hewan, beberapa di antaranya terancam punah. Sebagai bagian dari segitiga terumbu karang dunia—kawasan dengan keanekaragaman hayati laut terkaya di dunia—perairan Sangihe menjadi habitat sedikitnya 2.658 spesies, meliputi mamalia laut,



GAMBAR 1. BAPAK ROBERT SAPILE MENEBAK POHON SAGU BARUK DI KEBUN BELAKANG RUMAHNYA DI KALAGHENG, TABUKAN SELATAN, KEPULAUAN SANGIHE, SABTU (19/10/2024)

ikan bertulang sejati, terumbu karang, alga, plankton, dan mikroorganisme lainnya. Dari jumlah tersebut, sekitar 201 spesies dikategorikan secara global sebagai terancam punah, dengan status rentan, genting, atau kritis¹.

Pulau Sangihe telah ditetapkan sebagai *Ecologically or Biologically Significant Areas* (EBSAs), *Important Bird and Biodiversity Areas* (IBAs), dan *Key Biodiversity Areas* (KBAs). Berdasarkan Keputusan COP CBD 13/12, Laut Sulu dan Sulawesi—termasuk Sangihe—masuk kawasan EBSAs dan prioritas untuk perluasan konservasi 30x45 (30% wilayah laut Indonesia menjadi kawasan konservasi di tahun 2045) yang telah ditetapkan pemerintah Indonesia.²

Keanekaragaman hayati ini menopang kehidupan masyarakat Sangihe (140.614 jiwa) sebagai penjaga sumber air bersih dan pangan lokal. Sagu menjadi sumber karbohidrat utama, sedangkan ikan menjadi sumber

protein utama, keduanya sangat bergantung pada kondisi alam dan ketersediaan air. Untuk menjaga kelestarian ruang hidup, masyarakat telah mengelola Kawasan Konservasi Perairan berbasis komunitas, salah satunya di Kampung Bulo, Kecamatan Tabukan Selatan.

Pulau Sangihe bagaikan sebuah perahu kecil selama ini kokoh, saat ini sedang menghadapi ancaman dari dalam dan terus dilobangi dari dalam. Setiap kerukan mesin penggali dan tebasan cangkul di lobang tambang ibarat sedang merobek lambungnya sehingga ancaman kehilangan sagu dan ikan sebagai sumber pangan adalah makin nyata. Lebih dari sekadar penopang ekonomi, sagu adalah identitas. Sejak bayi, masyarakat Sangihe tumbuh dengan sagu, dan dari sanalah mereka belajar tentang ketahanan, kesederhanaan, dan kebersamaan. Sagu adalah simbol kekuatan alam yang telah menyatu dalam jiwa mereka.

Haliastur indus



Eutrichomyias rowleyi



Accipiter soloensis



Accipiter soloensis



Aethopyga duyvenbodei



SANGIHE SEBAGAI JALUR MIGRASI BURUNG

Kepulauan Sangihe merupakan salah satu jalur penting migrasi burung melalui lautan dari utara ke selatan, melintasi Jepang, China, Taiwan, Filipina, dan kemudian ke Indonesia. Burung-burung ini bergantung pada pulau-pulau kecil sebagai tempat singgah, salah satunya adalah Pulau Sangihe. Indonesia sendiri memiliki 262 jenis burung migran, di mana 12,2% di antaranya dapat ditemukan di Pulau Sangihe.

Referensi: Burung Indonesia - Sangihe, Pulau Kecil Tempat Singgahnya Burung Migran



PENGAMBILALIHAN LAHAN DEMI KEKAYAAN SEGELINTIR

Di balik keanekaragaman hayati Pulau Sangihe, tersembunyi sumber daya mineral berupa emas dan silver yang diperkirakan 1,43 juta gram emas.³ Pengeboran emas sudah dilakukan sejak tahun 1986 dimulai yang dilakukan oleh PT Meares Soputan Mining (MSM) di area Taware. Hingga tahun 2006, tiga perusahaan antara lain PT KEL dan Bre-X silih bergantungan melakukan pengambilan sampel dan pengeboran di area Taware.⁴ Namun, pada fase pertama ini, belum dilakukan pengambilan emas secara industrial dan belum menggunakan campuran kimia untuk ekstraksi emas.

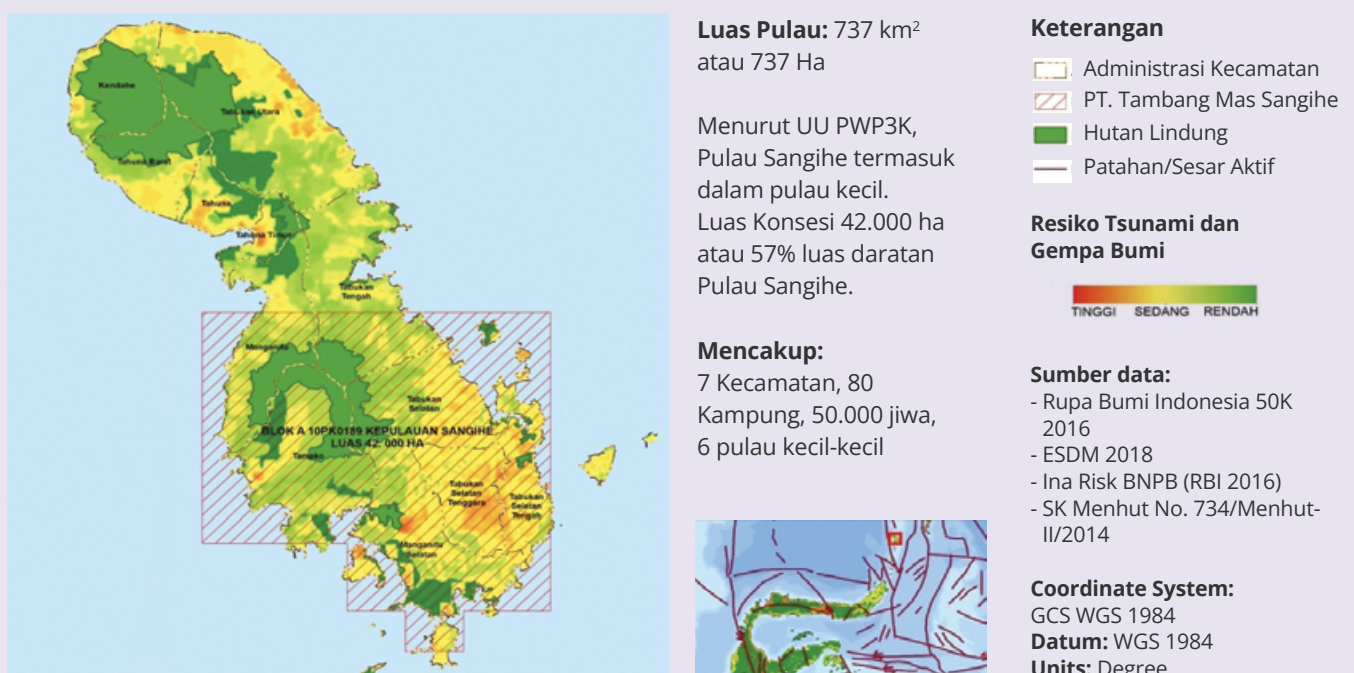
Kontrak kerja EAMC di Sangihe dimulai pada tahun 1997, namun

pengambilalihan lahan untuk kebutuhan pertambangan dimulai di tahun 2007 ketika perusahaan pertambangan emas asal Kanada, East Asia Mineral Company (EAMC) mendapatkan izin eksplorasi sementara dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) untuk kegiatan eksplorasi dan pengeboran.⁵ Adapun kontrak kerja antara EAMC dengan ESDM berdurasi selama 30 tahun atau hingga tahun 2027 dan dapat diperbaharui dua kali masing-masing maksimal 10 tahun.⁶ Berbeda dengan pertambangan pada dekade 1990 – 2000 yang berpusat di area Taware dan Sude, EAMC menguasai 42,000 hektar lahan di kawasan Bowone dan Binebase. Mulai dari tahun 2007

hingga tahun 2013, EAMC telah melakukan pengeboran sedalam 16,000 meter di 167 titik. Mulai dari tahun 2016 hingga 2017, EAMC merencanakan tahap eksplorasi di Sangihe, tahap uji fisibilitas di tahun 2017 serta ekstraksi mineral dilakukan pada tahun 2018.⁷

Analisa Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) EAMC baru mendapat persetujuan dari Pemerintah Sulawesi Utara di tahun 2020.⁸ Di tahun yang sama, EAMC mengakuisisi tambahan lahan sebesar 77 hektar untuk kebutuhan operasional dan fasilitas produksi di area Bowone dan Binebase.⁹ Setelah 25 tahun menunggu, EAMC yang telah berganti nama menjadi Baru Gold mendapatkan izin produksi dari Kementerian ESDM

GAMBAR 1. PETA AREA IZIN USAHA PT TAMBANG MAS SANGIHE



atas 42,000 hektar lahan yang telah dimiliki. 10 Pada fase ini, Baru Gold mengakui telah mempekerjakan warga lokal untuk konstruksi dan produksi, mengidentifikasi lahan yang akan diakuisisi, serta mitigasi dampak lingkungan yang terjadi pada Pulau Sangihe.

Pengerukan vegetasi di perbukitan Bowone dan Binebas dimulai pada Oktober 2021 Baru Gold memulai pembangunan akses jalan, titik pertambangan, pembuangan limbah, dan area pemrosesan emas.¹¹ Dikarenakan hasil studi teknis menunjukkan kandungan emas di Bowone dan Binebas sulit untuk diekstraksi, Baru Gold mengakui akan menggunakan metode *heap leaching* atau metode mengekstraksi kandungan logam menggunakan intervensi bahan kimia, karena dianggap lebih efisien secara lingkungan dan ekonomis.¹² Tanpa

campuran sianida, emas di Kampung Binebase dan Kampung Bowone tidak dapat terurai. Laporan teknis yang dikeluarkan PT Baru Gold pada Februari 2025 menunjukkan sianida menjadi satu-satunya cara untuk mendapatkan kandungan emas di Kampung Binebase dan Kampung Bowone di tengah potensi keuntungan yang tidak terlalu besar dari kedua situs pertambangan tersebut.¹³

Penggunaan sianida semakin diperkuat dari pengujian metalurgi yang menunjukkan mineral *oxide* di Kampung Binebas berstatus *leeches satisfactory* atau dapat mengurai emas dengan maksimal waktu dua jam.¹⁴ Sementara itu, kandungan emas sulphide di Kampung Bowone justru dikategorikan sulit untuk diurai sekalipun menggunakan sianida, yang berarti jika ingin mendapatkan emas di Kampung Bowone akan membutuhkan kandungan sianida

lebih besar. Padahal, survey yang dilakukan oleh Paul Ashley Petrographic and Geological Services menunjukkan ketiadaan *buffering agencies* atau elemen yang dapat menahan kebocoran sianida, sehingga kebocoran tidak terhindarkan.¹⁵

Ketergantungan akan sianida terbukti juga melalui *bottle roll test* untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengurai batuan agar mendapatkan emas. Dalam tabel dibawah ini, penggunaan sianida berkisar 0,4 - 2,6 kg untuk mengurai per satu ton, atau sekitar 2,6 ton sianida dibutuhkan untuk mengurai 1,000 ton batuan.¹⁶ Waktu yang dibutuhkan untuk kandungan *oxide* berkisar 3-4 jam, sedangkan membutuhkan waktu 16 hari untuk mengurai emas yang terdapat di kandungan sulphide.

TABEL 1. CYANIDE BOTTLE ROLL TEST

omp ID	Feed Grind Size	Extraction % Au	Extraction % Ag	Leach Time (hrs)	Calc. Head Grade Au (ppm)	Calc. Head Grade Ag (ppm)	Leach Res- idue Grade Au (ppm)	Leach Res- idue Grade Ag (ppm)	Leach Res- idue Grade Ag (ppm)	Consump- tion
BIM23	P100 26.5 mm	94.6	18	313	1.15	13.5	0.06	11	0.4	2.9
BIM46	P100 26.5 mm	73.4	60.2	380	1.11	39.3	0.3	23.6	1.6	7.4
BIM52	P100 26.5 mm	95.4	37.8	380	2.73	37.9	0.16	24.6	1	3
BIM23	P100 12.5 mm	97.5	26.8	289	0.99	10.6	0.04	12.7	1	3.5
BIM46	P100 12.5 mm	87.5	76.4	168	0.88	44.2	0.11	7.9	2.6	9
BIM52	P100 12.5 mm	95.1	52.6	289	2.73	23.9	0.16	11.4	1	2.4

Sumber: Mining Associates, Pty Ltd, 2025





Di tengah protest kelompok masyarakat yang menolak tambang dan gugatan di Kementerian ESDM, status Baru Gold justru meningkat menjadi Obyek Vital Nasional di tahun 2023.¹⁷ Bahkan, Baru Gold menyebutkan Presiden Jokowi berkomitmen menginstruksikan militer dan polisi untuk menghentikan pertambangan emas tanpa izin (PETI)

yang juga menjadi ancaman bagi operasional Baru Gold. ¹⁸ Untuk memperlancar produksi, Baru Gold menjual konsesi lahan sebesar 65 Ha kepada CV Mahamu Hebat Sejahtera (CV MHS). Dalam perjanjian antara kedua entitas, CV MHS akan membiayai sendiri modal operasional dan akan menerima 65% dari keuntungan dari produksi, sementara

Baru Gold akan menyerap 35% dari total keuntungan.¹⁹ Walaupun tanpa izin, aktivitas penambangan emas terus berlangsung dan menyebabkan kerusakan yang signifikan, terutama di Kampung Bowone di Teluk Binebas, Kecamatan Tabukan Selatan Tengah dimana terjadi pembukaan lahan di pesisir, seperti terlihat dari rangkaian gambar dibawah ini:



GAMBAR 3.

Kawasan Penambangan Emas di Kampung Bowone, di Teluk Binebas Minggu (8/8/2021)

(sumber Kompas: <https://www.kompas.id/artikel/kambing-hitam-bernama-tambang-rakyat>)



GAMBAR 4: Kerusakan lingkungan di lokasi penambangan emas ilegal, 15 maret 2025

Photo: © Kompas/Kristian Oka Prasetyadi; © Polnustar

GAMBAR 5 DAN 6

Perbandingan kondisi Kampung Bowone dan Teluk Binebas 22 Juni 2022 (foto Kiri) dan 5 September 2023 (foto kanan)



Photo: © Aldillah/Greenpeace Indonesia

Pengambilalihan lahan yang terjadi di Desa Bowone terkonfirmasi oleh penelitian yang dilakukan Lobja dan Nugroho (2021) yang menemukan persentase pertambahan lahan untuk kebutuhan pertambangan mencapai 45,53% sejak tahun 2015 hingga tahun 2021. 20 Dalam periode tersebut, EAMC telah melakukan eksplorasi dan pengeboran serta pengambilan emas yang mulai dilakukan sejak tahun 2020.

Meningkatnya penggunaan lahan di kawasan Desa Bowone juga tercermin dari foto udara yang didapat dari Google Earth. Terlihat mulai dari tahun 2004 hingga 2015, kawasan Teluk Bowone masih berwarna hijau dan dipenuhi oleh vegetasi, sebelum pada akhirnya di tahun 2016 mulai ada penggundulan hutan secara terbatas dan titik-titik yang terindikasi sebagai lubang eksplorasi yang dilakukan oleh EAMC.

TABEL 2. PERUBAHAN LUAS PENGGUNAAN LAHAN PERTAMBANGAN

Tahun	Luas	Pertambahan Luasan	Persentase pertambahan luas (dari tahun sebelumnya)
2015	2,35		
2016	4,66	2,31	98,30%
2017	5,85	1,19	25,54%
2018	7,34	1,49	25,47%
2019	9,69	2,35	32,02%
2020	14,18	4,48	46,34%

Sumber: Pangemanan, Lobja, Nugroho (2022)

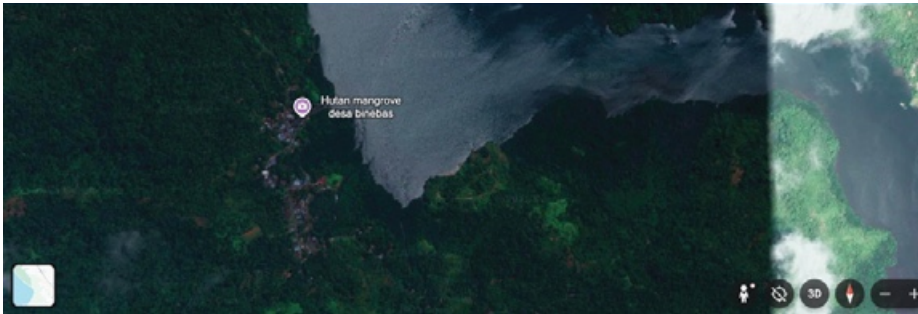




GAMBAR 7.

Citra satelit Desa Bowone dan Binebas tahun 2004

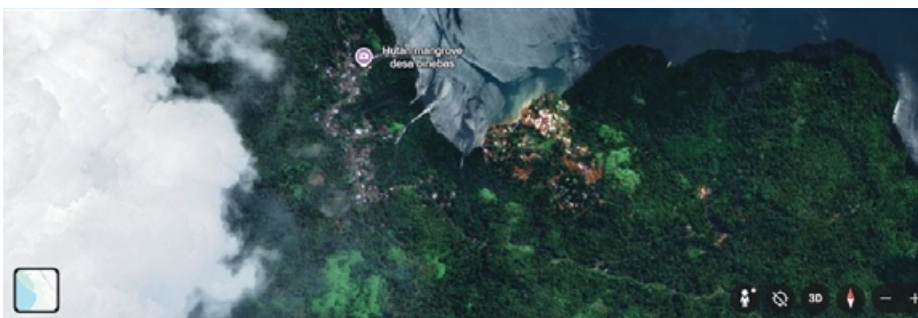
Sumber: Google Earth



GAMBAR 8.

Citra satelit Desa Bowone dan Binebas tahun 2013

Sumber: Google Earth



GAMBAR 9.

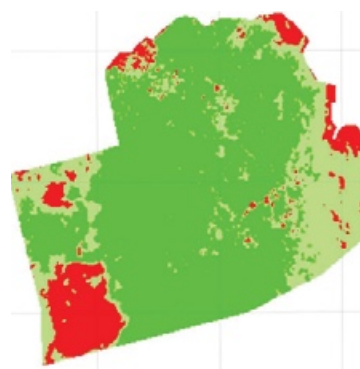
Citra satelit Desa Bowone dan Binebas tahun 2021

Sumber: Google Earth

Di tahun 2021, tahun yang sama ketika Baru Gold memulai konstruksi pertambangan di Desa Bowone dan sudah mendapat persetujuan lingkungan, mulai terlihat pengerukan hutan secara masif. Hutan hijau yang semula terlihat dengan jelas kini telah tergantikan oleh tenda-tenda tepat dilakukannya proses ekstraksi mineral serta jalan-jalan yang akan dilewati oleh excavator untuk mengeruk bebatuan di Bowone.

Metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang dilakukan Pangemanan, Lobja dan Nugroho juga menunjukkan adanya terdapat kerusakan sedang dengan luas 279,841 hektar (33,05%), kerusakan berat dengan luas 131,242 hektar (15,50), dan kerusakan ringan sebesar 435,7699 hektar (51,50%).²¹

GAMBAR 10. PETA ANALISIS NDVI TINGKAT KERUSAKAN LAHAN HUTAN DESA BOWONE



**Keterangan
Tingkat Kerapatan Vegetasi**

- Berat
- Sedang
- Ringan/tidak terjadi kerusakan

Sumber: Pangemanan, Lobja, Nugroho (2022)

PETA PENGGUNAAN LAHAN HUTAN 2015-2020



Keterangan:

- Pertambangan emas 2015-2020
- Hutan Mangrove
- Hutan



PENDEKATAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan sebelum dan sesudah aktivitas pengambilalihan lahan untuk pertambangan di Kampung Bowone, Kecamatan Tabukan Selatan Tengah. Hasil analisis dibandingkan dengan data Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) PT TMS tahun 2017 dan 2020 untuk menilai perubahan konsentrasi logam berat di lokasi tambang. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji dampak ekonomi terhadap penambang dan nelayan yang terdampak langsung.

Penelitian dilaksanakan pada Januari sampai Juni 2025. Pengambilan sampel air laut pertama dilakukan pada 4 Februari 2025 untuk air permukaan laut, sedangkan pengambilan sampel kedua dilakukan pada 12 Maret 2025 di titik yang sama

untuk air dasar laut. Sampel dianalisis menggunakan parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Sampel ikan diambil pada tanggal 25 Mei 2025 dari tiga lokasi di Kepulauan Sangihe: Kampung Salurang dan Kampung Manalu, yang berlokasi dekat area tambang, serta Kota Tahuna, sebagai pasar ikan terbesar di kepulauan Sangihe sebagai pembanding.

Sampel yang diambil dari lokasi penelitian diuji di laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado dan laboratorium Unit Pelayanan Badan Pengendalian dan Pengawasan Mutu Hasil Kelautan dan Perikanan Tahuna.

Selain data primer, penelitian ini membandingkan temuan dengan studi sebelumnya: penelitian Econusa

bersama PKSPL IPB (April 2025) tentang perlindungan pulau-pulau kecil dari tekanan pembangunan dan krisis iklim (studi kasus Pulau Sangihe dan Pulau Kodingareng), serta penelitian Universitas Kristen Duta Wacana dan Universitas Gadjah Mada (Februari 2025) terkait kualitas air dan kontaminasi merkuri di Kecamatan Tabukan Selatan Tengah.

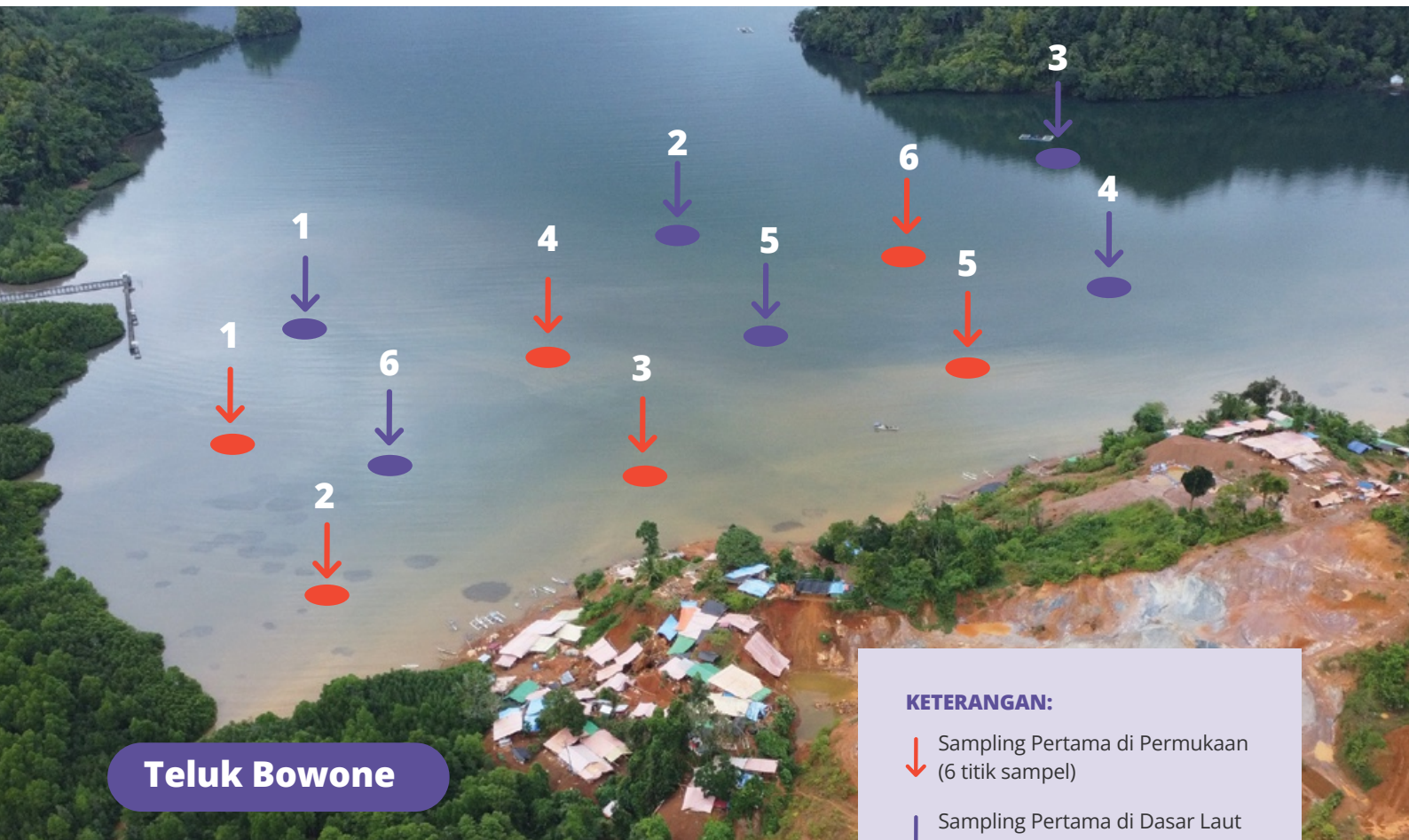
Data dampak ekonomi diperoleh melalui wawancara dengan nelayan di Kampung Kulur, Batu Wingkung, dan Bowone, serta 10 pekerja penambangan rakyat. Wawancara ini menggali kondisi ekonomi sebelum dan sesudah penambangan, dampak terhadap penghidupan, serta mengkonfirmasi praktik PETI dan pengaruhnya terhadap perekonomian masyarakat.

Lokasi Penelitian

Kabupaten Kepulauan Sangihe



Lokasi Sampling: Teluk Bowone



GAMBAR 12: Lokasi pengambilan sampel penelitian di lokasi teluk Bowone

Photo: © Polustar, © Stenly Pontolawokang/Greenpeace





ALAM TIDAK BERBOHONG: PERUBAHAN KONDISI FISIK PERAIRAN

Pengujian parameter fisik dilakukan pada sampel air laut, baik di permukaan maupun di dasar laut. Hasil pengukuran parameter fisik pada sampel permukaan dapat dilihat pada **Tabel 3**, sedangkan hasil pengukuran di dasar laut terdapat pada **Tabel 4**. Hasil ini dapat dibandingkan dengan hasil uji yang dilakukan PT.TMS pada tahun 2017 di **Table 5**.

Angka salinitas menunjukkan adanya pencampuran air laut dengan air tawar dalam jumlah yang besar, sehingga turut berdampak pada visibilitas yang mencerminkan tingkat kekeruhan air. Perubahan salinitas dapat mengganggu dapat memicu stres fisiologis, serta menurunkan pertumbuhan dan kemampuan reproduksi²¹, serta berpengaruh terhadap produktivitas primer, terutama pada jenis plankton yang memiliki toleransi salinitas rendah.

Jika dibandingkan dengan kondisi sebelum masuknya PT TMS di Teluk Binebase, terdapat peningkatan tingkat keasaman yang menunjukkan adanya aktivitas pelepasan logam berat dari sedimen.

Angka salinitas menunjukkan adanya pencampuran air laut dengan air tawar dalam jumlah yang besar, sehingga turut berdampak pada visibilitas yang mencerminkan tingkat kekeruhan air.

TABEL 3. HASIL ANALISIS PARAMETER FISIK PENGAMBILAN SAMPEL PERMUKAAN LAUT

Lokasi	pH	Salinitas (%)	Suhu (°C)	Visibilitas (m)
1	7.75	1.01	30.5	1.9
2	7.73	1.04	30	0
3	7.79	1.16	30	1
4	7.9	1.31	29.7	3
5	7.86	1.42	30.3	2.5
6	7.83	1.51	30	1

TABEL 4. HASIL ANALISIS PARAMETER FISIK PENGAMBILAN SAMPEL DASAR LAUT

Lokasi	pH	Salinitas (%)	Suhu (°C)	Visibilitas (m)
1	7.7	1.25	29	2.5
2	7.69	1.55	29	2.5
3	7.67	1.69	29	2.5
4	7.60	1.87	28	1.5
5	7.75	2.13	29.3	1.5
6	7.83	2.23	29	0

TABEL 5. HASIL ANALISIS PARAMETER FISIK AIR LAUT OLEH PT.TMS PADA TAHUN 2017

Lokasi	pH	Salinitas (%)	Suhu (°C)	Kekeruhan (NTU)
1	7.5	3.08	27.0	0,1 (alami)
2	7.72	3.20	27.2	0,2 (alami)

Sumber: AMDAL PT. TMS

KONTAMINASI LOGAM BERAT DI PERAIRAN

Pengujian kualitas air dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan kimia tertentu yang berpotensi mempengaruhi kesehatan ekosistem perairan dan masyarakat yang bergantung padanya. Parameter kimia logam berat yang diuji meliputi Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Kadmium (Cd). Hasil analisis kualitas air laut di sekitar area pertambangan

menunjukkan adanya kontaminasi dua logam berat yang sudah melebihi baku mutu untuk biota laut, yaitu **arsen (As)** dan **timbal (Pb)** terutama di permukaan air laut (lihat tabel 6 dan tabel 7).

- Konsentrasi arsen (As) pada permukaan air laut berkisar **0,0058 – 0,0228 mg/L**, sedangkan pada dasar laut berkisar **0,0065 – 0,0181 mg/L**.

Beberapa titik pengukuran melampaui baku mutu yang ditetapkan, yaitu **0,012 mg/L**.

- Konsentrasi timbal (Pb) pada permukaan air laut berkisar 0,0080 – **0,0126 mg/L**, sedangkan pada dasar laut berkisar **0,0004 – 0,026 mg/L**. Beberapa titik pengukuran di permukaan juga melebihi baku mutu **0,008 mg/L**.

TABEL 6. HASIL PENGAMBILAN SAMPEL DI PERMUKAAN AIR LAUT

No.	Parameter	Unit	Result						Standards
			1	2	3	4	5	6	
1	Oksigen Terlarut (<i>dissolved oxygen</i> (DO))	mg/L	8	8	8	8	8	8	>5
2	BOD5 (<i>Biochemical oxygen demand</i>)	mg/L	2	3	0,9	1	2	0,2	20
3	Mercury (Hg)	mg/L	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
4	Arsenic (As)	mg/L	0,0188	0,0137	0,0181	0,0221	0,0228	0,0058	0,012
5	Lead (Pb)	mg/L	0,0080	0,0097	0,0088	0,0126	0,0114	0,0107	0,008

TABEL 7. HASIL PENGAMBILAN SAMPEL DI DASAR LAUT

No.	Parameter	Unit	Result						Standards
			1	2	3	4	5	6	
1	Oksigen Terlarut (<i>dissolved oxygen</i> (DO))	mg/L	8	8	7	8	8	7	>5
2	BOD5 (<i>Biochemical oxygen demand</i>)	mg/L	1	0,4	4	11	1	1	20
3	Mercury (Hg)	mg/L	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001
4	Arsenic (As)	mg/L	0,0180	0,0089	0,0065	0,0083	0,0061	0,0181	0,012
5	Lead (Pb)	mg/L	0,0009	0,0026	0,0011	0,0005	0,0004	0,0010	0,008





GAMBAR 13: Kerusakan Vegetasi Mangrove di kawasan PETI Kampung Bowone, Teluk Binebas

Dari tabel 6 dan 7 ditemukan bahwa:

Jika dibandingkan dengan temuan logam berat di dokumen AMDAL PT. TMS pada tahun 2017 dan 2020, menunjukkan adanya peningkatan kandungan logam berat yang signifikan di kawasan perairan Teluk Binebas terutama kandungan arsen dan timbal.

Hasil pengamatan menunjukkan kematian vegetasi mangrove (Gambar 13). Mangrove merupakan ekosistem sangat sensitif dengan fungsi ekologis vital: melindungi garis pantai, menjadi habitat pemijahan dan asuhan ikan serta krustasea, dan berperan sebagai penyaring alami polutan. Peningkatan partikel tersuspensi di perairan menurunkan kejernihan air, sehingga menghambat aktivitas organisme akuatik seperti phytoplankton,

TABEL 8. HASIL ANALISIS KUALITAS AIR PT TAMBANG MAS SANGIHE TAHUN 2017 DAN TAHUN 2020

Kandungan	Air Laut Depan Tapak		Standards
	2020	2017	
Mercury (Hg)	0.0001	<0.0001	0,001
Arsen (As)	<0.0001	<0.0003	0.1
Cadmium	0,0002	<0,0002	0.1
Copper	0.0048	<0.0003	2.0
Lead (Pb)	0.0026	<0.0002	0,03

Sumber: Dokumen AMDAL PT. TMS 2017 dan 2020

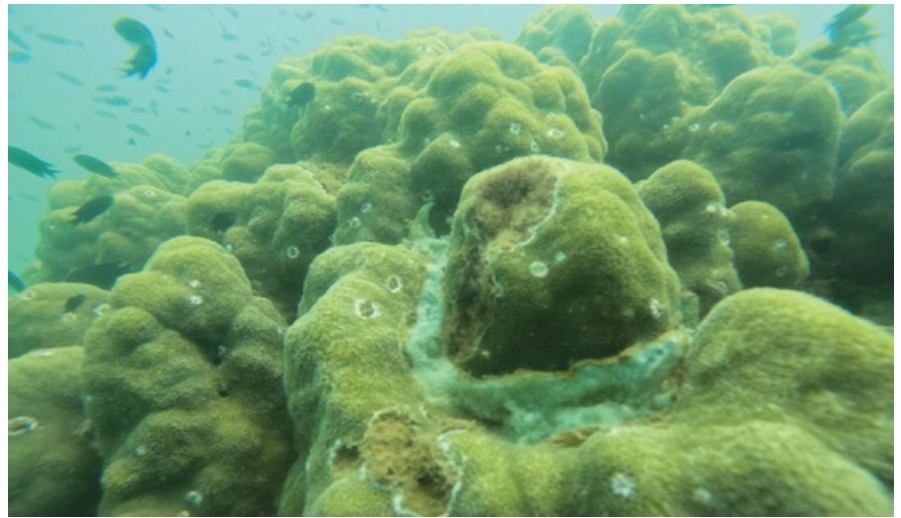
zooplankton, mollusca, udang, kepiting dan ikan yang menempati ekosistem tersebut. Komunitas mangrove yang tumbuh di wilayah Sangihe selatan memiliki

peran penting dalam menjaga keseimbangan wilayah pesisir yang rawan terhadap ancaman abrasi disebabkan oleh arus dan gelombang laut.

Hasil pengamatan langsung menunjukkan kerusakan signifikan pada ekosistem terumbu karang di sekitar lokasi penambangan PT Tambang Mas Sangihe (PT TMS). Penurunan visibilitas air laut hingga mendekati nol, disertai peningkatan kadar logam berat seperti arsen (As) dan timbal (Pb) yang melebihi ambang toleransi biota laut, menjadi indikasi utama degradasi ekosistem ini.

Fenomena pemutihan karang (Gambar 14) menunjukkan telah terjadi kerusakan hubungan simbiotik antara karang dan zooxanthellae—alga mikroskopis yang hidup di jaringan karang dan berperan penting dalam fotosintesis.. Kondisi ini memicu stres fisiologis yang menyebabkan alga meninggalkan jaringan karang atau mati, sehingga karang kehilangan warna alami, mengalami gangguan metabolisme, hingga berujung pada kematian karang.

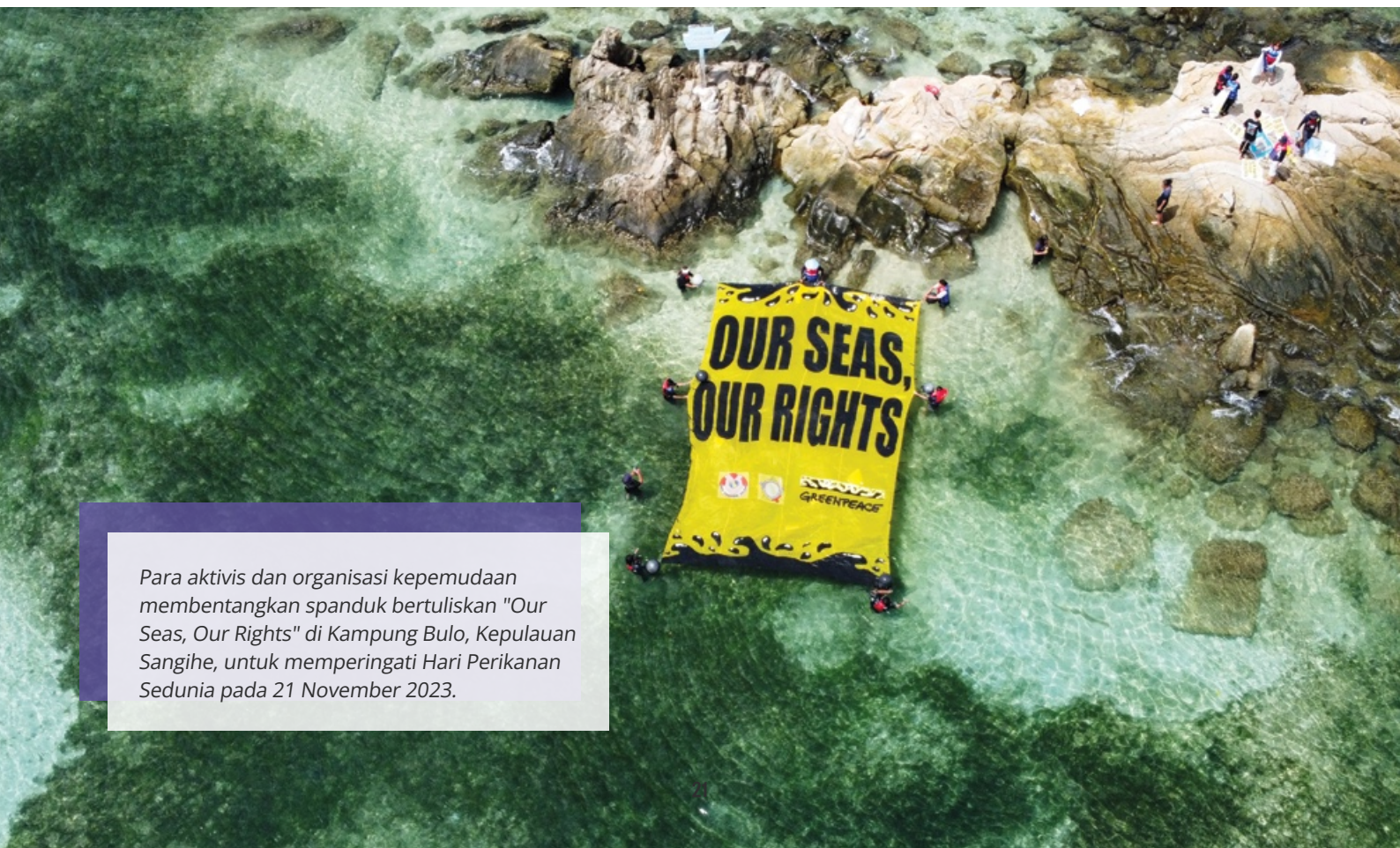
Kematian karang akan membawa akibat terhadap struktur dasar perairan dan pesisir serta kehilangan fungsi sebagai penahan ancaman gelombang.



GAMBAR 14: Kerusakan Terumbu Karang di perairan teluk Binebase

Kondisi kerusakan mangrove dan terumbu karang serta hamparan pantai berpotensi juga terjadi di pesisir dan perairan laut sekitar wilayah kampung Laine di Kecamatan Manganitu Selatan dimana kegiatan PETI sudah sudah berlangsung lama. Hal ini erat kaitannya dengan peristiwa banjir²¹ rutin saat musim hujan di Kampung Laine. Penelitian ECONUSA dan PKSPL IPB menemukan kandungan logam berat di perairan Laine jauh di atas

ambang batas, diduga berasal dari penambangan di daerah aliran sungai²². Limpasan sedimen dari penambangan juga mencemari pesisir dan laut di muara Sungai Kaluwatu, meningkatkan *Total Suspended Solid (TSS)* jauh di atas ambang batas. TSS yang tinggi membuat air keruh, mengurangi penetrasi cahaya, menghambat fotosintesis lamun dan fitoplankton, menutupi terumbu karang, dan menurunkan kualitas ekosistem pesisir.



Para aktivis dan organisasi kepemudaan membentangkan spanduk bertuliskan "Our Seas, Our Rights" di Kampung Bulu, Kepulauan Sangihe, untuk memperingati Hari Perikanan Sedunia pada 21 November 2023.



PARAMETER KIMIA DALAM SEDIMENTASI

Penelitian **Econusa** dan **Pusat Kajian Pesisir dan Sumberdaya Lautan (PKSPL) IPB** pada tahun 2024 menemukan kadar arsen dan timbal yang jauh lebih tinggi di sedimen di Teluk Binebas Pulau

Sangihe, terutama di lokasi yang dekat dengan pertambangan seperti kandungan arsen di perairan kampung Bowone (1,48 mg/kg) dan kandungan timbal di Kampung Bowone (46,75 mg/kg).

Untuk lebih detail, hasil pengujian yang dilakukan oleh Econusa dan PKSPL IPB dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini,

TABEL 9. NILAI PARAMETER-PARAMETER LOGAM BERAT DI SEDIMEN PADA LOKASI STUDI DI PULAU SANGIHE

No	Parameter	Satuan	ST1.S Bulu	ST2.B Bowone	ST3.B Binebas	ST4.B Salurung	ST5.B Laine	ST6.B Ngalipaeng
1	Arsen (As)	mg/Kg	0.114	1.48	0.415	0.913	3.563	1.459
2	Raksa (Hg)	mg/Kg	0.012	0.051	0.029	0.022	2.572	0.115
3	Kadmium (Cd) +	mg/Kg	4.83	4.88	3.2	3.57	5.57	3.95
4	Tembaga (Cu) +	mg/Kg	9.26	21.0	24.63	23.14	16.99	33.76
5	Timbal (Pb)	mg/Kg	21.96	46.75	17.0	16.65	65.96	37.8

Sumber: ECONUSA dan PSKPL IPB

Dari 6 titik pengambilan sampel oleh peneliti Econusan dan PSKPL IPB, terlihat bahwa sampel yang diambil di Kampung Bowone (lokasi pertambangan PT. TMS) memiliki kadar logam berat yang jauh lebih tinggi dari Kampung Bulu dan Kampung Binebas yang terletak agak jauh dari lokasi tambang PT. TMS. Kampung lainnya yang memiliki kontaminasi tinggi adalah Kampung Laine dan kampung Ngalipaeng. Dua kampung ini adalah pusat PETI oleh masyarakat yang sudah berlangsung sejak beberapa tahun terakhir.

Dari 6 titik pengambilan sampel oleh peneliti Econusan dan PSKPL IPB, terlihat bahwa sampel yang diambil di Kampung Bowone (lokasi pertambangan PT. TMS) memiliki kadar logam berat yang jauh lebih tinggi dari Kampung Bulu dan Kampung Binebas yang terletak agak jauh dari lokasi tambang PT. TMS.

GAMBAR 14. PETA PERBANDINGAN KONTAMINASI LOGAM BERAT DI LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL OLEH POLNUSTAR DAN GREENPEACE INDONESIA, ECONUSA DAN PKSPL IPB SERTA PT TAMBANG MAS SANGIHE.



BULO

Arsen (As): 0.114
Raksa (Hg): 0.012
Kadmium (Cd) + : 4.83
Tembaga (Cu) + : 9.26
Timbal (Pb): 21.96

Sumber: Econusa & PSKPL IPB (2024)

BINEBAS

Arsen (As): 0.415
Raksa (Hg): 0.029
Kadmium (Cd) +: 3.2
Tembaga (Cu) +: 24.63
Timbal (Pb): 17.0

Sumber: Econusa & PSKPL IPB

BOWONE

Arsen (As): 1.48
Raksa (Hg): 0.051
Kadmium (Cd) +: 4.88
Tembaga (Cu) +: 21.0
Timbal (Pb): 46.75

Sumber: Econusa & PSKPL IPB (2024)

SALURANG

Arsen (As): 0.913
Raksa (Hg): 0.022
Kadmium (Cd) +: 3.57
Tembaga (Cu) +: 23.14
Timbal (Pb): 16.65

Sumber: Econusa & PSKPL IPB (2024)

LAINE

Arsen (As): 3.563
Raksa (Hg): 2.572
Kadmium (Cd) +: 5.57
Tembaga (Cu) +: 16.99
Timbal (Pb): 65.96

Sumber: Econusa & PSKPL IPB (2024)

NGALIPAENG

Arsen (As): 1.459
Raksa (Hg): 0.115
Kadmium (Cd) +: 3.95
Tembaga (Cu) +: 33.76
Timbal (Pb): 37.8

Sumber: Econusa & PSKPL IPB (2024)

KANDUNGAN LOGAM BERAT DI PERMUKAAN AIR TELUK BINEBAS

Arsen: 0,0058 - 0,0228 mg/L
Timba: 0.0080 - 0.0126 mg/L
Mercury: <0,0001 - 0,0001 mg/L

Sumber: Greenpeace & Polnustar (2025)

KANDUNGAN LOGAM BERAT DI DASAR LAUT TELUK BINEBAS

Arsen: 0.0065 - 0.0181 mg/L
Timba: 0.0004 - 0.026 mg/L
Mercury: <0,0001 - 0,0002 mg/L

Sumber: Greenpeace & Polnustar (2025)





LOGAM BERAT DALAM IKAN LAYANG

Berdasarkan BPS Kabupaten Kepulauan Sangihe, hasil ikan terbesar di Kabupaten Kepulauan Sangihe adalah Ikan Layang dengan total produksi pada tahun 2024 sebesar 11,000 ton dan senilai Rp 90 miliar.²³ Namun, hasil

pengujian sampel yang dilakukan di Desa Salurang, Desa Manalu dan Kecamatan Tahuna menunjukkan sudah adanya kandungan logam berat berupa raksa (Hg), Arsenic (As), Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu).

TABEL 10. KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA SAMPEL IKAN LAYANG

No.	Parameter	Unit	Lokasi Sampel					
			Salurang 1	Salurang 2	Manalu 1	Manalu 2	Tahuna 1	Tahuna 2
1	Mercury (Hg)	mg/kg	0.06	0.04	0.05	0.04	0.01	0.05
2	Arsenic (As)	mg/kg	0.11	0.04	<0.02	0.12	0.10	0.03
3	Lead (Pb)	mg/kg	0.02	0.01	0.005	0.02	0.008	0.03
4	Kadmium (Cd)	mg/kg	0.001	< 0.0005	0.002	0.002	0.0008	0.002
5	Metal (Cu)	mg/kg	0.18	0.06	0.07	0.10	0.14	0.11

Secara umum, kandungan logam berat pada sampel ikan tersebut masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan *Codex Alimentarius* dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Dari hasil pengujian, sampel yang diambil di Kampung Salurang memiliki kandungan raksa (Hg) dan tembaga (Cu) tertinggi, sedangkan Kampung Manalu mencatat kandungan arsenik tertinggi dibandingkan lokasi lainnya. Kedua wilayah ini merupakan pusat penjualan ikan hasil tangkapan nelayan dari Kampung Bowone. Sementara itu, sampel ikan di

Kota Tahuna yang berjarak lebih jauh dari lokasi tambang memiliki kandungan logam berat lebih rendah dibandingkan sampel di Kampung Salurang dan Kampung Manalu. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Universitas Kristen Duta Wacana bersama Universitas Gadjah Mada di Kecamatan Tabukan Selatan Tengah (lokasi penambangan rakyat) menunjukkan kandungan raksa yang lebih tinggi dan bahkan telah melebihi standar *Codex Alimentarius* maupun Standar Nasional Indonesia.²⁴

Dari hasil pengujian, sampel yang diambil di Kampung Salurang memiliki kandungan raksa (Hg) dan tembaga (Cu) tertinggi, sedangkan Kampung Manalu mencatat kandungan arsenik tertinggi dibandingkan lokasi lainnya. Kedua wilayah ini merupakan pusat penjualan ikan hasil tangkapan nelayan dari Kampung Bowone.





Photo: © Alif R Noudy Kurnia / Greenpeace

Para nelayan bersandar di pantai setelah semalaman menangkap ikan di laut Kepulauan Sangihe.



GAMBAR 15. PETA KONTAMINASI LOGAM BERAT DI IKAN LAYANG DAN PERBANDINGAN DENGAN KONTAMINASI SPESIES LAINNYA TEMUAN UGM DAN UKDW

KANDUNGAN LOGAM BERAT DI IKAN LAYANG (PASAR IKAN TAHUNA)

No.	Parameter	Unit	Sampel Ikan Layang	
			Tahuna 1	Tahuna 2
1	Mercury (Hg)	mg/kg	0.01	0.05
2	Arsenic (As)	mg/kg	0.10	0.03
3	Lead (Pb)	mg/kg	0.008	0.03
4	Kadmium (Cd)	mg/kg	0.0080	0.002
5	Metal (Cu)	mg/kg	0.14	0.11

Sumber: Polnustar & Greenpeace (2025)



KANDUNGAN LOGAM BERAT DI SPESIES IKAN DI TABUKAN TENGAH SELATAN

Nama Ilmiah	Nama Lokal	Akumulasi Raksa ($\mu\text{g/g}$)		Standard kualitas ($\mu\text{g/g}$)
		Range	Average	
Rasterligger Sp.	Kembung	43366.0	10,8	0,5
Neoniphon Aurolineatus	Tupai	45399.0	12,0	0,5
Scarus Sp	Kakatua	21033.0	32,3	0,5
Ctenochaetus striatus	Botana Lurik	30133.0	53,0	0,5
Upeneus sulphureus	Kuniran	15-79	65,0	0,5
Decapterus macarellus	Layang Biru	59-81	69,7	0,5
Loligo sp	Cumi-Cumi	2-330	122,33	0,5
Litopenaus vannamei	Udang Vanamei	22-357	201,33	0,5

Sumber: Universitas Kristen Duta Wacana dan Universitas Gadjah Mada (2025)

KANDUNGAN LOGAM BERAT DI IKAN LAYANG (PASAR IKAN MANALU)

No.	Parameter	Unit	Sampel Ikan Layang	
			Manalu 1	Manalu 2
1	Mercury (Hg)	mg/kg	0.05	0.04
2	Arsenic (As)	mg/kg	<0.02	0.12
3	Lead (Pb)	mg/kg	0.005	0.02
4	Kadmium (Cd)	mg/kg	0.002	0.002
5	Metal (Cu)	mg/kg	0.07	0.10

Sumber: Polnustar & Greenpeace (2025)

KANDUNGAN LOGAM BERAT DI IKAN LAYANG (PASAR IKAN SALURANG)

No.	Parameter	Unit	Sampel Ikan Layang	
			Salurang 1	Salurang 2
1	Mercury (Hg)	mg/kg	0.06	0.04
2	Arsenic (As)	mg/kg	0.11	0.04
3	Lead (Pb)	mg/kg	0.02	0.01
4	Kadmium (Cd)	mg/kg	0.001	< 0.0005
5	Metal (Cu)	mg/kg	0.18	0.06

Sumber: Polnustar & Greenpeace (2025)



Photo: ©Alif R Noudy Korua/ Greenpeace

Seorang nelayan sedang memperbaiki alat tangkap ikan di Kampung Bulu, Kepulauan Sangihe.



Photo: ©Alif R Noudy Korua/ Greenpeace

Seorang nelayan menjual hasil tangkapannya di pasar ikan di Kepulauan Sangihe.





ANALISIS BATAS AMAN KONSUMSI IKAN DAN RISIKO PAPARAN MERKURI

Ikan layang merupakan salah satu sumber protein utama yang dikonsumsi setiap hari oleh masyarakat Kabupaten Kepulauan Sangihe. Karena sifatnya sebagai makanan pokok, potensi paparan merkuri dari ikan ini bersifat kumulatif dan perlu menjadi perhatian. Merkuri yang dihasilkan dari aktivitas tambang emas akan terlepas ke lingkungan dalam dua bentuk senyawa yaitu, dimetilmerkuri yang bersifat menguap, larut udara memiliki tingkat toksisitas yang lebih tinggi dibanding dengan metilmerkuri yang merupakan senyawa lainnya yang larut air bersifat invasif ke jaringan biota laut, termasuk ikan.

Untuk menilai keamanannya, acuan yang digunakan adalah **Reference Dose (RfD)** untuk metilmerkuri yang ditetapkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) Amerika Serikat, yaitu **0,1 µg/kg berat badan per hari**. Nilai ini dirancang untuk melindungi kelompok rentan, terutama janin, balita, dan anak-anak, dari efek **neurotoksik** yang dapat mengganggu perkembangan otak²⁵ Meskipun kadar merkuri dalam ikan masih di bawah batas maksimum yang diatur secara nasional maupun internasional, penilaian risiko berbasis nilai RfD memperhitungkan **berat badan** dan **frekuensi konsumsi**, sehingga memberikan gambaran risiko yang lebih akurat dibanding hanya berpedoman pada batas maksimum kontaminan.

TINGKAT KONSUMSI IKAN DI SULAWESI UTARA

Berdasarkan Laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) 2023, **Sulawesi Utara** berada di peringkat ke-5 konsumsi ikan tertinggi di Indonesia, dengan rata-rata **74,84 kg**

per kapita per tahun atau sekitar **183–205 gram per hari**.²⁶ Dengan asumsi konsumsi harian **200 gram**, batas aman konsumsi ikan untuk berbagai kelompok usia dapat dihitung menggunakan nilai RfD.



Photo: © Alif R Noudy Korua / Greenpeace

Seorang pedagang menjual ikan di pasar ikan di Tahuna, Pulau Sangihe, Sulawesi Utara.

TABEL 11. BATAS AMAN KADAR MERKURI HARIAN BERDASARKAN BERAT BADAN

Age Group	Body Weight (kg)	Rfd Total (mg/day)	Safe Mercury Concentration (mg/kg)	Average Mercury Level	Status
Adults	60	0.006	0.03	0.0416	Exceeds Limit
Children	30	0.003	0.015	0.0416	Exceeds Limit
Toddler	20	0.002	0.01	0.0416	Exceeds Limit

Table Safe Mercury Limit based on the EPA Rfd

PERHITUNGAN PAPARAN HARIAN

Hasil analisis menunjukkan rata-rata kadar merkuri pada ikan layang di Kepulauan Sangihe sebesar 0,0416 mg/kg. Dengan konsumsi harian 0,2 kg, paparan merkuri yang diterima adalah:

BATAS AMAN PAPARAN

Paparan harian = $0,0416 \text{ mg/kg} \times 0,2 \text{ kg}$
= 0,00832 mg/hari



DEWASA (60 KG):
 Batas aman **0,006 mg/hari**

38,6%

lebih tinggi dari batas aman.



ANAK-ANAK (30 KG):
 Batas aman **0,003 mg/hari**

2,8x lipat

dari batas aman.



BALITA (20 KG):
 Batas aman **0,002 mg/hari**

4x lipat

dari batas aman.

atensi, dan koordinasi motorik halus pada usia 7 tahun, meskipun tingkat paparannya setara konsumsi ikan normal²⁹. Selain itu, penelitian sebelumnya juga melaporkan adanya penurunan skor IQ dan fungsi memori yang bersifat **irreversibel**. Pada orang dewasa, paparan jangka panjang juga dikaitkan dengan penurunan fungsi kognitif dan memori jangka pendek^{30,31}, meskipun dampaknya lebih ringan dibanding anak-anak.

PAPARAN ARSEN (AS)

Kadar arsen dalam ikan layang dari Kepulauan Sangihe berkisar antara **<0,02 hingga 0,12 mg/kg**, dengan rata-rata **0,0733 mg/kg**. Nilai ini masih jauh di bawah batas maksimum Codex Alimentarius dan SNI 2729:2013 (1 mg/kg untuk arsen total).

Namun, signifikansi toksikologi arsen tidak hanya bergantung pada jumlah totalnya, melainkan pada **bentuk kimia**. Arsen anorganik jauh lebih beracun dibanding bentuk organik³². Pada ikan, arsen biasanya hadir dalam bentuk organik seperti arsenobetain dan arsenokolin yang relatif tidak beracun, tetapi sebagian kecil arsen anorganik yang bersifat karsinogenik dapat tetap ditemukan, terutama pada spesies ikan dasar atau pemakan filtrat³³. Kondisi ini mengingatkan pada kasus pencemaran merkuri akibat tambang emas di Teluk Buyat pada tahun 2012, di mana masyarakat yang mengonsumsi ikan dari wilayah tersebut mengalami gangguan kesehatan seperti gatal-gatal, kesemutan, dan kejang.

Temuan ini menegaskan bahwa meskipun kadar merkuri masih di bawah batas maksimum regulasi, risiko kesehatan tetap **signifikan** bila dilihat dari perspektif **toksikologi kronis** dan kebiasaan konsumsi lokal terutama mengonsumsi ikan layang. Paparan jangka panjang yang melebihi nilai RfD, terutama pada anak-anak dan balita, dapat menimbulkan efek neurotoksik serius.

DAMPAK KESEHATAN PAPARAN METILMERKURI

Berbagai studi menunjukkan bahwa metilmerkuri dapat menembus jaringan darah-otak dan plasenta, sehingga berpotensi mengganggu perkembangan sistem saraf janin dan anak-anak.^{27,28}

Contohnya, **Faroe Islands Study** menemukan bahwa anak-anak yang terpapar metilmerkuri sejak dalam kandungan mengalami penurunan kemampuan kognitif, memori verbal,





PENAMBANGAN MENINGKATKAN KERENTANAN EKONOMI NELAYAN SANGIHE

TABEL 12. JUMLAH PERAHU/KAPAL DI KEPULAUAN SANGIHE (2023-2024)

Jenis Perahu/Kapal	2023	2024	% (2024)
Jukung	1420	1273	26.99
Katingting	875	811	17.20
Pump Boat	2115	2124	45.04
Pamo	252	475	10.07
Pajeko	30	33	0.70
Jumlah	4692	4716	100.00

Sumber: Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam angka 2024 (BPS)

pumpboat (2.123 unit atau 45%), jukung (1.273 unit atau 26,99%), dan katingting (811 unit atau 17,20%). Dibandingkan tahun 2023, jumlah perahu kecil—khususnya jukung dan katinting—mengalami penurunan.

Dalam rentang tahun 2022 hingga tahun 2023, terdapat penurunan jumlah perahu yang beroperasi di Kepulauan Sangihe yang semula berjumlah 5,590 kapal menjadi 4,692 kapal di tahun 2023. Perahu Pumpboat paling banyak mengalami penurunan dari yang pada tahun 2022 berjumlah 3,013 kapal menjadi 2,115 kapal di tahun 2023 atau mengalami penurunan sebesar 30%. Sementara itu, kapal jenis pajeko, pamo, pelang/lande/katinting, dan pelang/jukung tanpa mesin tidak mengalami penurunan dalam jangka waktu yang sama.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kepulauan Sangihe tahun 2024, sektor perkebunan didominasi oleh kelapa seluas 24.897 ha, pala 6.851 ha,

cengkeh 4.223 ha, dan sagu 2.103 ha.³⁴ Data Kabupaten Sangihe dalam Angka 2025 (tabel 11) mencatat jenis perahu/kapal yang paling banyak digunakan pada tahun 2024 adalah

TABEL 13. JUMLAH PERAHU/KAPAL DI KEPULAUAN SANGIHE (2022-2023)

Kecamatan (Subdistrict)	Pajeko		Pamo		Pumpboat		Pelang/Londoe/ Katinting		Pelang/Jukung/ Tanpa Mesin	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Manganitu Selatan	1	3	22	22	181	181	54	54	89	89
Tatoareng	5	4	50	50	193	153	58	58	158	158
Tamako	3	3	32	32	176	176	53	53	104	104
Tabukan Selatan	0	0	6	6	313	273	94	94	59	59
Tabukan Selatan Tengah	0	1	6	6	84	77	25	25	82	82
Tabukan Selatan Tenggara	0	0	0	0	25	18	8	8	31	31
Tabukan Tengah	3	4	5	5	236	207	71	71	179	179

Kecamatan (Subdistrict)	Pajeko		Pamo		Pumpboat		Pelang/Londoe/ Katinting		Pelang/Jukung/ Tanpa Mesin	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Manganitu	3	3	46	46	174	154	52	52	131	131
Tahuna	2	2	4	4	91	53	27	27	67	67
Tahuna Timur	13	10	31	31	38	28	12	12	85	85
Tahuna Barat	0	0	5	5	113	79	34	34	140	140
Tabukan Utara	0	0	26	26	388	178	116	116	140	140
Nusa Tabukan	0	0	8	8	428	293	129	129	206	206
Kepulauan Marore	0	0	0	0	180	141	63	63	110	110
Kendahe	0	0	11	11	363	363	79	79	110	110
Total Kepulauan Sangihe	30	30	252	252	3013	2115	875	875	1420	1420

Sumber: Kabutan Sangihe Dalam Angka 2023 - 2024

Photo: © Friska Kalia/Greenpeace

Kecamatan Nusa Tabukan dan Tabukan Utara menjadi dua kecamatan dengan penurunan *pumpboat* paling banyak yang masing-masing semula berjumlah 428 dan 288 menjadi 297 dan 178. Sementara itu, kecamatan yang berdekatan langsung dengan pertambangan rakyat, Tabukan Selatan, mengalami penurunan 40 perahu dari yang sebelumnya 472 menjadi 432 di tahun 2023. Hal yang sama juga terjadi di Kecamatan Tabukan Tengah yang mengalami penurunan 28 kapal dan Tabukan Tengah Selatan sebanyak enam kapal. Penurunan nelayan *pumpboat* di Kepulauan Sangihe dapat diindikasikan dengan kerentanan nelayan akibat cuaca yang tidak stabil, biaya operasional yang meningkat, hasil ikan yang tidak memadai, dan meningkatnya kompetisi dalam mencari ikan.

Fenomena ini mengindikasikan meningkatnya kerentanan masyarakat nelayan kecil yang disebabkan beberapa faktor diantaranya tantangan cuaca, persaingan dengan nelayan industrial, dan hasil tangkapan yang tidak memadai.



Seorang nelayan dari Kampung Bulu, Kepulauan Sangihe, membentangkan tulisan "Laut Kami, Hak Kami" di samping perahu yang sehari-hari ia gunakan untuk mencari ikan.





1. TANTANGAN CUACA

Cuaca ekstrem yang tidak menentu dan sulit untuk diprediksi menjadi kendala utama bagi nelayan kecil. Berdasarkan data BMKG Stasiun Naha-Tahuna, pola curah hujan di Sangihe dalam empat tahun terakhir mengalami perubahan signifikan dan

sulit diprediksi. Curah hujan tinggi pada awal dan akhir tahun 2021 berbeda dengan 2022, di mana hujan rendah terjadi pada Januari-April, lalu meningkat pada bulan-bulan yang tidak biasa, seperti Juni³⁵. Tahun 2023 sempat kembali normal, namun pada 2024 curah hujan kembali

tinggi pada Februari–Maret dan Oktober–Desember. Berdasarkan pengakuan nelayan yang kami temui di Desa Koeloer dan Desa Bowone, cuaca yang tidak menentu ini membahayakan keselamatan nelayan sekaligus menurunkan produktivitas penangkapan ikan.

GRAFIK 1. CURAH HUJAN DI KEPULAUAN SANGIHE 2021 - 2024



Sumber: Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam angka 2022 - 2025



Para nelayan dan keluarganya mengikuti aksi foto bersama untuk memperingati Hari Perikanan Sedunia di Kampung Bulu, Kepulauan Sangihe, pada 21 November 2023.

2. PERSAINGAN DENGAN NELAYAN INDUSTRIAL

Persaingan mendapatkan ikan semakin berat akibat kehadiran nelayan industri yang menggunakan rumpun (*fish aggregating devices/ FAD*). Survei nelayan Kampung Batu Winkung tahun 2023 menemukan 90 rumpun di perairan Sangihe, namun hanya 8 yang dipasang di lokasi resmi sesuai Kepmen KP No. 7 Tahun 2022. Sebanyak 52 rumpun dipasang di wilayah 12 mil laut, dan 38 di luar batas tersebut. Pemilik rumpun menggunakan kapal lebih besar, alat tangkap modern, bahkan pukat cincin, sehingga stok ikan bagi nelayan lokal semakin terbatas, sebagai akibat terariknya ikan jauh ke luar karena rumpun-rumpun yang ditempatkan oleh nelayan industri. Akibatnya, nelayan Sangihe terpaksa melaut lebih jauh, memakan waktu lebih lama, dan mengeluarkan biaya lebih besar tanpa jaminan hasil yang memadai.



GAMBAR 16: Peta sebaran Rumpon yang ditemukan oleh nelayan Batu Wingkung di sisi timur Kepulauan Sangihe.

Keterangan

- Rumpon di dalam 12 Mil
- Rumpon di Luar 12 Mil
- Daratan Indonesia

Sumber: Nelayan Batu Wingkung





3. PENURUNAN TANGKAPAN AKIBAT AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TERHADAP NELAYAN

Berdasarkan hasil wawancara dari 20 nelayan di Desa Bowone, terdapat penurunan drastis jumlah tangkapan dalam satu dekade terakhir. Jika 10 tahun lalu nelayan bisa memperoleh rata-rata 10 keranjang ikan sekali melaut, kini untuk mendapatkan 2 keranjang saja sulit, bahkan seringkali tidak ada hasil sama sekali. Ketidakseimbangan antara biaya operasional dan hasil tangkapan menyebabkan kerugian, memaksa nelayan berhutang untuk memenuhi kebutuhan harian.

Econusa dan PSKPL IPB melaporkan bahwa penambangan emas mempengaruhi pendapatan nelayan dimana terjadi penurunan volume tangkapan sebesar 69,04% setelah aktivitas tambang, terutama untuk ikan cakalang, bobara, baronang, dan kakap merah—tiga di antaranya hidup di ekosistem terumbu karang yang kini rusak. Penurunan produktivitas ini menurunkan penghasilan nelayan rata-rata 27,3%, dari Rp. 256.510 per trip menjadi Rp. 177.010 per trip.

Meski tidak diungkapkan secara eksplisit oleh para nelayan, data menunjukkan indikasi bahwa hasil tangkapan ikan semakin rendah.

Sebanyak 42,86% dari nelayan hanya memperoleh 5–10 kg ikan per perjalanan, sementara sebagian kecil mampu memperoleh lebih dari 200 kg. Ketidakesesuaian antara hasil tangkapan dan biaya operasional (hingga Rp 500.000 per sekali jalan) mengindikasikan bahwa ada sebagian nelayan bekerja dalam kondisi merugi. Akibat dari minimnya pendapatan, nelayan pumpboat memenuhi kebutuhan sehari-hari melalui hutang. Penurunan hasil tangkapan ini juga tercerminkan dari hasil survey yang dilakukan oleh Econusa dan PSKPL IPB yang menunjukkan adanya penurunan drastis khususnya pada ikan cakalang, bobara, dan baronang

TABEL 14. HASIL TANGKAPAN SEBELUM DAN SESUDAH TANGKAP

No.	Jenis Ikan	Sebelum Tambang	Sesudah Tambang	Selisih	% Perubahan	% Penurunan
1	Cakalang	450.0	233.3	216.7	51.85	48.15
2	Bobara	208.0	114.7	93.3	55.13	44.87
3	Baronang	143.3	83.3	60.0	58.14	41.86
4	Kakap Merah	293.3	171.7	121.7	58.52	41.48
5	Ikan Layang/Malalugis	243.3	148.3	95.0	60.96	39.04
6	Kepiting	35.0	22.0	13.0	62.86	37.14
7	Ikan Deho/Tongkol Kecil	2106.7	1360.0	746.7	64.56	35.44
8	Ikan Sako/Cendro/Marlin	45.0	30.0	15.0	66.67	33.33
9	Teripang	10.0	6.7	3.3	66.67	33.33
10	Kakatua	19.8	13.3	6.5	67.23	32.77
11	Kerapu	531.0	400.0	131.0	75.33	24.67
12	Ikan Tude/Kembung	983.3	742.0	241.3	75.46	24.54
13	Ikan Terbang	50.0	40.0	10.0	80.0	20.0
14	Ikan Sirip Kuning	250.0	200.0	50.0	80.0	20.0

No.	Jenis Ikan	Sebelum Tambang	Sesudah Tambang	Selisih	% Perubahan	% Penurunan
15	Lobster	7.5	6.0	1.5	80.0	20.0
16	Baby Tuna	268.0	214.7	53.3	80.11	19.89
17	Gorango/Hiu	60.0	50.0	10.0	83.33	16.67
18	Tongkol	436.7	371.0	65.7	84.96	15.04
19	Ikan Turisi	160.0	140.0	20.0	87.5	12.5
20	Gurita	8.0	7.0	1.0	87.5	12.5
21	Ikan Mira	5.3	5.3	-	100.0	100.0
Jumlah		6314.3	4359.3	1955.0	69.04	44.85

Sumber: PKSPL dan Econusa (2025)

Sebagian besar nelayan (85,71%) menggunakan pendapatan tambahan dari pekerjaan lain untuk kebutuhan keluarga, seperti pendidikan dan kesehatan. Hanya 7,14% yang mengalokasikan dana untuk meningkatkan kualitas kapal. Hal ini menegaskan bahwa nelayan memiliki tanggungan rumah tangga yang tinggi dan sangat rentan terhadap guncangan ekonomi, termasuk

yang disebabkan oleh penurunan kualitas lingkungan akibat aktivitas pertambangan. Bahkan jika ada tambahan penghasilan dari sektor tambang, dana tersebut lebih digunakan untuk bertahan hidup daripada untuk memperkuat aktivitas perikanan.

Akumulasi pendapatan harian dibandingkan dengan kuantitas

melaut juga ditemukan bahwa pendapatan bulanan rata-rata Rp3.322.459—bahkan ada yang hanya Rp1,34 juta—nelayan Sangihe berada di bawah Upah Minimum Kabupaten (UMK) 2024 sebesar Rp3.485.000. Artinya, rata-rata kesejahteraan nelayan hanya 95% dari UMK. (Econusa & PSKPL IPB, 2025)





DAMPAK EKONOMI, MASYARAKAT BUNTUNG, PEMILIK MODAL UNTUNG

Bekerja sebagai penambang di Sangihe tergolong fenomena baru. Dari 10 penambang yang diwawancarai, hanya 4 orang yang memiliki pengalaman lebih dari satu tahun, sementara sisanya baru bekerja kurang dari satu tahun. Sebagian besar penambang ini berasal dari generasi muda, dengan 5 orang berusia di bawah 40 tahun.

Sebanyak 8 dari 10 penambang tidak memiliki pekerjaan tetap sebelum masuk ke sektor tambang. Mereka juga bekerja tanpa kontrak, tanpa struktur organisasi yang jelas, tanpa kepastian hukum, dan tanpa perlindungan kerja. Situasi ini membuat para pekerja berada pada posisi yang sangat rentan, baik dari segi keselamatan, kesehatan, kesejahteraan, maupun kepastian pendapatan.

Pendapatan penambang tidak stabil karena menggunakan sistem bagi hasil. Setelah seluruh biaya produksi dikurangi, keuntungan bersih dibagi 50:50 antara pemilik lahan dan pemberi kerja/pemilik modal. Di Bowone, pemilik lahan bahkan dapat menyewakan lahan ke beberapa pemodal sekaligus untuk meningkatkan pendapatan mereka. Sementara itu, bagian pemilik modal dibagi lagi 50:50 antara pemilik modal dan para pekerja, yang biasanya berjumlah 8–15 orang.

Pendapatan pekerja juga kerap dipotong untuk membayar hutang—baik hutang sarana produksi, kebutuhan konsumsi, hari libur, maupun biaya akibat insiden di lapangan. Beberapa pekerja menyadari bahwa setelah bertahun-tahun bekerja di tambang, mereka justru memiliki lebih banyak hutang dibandingkan pendapatan. Hal ini membuat kondisi ekonomi mereka semakin tidak menentu karena terlilit hutang.



Photo: ©Friska Kalia/Greenpeace

Para aktivis dan organisasi kepemudaan menggelar aksi untuk memperingati Hari Perikanan Sedunia di Kampung Bulu, Kepulauan Sangihe, pada 21 November 2023.



KESIMPULAN

- a. Telah terjadi alih fungsi lahan yang semula merupakan perkebunan, menjadi lahan untuk pertambangan sejak tahun 2013 dan mencapai puncaknya pada tahun 2020, ketika dimulai konstruksi fasilitas pertambangan di Teluk Bowone.
- b. Jika dibandingkan dengan temuan AMDAL PT TMS pada tahun 2017 dan tahun 2020 dengan situasi saat ini, terjadi peningkatan kadar logam berat seperti arsen dan timbal yang melebihi ambang batas di perairan Teluk Binebas, lokasi penambangan emas di perairan Teluk Binebas, Kampung Bowone. Temuan logam berat juga ditemukan di Kampung Laine, di mana kadar logam berat di perairan setempat jauh melebihi baku mutu.
- c. Kontaminasi dan perubahan fisik pada air dan sedimentasi juga berbanding lurus dengan kondisi hutan mangrove mengalami kerusakan, dan terumbu karang mengalami pemutihan.
- d. Kontaminasi logam berat seperti merkuri juga ditemukan pada sampel ikan layang di beberapa tempat di Sangihe. Meskipun kadar merkuri masih di bawah batas maksimum regulasi, tetapi risiko kesehatan tetap signifikan bila dilihat dari perspektif toksikologi kronis dan kebiasaan mengonsumsi ikan tersebut. Paparan jangka panjang yang melebihi nilai RfD, terutama pada anak-anak dan balita, dapat menimbulkan efek neurotoksik serius.
- e. Secara ekonomi, tambang emas tidak memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat.
- f. Kondisi kerja sangat buruk dan berisiko terhadap keselamatan yang berpotensi disebabkan oleh adanya senyawa asam yang terperangkap dalam lobang penggalian walaupun menggunakan kompresor udara portabel sebagai sumber oksigen, ditambah lagi dengan struktur tanah yang rawan longsor.



Perwakilan nelayan didampingi oleh Save Sangihe Island (SSI), organisasi pemuda Më sëm̃baŋ Mëndiagã Nusa, dan Greenpeace Indonesia mendatangi Kantor Bupati Kepulauan Sangihe untuk menyerahkan surat tuntutan dari para nelayan di Kampung Bulu.





REKOMENDASI

Berdasarkan temuan tersebut, Politeknik Negeri Nusa Utara bersama Greenpeace Indonesia merekomendasikan:



- a. Menghentikan seluruh aktivitas pertambangan tanpa izin (PETI) di Kepulauan Sangihe dan menegakkan hukum secara tegas terhadap para pelaku.
- b. Tidak menerbitkan izin untuk kegiatan pertambangan industri maupun pertambangan rakyat di wilayah Kepulauan Sangihe.
- c. Segera melakukan rehabilitasi terhadap ekosistem mangrove dan vegetasi yang rusak akibat penambangan ilegal di Sangihe.
- d. Pemerintah segera melakukan pemeriksaan kesehatan kepada masyarakat di sekitar wilayah tambang untuk menjamin dan memitigasi risiko kesehatan lebih lanjut.
- e. Pemerintah fokus pada pengembangan ekonomi berbasis kelautan dan perkebunan sebagai sektor tulang punggung ekonomi rakyat Sangihe
- f. Menetapkan Kepulauan Sangihe sebagai kawasan perlindungan darat dan laut untuk menjamin keberlanjutan daya dukung ekologis demi kelangsungan hidup masyarakat di masa depan dalam rangka mewujudkan pelaksanaan UU nomor 1 tahun 2014 secara murni dan konsekuen dan telah dikuatkan oleh Putusan Mahkamah Konstitusi (MK) Nomor 35/PUU-XXI/2023, yang melarang kegiatan penambangan mineral jika secara teknis, ekologi, sosial budaya dan dapat menimbulkan pencemaran dan kerusakan alam.





PENUTUP

Pulau Sangihe secara umum dapat dibagi 2 bagian besar, sebelah Utara-Barat merupakan wilayah dengan potensi ancaman bahaya vulkanik gunung Awu, sementara di wilayah Timur-Selatan merupakan wilayah dengan karakteristik hamparan pegunungan dan wilayah mangrove yang ditopang hamparan komunitas batu karang dan terumbu karang dengan pesona pantai pasir putih yang eksotik.

Bukan kebetulan leluhur Sangihe memilih wilayah selatan sebagai asal muasal negeri Tampungang Lawo. Pemilihan lokasi negeri tersebut oleh para leluhur adalah didasarkan pada pemahaman holistik dan kearifan budaya yang sangat tinggi, sehingga dapat dipastikan untuk masa yang akan datang wilayah selatan Pulau Sangihe akan mengulang sejarah masa lampau bahkan pusat pemerintahan akan ada disana.

Secara sederhana dapat dikatakan bahwa masa depan Sangihe ada di Wilayah Selatan. Sekarang pilihannya ada pada kita semua terutama pemerintah sebagai pemegang martil keputusan, jika gegabah dan menggadaikan sumberdaya alam Sangihe kepada ketamakan investor khususnya pelaku tambang emas maka masa depan Sangihe tinggal menunggu kehancuran. Kita tidak hanya kehilangan tanah, tetapi juga identitas, sejarah, dan harapan masyarakatnya—menyisakan kenangan pahit tentang sebuah pulau yang dahulu subur dan makmur.

Semoga pemerintah, masyarakat memiliki visi ekologis yang kuat untuk mempertahankan masa depan pulau sangihe dari tangan-tangan rakus yang hanya memperkaya korporasi dan diri sendiri.

Jika Pulau Sangihe diibaratkan perahu kecil yang hampir tenggelam, maka inilah saatnya untuk menyelamatkan perahu kecil ini untuk masa depan kita semua.





DAFTAR PUSTAKA

1. Burung Indonesia. (2024). *Ringkasan informasi keanekaragaman hayati dan daerah penting bagi keanekaragaman hayati di Kabupaten Kepulauan Sangihe*. Jakarta: Burung Indonesia.
2. Conference of The Parties to The Convention on Biological Diversity Thirteenth meeting Cancun, Mexico, 4-17 December 2016 <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-12-en.pdf>
3. Baru Gold Corp. (n.d.). *Sangihe gold project*. Retrieved from <https://barugold.com/projects/sangihe-gold-project/>
4. East Asia Minerals Corporation. (2017). *Technical report NI 43-101 on the Sangihe project*. Retrieved from <https://barugold.com/site/assets/files/5639/east-asia-minerals-eas-v-technical-report-ni-43-101-may-2017.pdf>
5. Baru Gold Corp. (2020, September 24). *East Asia Minerals receives AMDAL environmental permit approval for Sangihe gold project*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/east-asia-minerals-receives-amdal-environmental-permit-approval-for-sangihe-gold-project/>
6. Baru Gold Corp. (2020, October 26). *East Asia Minerals announces survey contract for land acquisition meeting date for AMDAL*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/east-asia-minerals-announces-survey-contract-for-land-acquisition-meeting-date-for-amdal/>
7. Baru Gold Corp. (2020, November 19). *East Asia Minerals announces name change to Baru Gold Corp*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/east-asia-minerals-announces-name-change-to-baru-gold-corp/>
8. Baru Gold Corp. (2021, January 5). *Baru Gold commences Sangihe gold mine construction*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/baru-gold-commences-sangihe-gold-mine-construction/>
9. Baru Gold Corp. (2021, March 2). *Baru Gold completes land clearing and provides construction update at Sangihe gold project*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/baru-gold-completes-land-clearing-and-provides-construction-update-at-sangihe-gold-project/>
10. Baru Gold Corp. (2021). *Sangihe project NI 43-101 technical report*. Retrieved from https://barugold.com/site/assets/files/5628/sangihe_technicalreport_ni43-101.pdf
11. Baru Gold Corp. (2021, June 9). *Baru Gold commences drilling at Sangihe while construction activities continue*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/baru-gold-commences-drilling-at-sangihe-while-construction-activities-continue/>
12. Baru Gold Corp. (2021, August 5). *Baru Gold receives official government letter affirming production operation status with formal request for police assistance*. Retrieved from <https://barugold.com/news-releases/baru-gold-receives-official-government-letter-affirming-production-operation-status-with-formal-request-for-police-assistance/>
13. Djalal, M. (2023). *Identifikasi kerusakan lahan hutan akibat aktivitas pertambangan emas di Kabupaten Kepulauan Sangihe*. Retrieved from <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/105448281/2057-libre.pdf>
14. Lintas Utara. (2025, February 23). *Banjir tahunan di Kampung Laine: Penderitaan yang tak kunjung usai*. Retrieved from <https://lintasutara.com/2025/02/23/banjir-tahunan-di-kampung-laine-penderitaan-yang-tak-kunjung-usai/>
15. EcoNusa. (2023). *Perlindungan pulau-pulau kecil dari tekanan pembangunan dan krisis iklim*. Retrieved from <https://econusa.id/id/publikasi/perlindungan-pulau-pulau-kecil-dari-tekanan-pembangunan-dan-krisis-iklim/>
16. Tamalawe, V. P. L., Rahardjo, D., Kisworo, W., & Djumanto. (2025). *Assessment of water quality and mercury contamination in Tabukan Selatan Tengah District: Impacts on marine life and human health*. Ecological Engineering & Environmental Technology, 26(3), 120–131. <https://doi.org/10.12912/27197050/199753>

17. United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2001). *Methylmercury health effects*. Washington, DC: USEPA.
18. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). (n.d.). *Makan ikan program*. [Government publication].
19. Grandjean, P., Weihe, P., White, R. F., Debes, F., Araki, S., Yokoyama, K., ... & Jørgensen, P. J. (1997). Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicology and Teratology*, 19(6), 417–428. [https://doi.org/10.1016/S0892-0362\(97\)00097-4](https://doi.org/10.1016/S0892-0362(97)00097-4)
20. Clarkson, T. W., & Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8), 609–662. <https://doi.org/10.1080/10408440600845619>
21. Debes, F., Budtz-Jørgensen, E., Weihe, P., White, R. F., & Grandjean, P. (2006). Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years. *Neurotoxicology and Teratology*, 28(5), 536–547. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2006.02.005>
22. Yokoo, E. M., Valente, J. G., Grattan, L., Schmidt, S. L., Platt, I., & Silbergeld, E. K. (2003). Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in adults. *Environmental Health*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-2-8>
23. Alexander, J., Benford, D., Boobis, A., Ceccatelli, S., Cravedi, J. P., Di Domenico, A., ... & Verger, P. (2009). Scientific opinion on arsenic in food. *EFSA Journal*, 7(10), 1351.
24. Lepage, A. T., Laird, B., Skinner, K., Gunn, J. M., & Lescord, G. L. (2024). A review of arsenic speciation in freshwater fish: Perspectives on monitoring approaches and analytical methods. *Environmental Reviews*, 32(4), 539–556.
25. Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). *Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam angka 2024*. Jakarta: BPS. Retrieved from <https://sangihekab.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/c33e1680b600944b45904665/ka-bupaten-kepulauan-sangihe-dalam-angka-2024.html>
26. Clarkson, T. W., & Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8), 609–662. <https://doi.org/10.1080/10408440600845619>
27. Grandjean, P., Weihe, P., White, R. F., Debes, F., Araki, S., Yokoyama, K., ... & Jørgensen, P. J. (1997). Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicology and Teratology*, 19(6), 417–428. [https://doi.org/10.1016/S0892-0362\(97\)00097-4](https://doi.org/10.1016/S0892-0362(97)00097-4)
28. Debes, F., Budtz-Jørgensen, E., Weihe, P., White, R. F., & Grandjean, P. (2006). Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years. *Neurotoxicology and Teratology*, 28(5), 536–547. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2006.02.005>
29. Yokoo, E. M., Valente, J. G., Grattan, L., Schmidt, S. L., Platt, I., & Silbergeld, E. K. (2003). Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in adults. *Environmental Health*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-2-8>
30. Alexander, J., Benford, D., Boobis, A., Ceccatelli, S., Cravedi, J. P., Di Domenico, A., ... & Verger, P. (2009). Scientific opinion on arsenic in food. *EFSA Journal*, 7(10), 1351. (duplicate, merged into #23)
31. Lepage, A. T., Laird, B., Skinner, K., Gunn, J. M., & Lescord, G. L. (2024). A review of arsenic speciation in freshwater fish: Perspectives on monitoring approaches and analytical methods. *Environmental Reviews*, 32(4), 539–556.
32. Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). *Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam angka 2024*. Jakarta: BPS. Retrieved from <https://sangihekab.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/c33e1680b600944b45904665/ka-bupaten-kepulauan-sangihe-dalam-angka-2024.html>







GREENPEACE

Thailand Office

1371 Capital Mansion,
1st Floor, Phahonyothin Road.,
Phayathai, Bangkok 10400
Thailand
Tel: +66-2-357 1921
Fax: +66-2-357 1929
info.th@greenpeace.org

Indonesia Office

Jl. HOS. Cokroaminoto No.19,
RT.1/RW.3, Gondangdia,
Menteng, Jakarta Pusat,
Jakarta 10350
Tel : +62 21 3148521
info.id@greenpeace.org

Philippines Office

Room 201 JGS Building, #30
Scout Tuason Street,
1103 Quezon City
Tel: +63-2-332-1807
Fax: +63-2-332-1806
info.ph@greenpeace.org

Malaysia Office

L5-3A Menara Sentral Vista 150
Jalan Sultan Abdul Samad
Brickfields, 50470 Kuala Lumpur
Tel: +603-22762022
Fax: +603-22762025
info.my@greenpeace.org



Printed on 100% Recycled
Paper with Soy Ink

