

Menuju COP-6 Minamata: Kondisi Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) di Indonesia



Kredit Foto: : B. Nabila Tazkya | Nexus3

Ringkasan Eksekutif

Indonesia merupakan salah satu pusat pertambangan emas skala kecil (PESK) terbesar di dunia, dengan operasi yang tersebar di lebih dari 1.200 lokasi di 190 kota/kabupaten di 31 dari 34 provinsi, termasuk di 15 kawasan lindung. Meskipun telah meratifikasi Konvensi Minamata pada tahun 2017 melalui UU No. 11/2017, penggunaan merkuri masih merajalela di sektor PESK, yang berkontribusi terhadap 69,7% total emisi merkuri di Indonesia, dengan estimasi pelepasan 307.125 kg per tahun.

Desentralisasi tata kelola pemerintahan pada awal tahun 2000-an dan kenaikan harga emas telah menyebabkan lonjakan aktivitas PESK yang tidak diatur. Meskipun Indonesia secara resmi melarang impor merkuri pada tahun 2015 setelah adanya larangan dari Uni Eropa dan Amerika Serikat, Indonesia telah muncul sebagai produsen dan pengeksport merkuri utama, dengan mengirimkan 635 ton ke 13 negara pada tahun 2017 saja. Pada tahun 2019, Peraturan Presiden No. 21 memperkenalkan Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN-PPM), yang melarang penggunaan merkuri di sektor PESK dan menetapkan target untuk menghentikan penggunaan merkuri di sektor PESK pada tahun 2025. Namun, peredaran merkuri ilegal masih tersebar luas.

Paparan merkuri pada komunitas PESK menimbulkan risiko kesehatan yang parah. Uap merkuri dari pengolahan emas melebihi batas aman WHO, yang menyebabkan keracunan uap merkuri logam kronis pada 18-23% penambang. Studi menunjukkan bahwa perempuan Indonesia memiliki konsentrasi merkuri total rata-rata 9,4 mg/L di dalam tubuhnya. Merkuri terakumulasi dalam rantai makanan, terutama pada ikan, yang menyebabkan kerusakan saraf, gangguan perkembangan pada anak-anak, dan kontaminasi lingkungan dalam jangka panjang. Kasus-kasus keracunan merkuri telah dilaporkan, termasuk cacat lahir dan tingginya tingkat penyakit pernapasan di daerah-daerah yang terkena dampak.

Keanekaragaman hayati juga terancam. Studi-studi terhadap satwa liar di laut dan darat mengindikasikan adanya kontaminasi merkuri yang signifikan, terutama pada ikan dan burung, yang mempengaruhi kesehatan ekosistem dan keamanan pangan. Pencemaran merkuri dari PESK mempengaruhi sungai-sungai besar seperti Sungai Kapuas di Kalimantan Barat dan ekosistem pesisir di Maluku, yang mengancam keanekaragaman hayati laut dan mata pencaharian manusia.

Meskipun ada pembatasan hukum, Indonesia masih menjadi pusat perdagangan merkuri ilegal, dengan

ekspor dan impor ilegal yang signifikan. Peraturan Menteri Perdagangan No. 75/M-DAG/PER/10/2014 secara tegas melarang impor, perdagangan, dan penggunaan merkuri di sektor pertambangan, namun implementasinya masih belum efektif. Antara tahun 2015–2017, Indonesia mengekspor sekitar 1.116 ton merkuri senilai USD 8,5 juta, yang sebagian besar tidak tercatat dalam statistik perdagangan nasional. Jaringan distribusi merkuri ilegal sering kali melibatkan aktor-aktor yang berpengaruh, sehingga mempersulit upaya penegakan hukum. Selama periode 2017–2023, total 44.724,41 kg merkuri dan 8753,41 cinnabar disita oleh pihak berwenang di Indonesia, tetapi angka sebenarnya seharusnya lebih besar dari itu karena perdagangan merkuri dan cinnabar ilegal masih berlangsung di tingkat lokal. Saat ini hanya 11 provinsi dan 10 kota/kabupaten yang telah mengadopsi Rencana Aksi Daerah (RAD-PPM) untuk memerangi penggunaan merkuri, sehingga masih banyak daerah yang tidak memiliki strategi formal.

Nexus3 Foundation secara aktif meneliti metode remediasi merkuri, termasuk adsorpsi biochar dan fitoremediasi menggunakan rumput vetiver, yang menjanjikan untuk menstabilkan merkuri di tanah yang terkontaminasi. Secara paralel, kemitraan dengan universitas dan industri lokal memajukan pengembangan alat deteksi metilmerkuri untuk meningkatkan pemantauan lingkungan dan penilaian risiko. Bekerja sama dengan Kejaksaan Agung dan Pusat Regulasi, Kebijakan dan Tata Kelola Pemerintahan (CRPG), Nexus3 juga berkontribusi dalam mengembangkan pedoman penanganan yang aman dan penyimpanan barang bukti merkuri untuk sementara. Meskipun Rencana Aksi Nasional Indonesia tentang Merkuri (RAN-PPM) menguraikan rencana studi kelayakan dan membangun fasilitas penyimpanan merkuri sementara dan akhir, langkah-langkah ini belum diimplementasikan, dan saat ini Indonesia masih kekurangan infrastruktur tersebut.

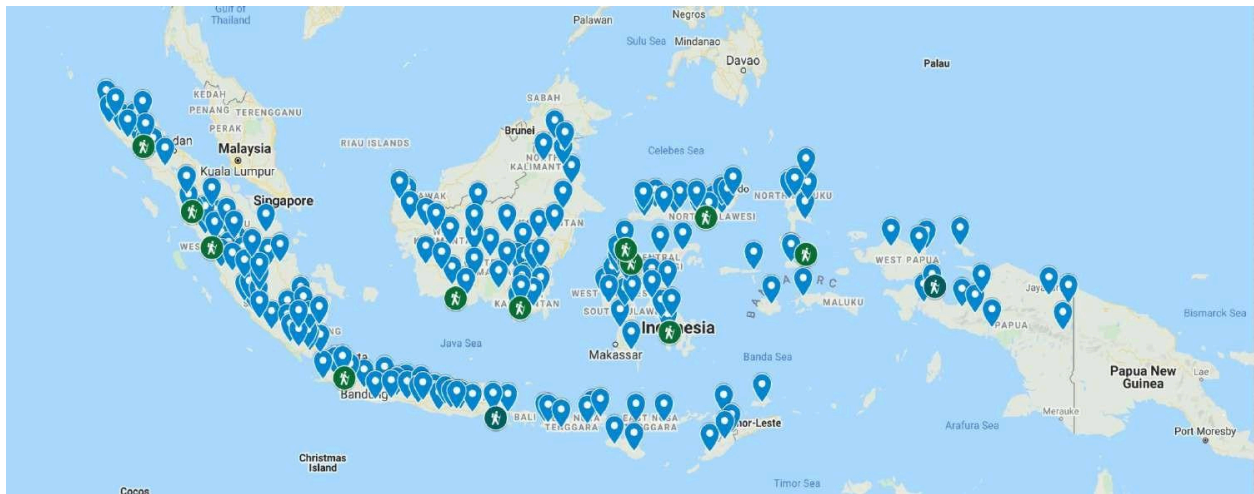
Untuk secara efektif menghapuskan penggunaan merkuri pada sektor PESK dan memenuhi komitmen Indonesia terhadap Konvensi Minamata, pemerintah harus memperkuat penegakan hukum dengan menindak perdagangan merkuri ilegal dan memastikan penegakan yang ketat terhadap larangan impor dan ekspor. Amandemen Konvensi Minamata untuk mengakhiri perdagangan merkuri global dan menetapkan tenggat waktu global untuk menghapus merkuri di sektor PESK pada tahun 2032 sangat penting, karena sektor ini saat ini tidak

memiliki target penghapusan wajib. Memperluas akses terhadap teknologi ekstraksi emas bebas merkuri serta menyediakan dukungan finansial dan teknis akan mempercepat transisi ke alternatif yang lebih aman. Fasilitas penyimpanan dan pembuangan yang aman untuk merkuri yang disita juga harus dibangun untuk mencegah masuknya kembali ke pasar gelap. Kolaborasi dan pendanaan internasional melalui mekanisme seperti GEF dan GCF dapat mendukung upaya-upaya ini. Pada saat yang sama, implementasi yang cepat dari Rencana Aksi Nasional dan Regional (RAN-PPM dan RAD-PPM) akan memastikan Indonesia mencapai tujuannya untuk bebas merkuri pada tahun 2030

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan persebaran Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) terbanyak di dunia. Walau telah meratifikasi Konvensi Minamata pada tahun 2017 melalui Undang-Undang No. 11 Tahun 2017, tercatat praktik PESK tersebar di lebih dari 1.200 lokasi di 190 kota/kabupaten di 31 dari 34 provinsi Indonesia dan di 15 lokasi taman nasional/cagar alam/kawasan konservasi di tahun 2019 (Ismawati et al., 2019). Dalam laporan tersebut juga disebutkan bahwa sekitar 69,7% dari total emisi merkuri di Indonesia berasal dari sektor PESK, dengan perkiraan pelepasan mencapai 307.125 kg Hg per tahun. Hal ini memperlihatkan meskipun peraturan melarang penggunaan merkuri tetapi masih banyak digunakan secara ilegal terutama di sektor PESK. Seiring dengan meningkatnya harga emas dan desentralisasi pemerintahan di awal tahun 2000-an, aktivitas PESK tanpa izin semakin meluas. Hingga tahun 2014, Indonesia masih mengimpor merkuri dari berbagai negara. Namun, sejak Uni Eropa dan Amerika Serikat melarang ekspor merkuri pada 2015, Indonesia mulai menjadi salah satu produsen dan eksportir merkuri terbesar di dunia, dengan ekspor mencapai 635 ton ke 13 negara (UNEP, 2017).

Pada Maret 2017, Presiden Joko Widodo mengeluarkan tujuh instruksi presiden melalui Peraturan Presiden No. 21 Tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN-PPM) yang salah satu instruksinya untuk melarang penggunaan merkuri di sektor PESK. Peraturan Presiden tersebut menargetkan penghapusan total penggunaan merkuri di sektor PESK di tahun 2025. Namun, peredarannya saat ini masih marak secara ilegal di berbagai Provinsi di Indonesia.



Gambar 1. Peta persebaran PESK di Indonesia

Dampak paparan merkuri terhadap kesehatan masyarakat disekitar daerah PESK terus menjadi perhatian serius. Pelepasan merkuri dari PESK tidak hanya mencemari tanah dan air, tetapi juga meningkatkan risiko kesehatan bagi para penambang dan masyarakat sekitar. Para penambang serta masyarakat yang tinggal di sekitar pusat pemrosesan emas, unit pembakaran, dan toko emas terpapar uap merkuri dengan kadar berbahaya, melebihi batas aman yang ditetapkan oleh WHO. Studi menunjukkan bahwa antara 18–23% penambang mengalami keracunan kronis uap merkuri atau *Chronic Metallic Mercury Vapor Intoxication* (Steckling et al., 2017). Penelitian di 25 negara menemukan bahwa perempuan Indonesia memiliki rata-rata konsentrasi total merkuri sebesar 9,4 mg/l (Bell et al., 2017). Selain itu, merkuri berdampak pada perkembangan anak-anak dan dapat menyebabkan gangguan neurologis yang permanen. Merkuri dapat terakumulasi dalam rantai makanan, terutama melalui ikan yang dikonsumsi masyarakat sekitar serta lingkungan, yang berdampak pada kesehatan masyarakat secara luas.

Peningkatan pengawasan perdagangan merkuri menjadi prioritas, yang dituangkan dalam komitmen Indonesia dalam Deklarasi Bali 2018. Salah satu hambatan utama adalah perdagangan ilegal merkuri, terutama dari tambang sinabar yang terus berkembang. Sejak 2015, Indonesia mulai mengekspor merkuri secara ilegal dalam jumlah besar. Berdasarkan data UN Comtrade, pada tahun 2015–2017 Indonesia mengekspor sekitar 1.116,2 ton merkuri dengan nilai transaksi mencapai USD 8.5 juta. Ekspor ini sebagian besar dilakukan secara tidak resmi, tanpa tercatat dalam statistik perdagangan

nasional. Meskipun Peraturan Menteri Perdagangan No. 75/M-DAG/PER/10/2014 secara tegas melarang impor, perdagangan, dan penggunaan merkuri dalam sektor pertambangan, implementasinya masih belum efektif. Beberapa kasus menunjukkan bahwa aktor yang terlibat dalam perdagangan ilegal merkuri memiliki hubungan dengan pihak berwenang, yang menghambat upaya pemberantasan merkuri di sektor PESK.

Menjelang Konvensi Minamata atau COP-6 pada November 2025, Indonesia harus memberikan laporan kemajuan dalam implementasi kebijakan penghapusan merkuri, terutama evaluasi Rencana Aksi Nasional (RAN) di sektor PESK untuk menunjukkan komitmen dan langkah konkret dalam mengatasi permasalahan merkuri.

Kerangka Kebijakan Nasional terkait Merkuri dan PESK

Pemerintah Indonesia telah meratifikasi Konvensi Minamata mengenai Merkuri (Minamata Convention on Mercury) melalui UU No. 11 tahun 2017. Dalam rangka implementasi konvensi tersebut, ditetapkan Peraturan Presiden No. 21 tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN PPM), dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 81/2019 tentang Pelaksanaan Peraturan Presiden No. 21 tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri.

Penghapusan penggunaan merkuri dalam Pertambangan Emas Rakyat Skala Kecil (PESK) merupakan salah satu sektor prioritas berdasarkan

Lampiran I Peraturan Presiden No. 21 tahun 2019 dan Lampiran II Peraturan Menteri LHK No. 81/2019. Peraturan ini memberikan pedoman pelaksanaan bagi RAN PPM, termasuk strategi, kegiatan, dan target pengurangan serta penghapusan merkuri yang diprioritaskan pada bidang manufaktur, energi, PESK, dan kesehatan.

Peraturan Menteri Perdagangan No. 75/M-DAG/PER/10/2014 secara eksplisit melarang impor, perdagangan, dan penggunaan merkuri pada sektor pertambangan, termasuk pertambangan emas skala kecil (PESK). Peraturan ini, yang mengubah undang-undang pengendalian bahan berbahaya sebelumnya, diperkenalkan untuk melarang penggunaan merkuri dalam kegiatan pertambangan karena dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan yang parah. Meskipun ada larangan hukum, penegakan hukum masih sulit dilakukan, dan merkuri terus digunakan dalam kegiatan PESK di seluruh Indonesia.

Regulasi Daerah terkait Pengurangan dan Penghapusan Merkuri

Sebagai tindak lanjut dari RAN PPM, pemerintah daerah diwajibkan untuk menyusun dan menetapkan Rencana Aksi Daerah (RAD) Pengurangan dan Penghapusan Merkuri. Per 16 Juli 2024, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat bahwa baru 11 provinsi dan 10 kabupaten/kota yang telah menyusun dan mengesahkan Rencana Aksi Daerah Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAD-PPM).

Daftar Provinsi yang Telah Memiliki RAD-PPM:

1. Provinsi Nusa Tenggara Barat
2. Provinsi DKI Jakarta
3. Provinsi Jawa Barat
4. Provinsi Jawa Tengah
5. Provinsi Jawa Timur
6. Provinsi Kalimantan Barat
7. Provinsi Kalimantan Selatan
8. Provinsi Kalimantan Timur
9. Provinsi Sulawesi Selatan
10. Provinsi Sulawesi Utara
11. Provinsi Sumatera Selatan

Daftar Kabupaten/Kota yang telah Memiliki RAD-PPM:

1. Kabupaten Banyuwangi
2. Kabupaten Bogor
3. Kabupaten Cianjur
4. Kabupaten Garut

5. Kabupaten Lebak
6. Kabupaten Lombok Barat
7. Kabupaten Lombok Tengah
8. Kabupaten Lombok Timur
9. Kota Bogor
10. Kota Mataram

Beberapa contoh regulasi daerah yang telah ditetapkan antara lain:

- Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 53 Tahun 2022
- Peraturan Bupati Banyumas Nomor 16 Tahun 2024
- Peraturan Gubernur Sulawesi Tengah Nomor 8 Tahun 202
- Provinsi Nusa Tenggara Barat: Telah menetapkan Peraturan Gubernur Nomor 64 Tahun 2020 tentang RAD-PPM, yang mencakup strategi dan rencana aksi untuk periode 2020-2025.
- Provinsi DKI Jakarta: Pada tahun 2024, DKI Jakarta mengeluarkan Peraturan Gubernur Nomor 27 Tahun 2024 tentang RAD-PPM untuk periode 2024-2030, yang berfokus pada pengurangan penggunaan merkuri di sektor kesehatan dan industri. ^[66]

Penyusunan RAD-PPM oleh provinsi dan kabupaten/kota tersebut merupakan langkah strategis dalam upaya pengurangan dan penghapusan merkuri di Indonesia. Namun, masih banyak wilayah yang belum memiliki RAD-PPM, sehingga diperlukan percepatan penyusunan dan implementasi dokumen tersebut untuk mencapai target nasional Indonesia bebas merkuri pada tahun 2030.

Kegiatan Pertambangan Emas Skala Kecil di Indonesia

Kegiatan PESK di Indonesia telah berlangsung selama berabad-abad, terutama di daerah yang kaya akan sumber daya mineral. Sektor ini mengalami pertumbuhan yang signifikan sejak tahun 1980-an bersamaan dengan kenaikan harga emas global dan akses yang lebih mudah terhadap peralatan pertambangan sederhana. Namun, sebagian besar kegiatan PESK masih dilakukan secara informal dan menggunakan metode tradisional terutama dengan penggunaan merkuri yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.



(a)



(b)

Gambar 2. Tromol/gelundung yang digunakan untuk mengolah emas dengan menggunakan merkuri (a) dan peralatan yang digunakan untuk membakar amalgam untuk memisahkan emas dan merkuri (b) (sumber: Nexus3)

Sumatera Utara – PESK di Sumatera Utara bermula di tahun 2005 melalui proses eksplorasi batuan emas dilakukan di kawasan Gunung Hutabargot. Saat ini sudah tersebar di beberapa wilayah tersebar di beberapa wilayah seperti Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Deli Serdang, Dairi, Humbang Hasundutan, Langkat, dan Padang Lawas. Umumnya dilakukan secara informal daerah terpencil, bahkan dalam kawasan hutan lindung dan konservasi. PESK berkontribusi terhadap emisi merkuri yang signifikan, yang mencapai 13,5 ton per tahun di Sumatera Utara (BCRC, 2019). Data menunjukkan bahwa di Mandailing Natal, sekitar 192 ton merkuri digunakan per tahun, dengan sebagian besar berakhir sebagai limbah atau emisi (Agrawal & Susilorini, 2020). Kasus keracunan merkuri telah dilaporkan, termasuk bayi lahir cacat dan tingginya angka penyakit pernapasan di wilayah terdampak.

Sulawesi Tengah – Provinsi Sulawesi Tengah, diperkirakan menyumbang sekitar 2,32% dari total cadangan emas di Indonesia. Daerah Parigi Moutong, Toli-Toli, Donggala, Palu, Sigi, dan Lambunu dikenal memiliki deposit emas. Tambang emas terbesar di Sulawesi Tengah adalah PT Citra Palu Mineral. Aktivitas PESK ditemukan pada 7 Kabupaten/Kota di Sulawesi Tengah. Jumlah PESK yang memiliki IPR (Izin Pertambangan Rakyat) di Sulawesi Tengah sebanyak 5 IPR, yang berlokasi di Parigi Moutong (2 IPR), Buol (2 IPR), Palu (1 IPR). Sejak tahun 2010 kajian mengenai kandungan merkuri di lingkungan dan matriks tubuh manusia di sekitar lokasi PESK di Sulawesi Tengah telah diteliti dan dipublikasikan. Hasil kajian tersebut dapat menjadi baseline data pencemaran merkuri dan upaya mengurangi cemaran merkuri pada berbagai lokasi di Sulawesi Tengah. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa rata-rata konsentrasi merkuri pada wilayah yang diteliti, melebihi batas

standar aman yang ditetapkan (Naskah akademik RAD Sulteng, 2023).

Jawa Barat – PESK di Jawa Barat banyak ditemukan di daerah Gunung Pongkor, Tasikmalaya, dan Sukabumi. Pengolah emas dari Jawa Barat terkenal sebagai yang memiliki keterampilan terbaik dan seringkali dijumpai di berbagai area PESK lainnya di Indonesia. Meski Peraturan Gubernur Rancangan Aksi Daerah Pengurangan dan Penghapusan Merkuri di Jawa Barat telah ditetapkan pada tahun 2020, namun penggunaan merkuri dalam sektor PESK masih digunakan secara masif. Merkuri sangat mudah dijumpai dan dijual di kios-kios kecil (*warung*) di desa – desa mereka. Tidak hanya itu, Sukabumi dikenal sebagai tempat produksi merkuri dalam negeri. Bahan baku produksi adalah batu sinabar yang ditambang dari Gunung Tembaga, Kabupaten Seram Barat, Maluku (KOMPAS).

Maluku – PESK di Pulau Buru dan pertambangan sinabar di Pulau Seram, Maluku merupakan lokasi pertambangan besar di Indonesia. Di Pulau Buru, sejak penemuan emas di Gunung Botak pada 2011, penggunaan merkuri dalam metode tromol menyebabkan kontaminasi berat di Sungai Wamsait dan Teluk Kayeli, dengan kadar merkuri dalam sedimen mencapai lebih dari 7,66 mg/kg (Male et al., 2013). Akumulasi merkuri juga ditemukan pada biota laut seperti kepiting lumpur dan ikan, menimbulkan ancaman bagi keamanan pangan dan kesehatan masyarakat. Sementara itu, pertambangan sinabar di Seram, yang dimulai pada 2010, menjadi sumber utama pasokan merkuri domestik bagi PESK di Indonesia. Konsentrasi merkuri dalam sedimen laut di sekitar tambang mencapai 2796 mg/kg, dengan area terdampak meluas hingga lebih dari 14 km dari lokasi tambang (Male et al., 2024). Meskipun Impor merkuri

menurun sejak 2016, tetapi produksi lokal dari tambang sinabar di Seram tampaknya menjadi sumber pasokan untuk wilayah Indonesia

Kalimantan Barat – PESK di Kalimantan Barat banyak ditemukan di daerah Sintang, Kapuas Hulu, Landak, Bengkayang, dan Mempawah. Sungai yang ada di Kalimantan Barat juga terimbas dari cemaran merkuri oleh karena aktivitas pengolahan emas bermerkuri yang dilakukan di daerah aliran sungai (DAS) di daerah Kabupaten Mempawah (Aji dkk., 2023) bahkan sungai terbesar yang ada di Kalimantan Barat yaitu sungai Kapuas juga tidak luput dari potensi tinggi paparan merkuri (Kompas, 2024). Pada bulan September 2024, Pemerintah provinsi Kalimantan Barat meresmikan fasilitas pengolahan emas bebas merkuri di Desa Teluk Geruguk, Boyan Tanjung, Kapuas Hulu. Hal ini ditengarai oleh karena adanya tiga lokasi pertambangan emas terbesar yang ada di tiga kecamatan yaitu di Kecamatan Boyan Tanjung, Bunut Hilir dan Bunut Hulu. Pemerintah setempat berharap, dengan adanya teknologi ini, merupakan upaya komitmen pemerintah daerah dalam menjaga lingkungan dan mendukung program pemerintah pusat untuk menyokong RAN-PPM (Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri).

Dampak terhadap Kesehatan Masyarakat

Tahun 2023, Nexus3 Foundation bersama Wonjin Institute for Occupational and Environmental Health (WIOEH) melakukan pengecekan kondisi paparan merkuri jangka panjang pada dua komunitas pengolahan emas di Sukabumi, Jawa Barat, dengan satu desa kontrol. Sampel rambut pengolah emas, keluarganya, dan masyarakat yang tidak tergolong dalam keduanya diambil. Selain itu, kami juga memasang *passive air sampler* kepada beberapa pengolah emas selama 9 jam untuk mendeteksi paparan merkuri di udara selama bekerja. Hasil pengujian menunjukan bahwa penduduk pada komunitas PESK memiliki paparan yang lebih tinggi dibandingkan dengan desa kontrol, bahkan pada penduduk yang tidak melakukan pengolahan emas. Pemantauan merkuri di udara menunjukan bahwa pengolah emas terpapar merkuri 2,6 kali lebih tinggi dari batas aman (TLV-TWA/*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*) ketika melakukan pembakaran amalgam selama 15 menit.

Tahun 2024, Nexus3 Foundation telah mengambil beberapa sampel rambut, darah, dan pengecekan IQ anak yang ada di Sekotong, Lombok Barat, Nusa

Tenggara Barat,. Pengambilan sampel ini merupakan langkah awal untuk melihat potensi dan dampak cemaran merkuri ke perkembangan anak-anak terutama yang berumur 8-14 tahun. Hasil riset awal ini menunjukkan bahwa adanya merkuri di dalam rambut dan darah anak yang diuji. Hasil yang ada di dalam rambut menunjukkan adanya kontaminasi merkuri yang terjadi secara menahun sedangkan hasil merkuri dalam darah menunjukkan adanya paparan sesaat atau yang bersumber dari makanan/minuman yang mereka konsumsi sehari-hari. Konsumsi ikan laut juga turut menjadi salah satu paparan merkuri yang signifikan, karena berdasarkan hasil riset Nexus3 Foundation tentang ikan laut yang ada di wilayah Nusa Tenggara Barat, sebagian besar sampel ikan yang diambil sudah melewati batas toleransi mingguan (*Estimated Weekly Intakes*) yang disyaratkan sebesar 4 µg/kg per minggu (FAO, 1983).

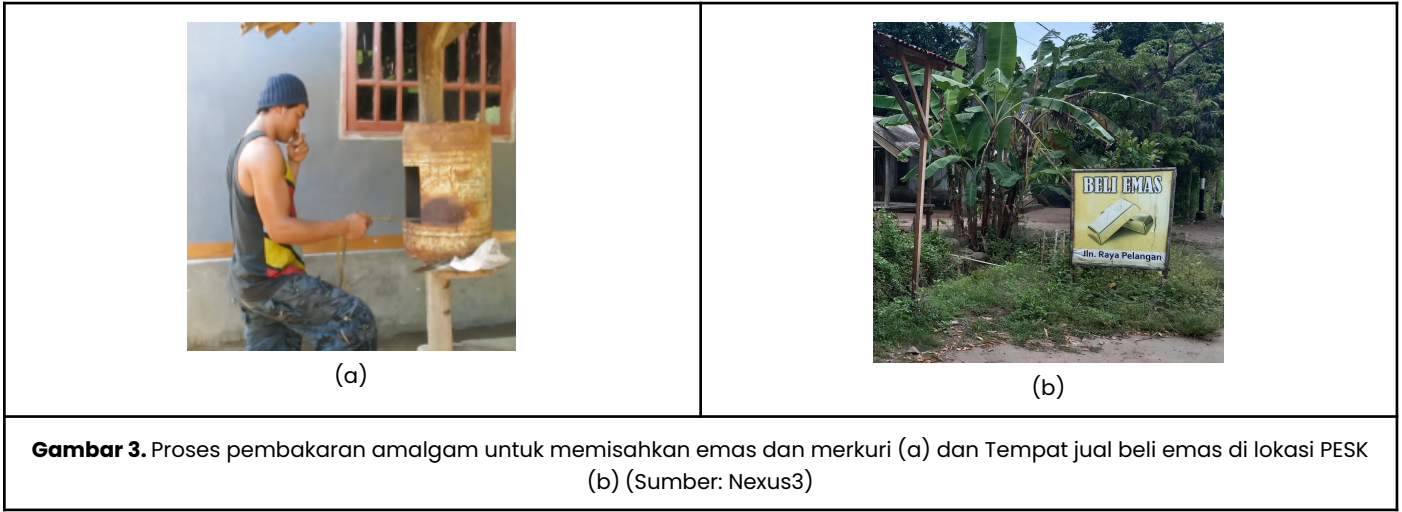
Dampak terhadap Biodiversitas

Nexus3 Foundation telah menelaah sampel biota berupa ikan laut dan burung liar. Berdasarkan hasil pemantauan, ikan di 8 provinsi (Sumatra Barat, DKI Jakarta, Jawa Barat, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Nusa Tenggara Barat) ini menunjukkan adanya kontaminasi Hg pada ikan, terutama pada jaringan otot. Jaringan tersebut dapat menjadi tempat akumulasi utama Hg pada spesies ikan. Hal ini mengonfirmasi temuan sebelumnya yang telah dilakukan oleh Suami et al., 2018. Kontaminasi Hg tersebut dapat terjadi melalui penyerapan Hg langsung dari lingkungan perairan dan/atau sumber makanan yang terkontaminasi Hg. Proses dalam rantai makanan selanjutnya akan mengarah pada biomagnifikasi Hg. Sedangkan untuk burung liar, sejumlah 114 individu burung dari 30 spesies tertangkap di Sumatera Utara dan 37 individu dari 17 spesies tertangkap di Kabupaten Sukabumi.

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri dari sampel bulu secara umum lebih tinggi daripada sampel darah. Sampel bulu mempunyai karakteristik yang menunjukkan bahwa pencemaran merkuri terjadi secara akumulatif dan terjadi dalam jangka waktu yang lebih lama (Sabadková et al., 2024). Sedangkan sampel darah mempunyai karakteristik dalam menunjukkan bahwa pencemaran merkuri terjadi dalam periode yang lebih singkat (Kahle and Becker, 1999) seperti pada saat burung memakan makanan yang tercemar merkuri. Di wilayah terdampak ASGM konsentrasi merkuri pada burung sampel cenderung lebih tinggi dibandingkan daerah kontrol, hal ini dikarenakan

masifnya gelundung yang menggunakan merkuri dan kebiasaan masyarakat dalam pembuangan limbah pasca ekstraksi emas menggunakan merkuri yang dibuang ke badan air seperti sungai (Tomiyasu

et al., 2019) dan tanah (Kurniawan et al., 2023) sehingga dapat berpotensi mencemari lingkungan dan biota yang hidup di area tersebut.



Remediasi Merkuri

Nexus3 Foundation melakukan riset metode remediasi untuk mengatasi pencemaran merkuri di tanah menggunakan teknik adsorpsi dengan bahan biochar (Kusnarta et al., 2024) dan teknik fitoremediasi menggunakan rumput vetiver yang dilakukan di Nusa Tenggara Barat bekerja sama dengan Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Hasil dari skala lab membuktikan bahwa perpaduan antara metode imobilisasi/adsorpsi merkuri dan fitoremediasi menunjukkan adanya potensi penggunaan kedua bahan ini untuk proses remediasi tanah tercemar merkuri. Proses untuk memperluas skala remediasi dibutuhkan untuk membuktikan keberhasilan di lapangan. Selain itu, Nexus3 Foundation juga bekerja sama dengan Fakultas Kedokteran Universitas Mataram dan Amman Mineral Nusa Tenggara untuk penyediaan alat pengecekan metil merkuri (Universitas Mataram, 2024). Metil merkuri merupakan bentuk organik dari merkuri yang mempunyai resiko lebih tinggi dibandingkan merkuri elemental ataupun merkuri anorganik. Sehingga, dengan adanya alat ini diharapkan untuk dapat turut serta meningkatkan kewaspadaan terhadap merkuri dalam bentuk yang lebih mematikan.

Merkuri yang diekspor ke Indonesia

Gambar 2 menunjukkan jumlah merkuri yang diekspor ke Indonesia berdasarkan data ekspor beberapa negara mitra dari tahun 2015 hingga 2024. Berdasarkan database tersebut, total nilai merkuri yang diekspor ke Indonesia hingga tahun 2024 adalah sekitar USD 36 ribu.



Tabel 1 menunjukkan negara mitra yang melakukan ekspor merkuri ke Indonesia. Dalam kurun waktu 2015 hingga 2024, total merkuri yang diekspor oleh negara mitra Indonesia sekitar 1.700 ton yang bernilai sekitar USD 36 ribu. Namun, jumlah merkuri yang diimpor secara legal oleh Indonesia berbeda-beda seperti yang dijelaskan pada tabel 2.

Year	Trade Volume (Kg)	Trade Value (USD)	Trade Partners
2015	-	\$ -	-
2016	5.00	\$ 1,718.25	Singapore
2017	17,620.00	\$ 34,326.96	Singapore
2018	0.50	\$ 286.02	Singapore
2019	-	\$ -	-
2020	-	\$ -	-
2021	-	\$ -	-
2022	-	\$ -	-
2023	-	\$ -	-
2024	-	\$ -	-
TOTAL	17,625.50	\$ 36,331.23	

Tabel 1. Jumlah merkuri yang diekspor oleh mitra dagang ke Indonesia 2015-2024
Sumber : UN Comtrade database

Merkuri yang diimpor oleh Indonesia

Sebaliknya, jika melihat data impor kode HS 280540 yang dilaporkan oleh indonesia antara tahun 2015-2025, akan muncul angka yang berbeda jika dibandingkan dengan data ekspor dari negara mitra,

yang jumlahnya jauh lebih sedikit daripada jumlah yang dilaporkan oleh negara mitra. Gambar 2 menunjukkan data impor merkuri yang dilaporkan oleh Indonesia yang dimuat dalam basis data UN Comtrade.



Gambar 5. Merkuri yang diimpor Indonesia dari mitra dagang 2015-2024
Sumber: UN Comtrade database

Tabel 2 menunjukkan jumlah merkuri yang diimpor dalam kg dan nilai (dalam USD) dari negara mitra antara tahun 2014 hingga 2024 berdasarkan data impor Indonesia yang tercatat dalam basis data UN Comtrade.

Year	Trade Volume (Kg)	Trade Value (USD)	Trade Partners
2015	88.00	\$ 12,450.00	USA
2016	-	\$ -	-
2017	-	\$ -	-
2018	15.00	\$ 283.00	China, USA
2019	-	\$ -	-
2020	9.00	\$ 322.00	China, USA
2021	-	\$ -	-
2022	-	\$ -	-
2023	47.00	\$ 136.00	China
2024	-	\$ -	-
TOTAL	159.00	\$ 13,191.00	

Tabel 2. Merkuri yang diimpor oleh Indonesia dari mitra dagang 2015-2024
Sumber: UN Comtrade database

Perbedaan Data Impor Ekspor Merkuri

Perbedaan pencatatan data impor sebagaimana disajikan pada Tabel 3 disebabkan oleh perbedaan metode identifikasi negara mitra dimana sistem Indonesia saat ini hanya mencatat impor berdasarkan negara asal. Sistem saat ini tidak mencatat penerapan dan keberadaan transit barang kiriman di negara ketiga sebelum kapal yang membawa barang tersebut ke tujuan ekspor (negara tujuan) sebagaimana yang diterapkan oleh negara mitra lainnya.

Year	INDONESIA REPORTS			TRADE PARTNER REPORTS			DISCREPANCIES (Difference in UN Trade Partners Reports)		
	Trade Volume (Kg)	Trade Value (USD)	Trade Partners	Trade Volume (Kg)	Trade Value (USD)	Trade Partners	Trade Volume (Kg)	Trade Value (USD)	Indonesia Partners Missing
2015	88.00	\$ 12,450.00	USA	-	-	-	88.00	\$ 12,450.00	USA
2016	-	-	-	5.08	\$ 1,718.28	Singapore	5.08	\$ 1,718.28	Singapore
2017	-	-	-	13,480.80	\$ 38,106.96	Singapore	13,480.80	\$ 38,106.96	Singapore
2018	25.80	\$ 85.80	China, USA	8.58	\$ 286.92	Singapore	14.50	\$ 13,000.00	China, USA
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	5.88	\$ 322.80	China, USA	-	-	-	5.88	\$ 322.80	China, USA
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	47.00	\$ 136.00	China	-	-	-	47.00	\$ 136.00	China
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	208.08	\$ 13,191.00		17,473.90	\$ 39,518.20		17,473.90	\$ 39,518.20	

Tabel 3. Perbedaan data ekspor merkuri dan impor merkuri negara mitra dagang dan Indonesia 2015-2024
Sumber: UN Comtrade database

Merkuri yang diekspor dari mitra dagang

Dari tahun 2015 sampai tahun 2023, Indonesia masih menjadi negara yang melakukan ekspor merkuri (kode HS 280540) ke beberapa negara mitra. Data ini diperoleh dari basis data UN Comtrade dengan menelusuri data ekspor yang dilaporkan oleh Indonesia kepada negara mitra dari tahun 2015 hingga 2023 yang disajikan pada Tabel 4.

Year	Trade Volume (Kg)	Trade Value (USD)	Trade Partner
2015	283,767.00	\$ 2,615,999.00	China, Eritrea, China Hong Kong SAR, India, Malaysia, Netherlands, Papua New Guinea, Poland, Singapore, Switzerland, Thailand, Timor-Leste, United Arab Emirates, USA, Vietnam
2016	680,440.00	\$ 4,119,385.00	Colombia, China, Hong Kong SAR, India, Japan, Pakistan, Panama, Papua New Guinea, Singapore, South Africa, Thailand, United Arab
2017	151,854.00	\$ 1,790,437.50	China, India, China Hong Kong SAR, Japan, Netherlands, Singapore, South Africa, Thailand, Togo, United Arab Emirates,
2018	4.80	\$ 3,555.67	Japan, Papua New Guinea
2019	-	\$ 686.78	Japan, Switzerland
2020	-	\$ 553.93	Japan, United Kingdom
2021	-	\$ 406.00	Japan
2022	-	\$ 799.00	Japan
2023	-	\$ 299.00	Japan
TOTAL	1,116,065.80	\$ 8,510,121.00	

Tabel 4. Ekspor Merkuri (HS 280540) dari Indonesia ke mitra dagang 2015-2023
Sumber: UN Comtrade database

Indonesia harus secepatnya menghentikan ekspor merkuri, didasarkan pada Konvensi Minamata yang telah diratifikasi melalui Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2017, yang bertujuan melindungi kesehatan manusia dan lingkungan dari dampak merkuri. Kewajiban ini diperkuat oleh aturan nasional seperti Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, peraturan menteri terkait pengendalian merkuri, Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN-PPM), serta upaya penyusunan peraturan menteri perdagangan untuk melarang ekspor merkuri, sehingga menciptakan kerangka hukum yang kuat untuk penghentian ekspor merkuri.

Pentingnya Amandemen Konvensi Minamata dalam Mengakhiri Perdagangan Merkuri dan Mendorong Penghapusan Penggunaannya di PESK pada 2032

Agar Konvensi Minamata dinilai efektif, perdagangan merkuri global dan penggunaannya dalam PESK seharusnya menurun sejak konvensi mulai berlaku. Namun, berdasarkan data terbaru, pada tahun 2017, sebanyak 1.200 ton merkuri masih diperdagangkan secara legal di tingkat global. Lima tahun setelah konvensi mulai berlaku, jumlah ini justru meningkat menjadi 1.700 ton pada tahun 2022, mencerminkan kenaikan sebesar 40% dalam perdagangan merkuri global. Meskipun sebelumnya terjadi penurunan perdagangan merkuri dari 3.500 ton pada tahun 2013 (saat konvensi ditandatangani) menjadi 1.200 ton

pada tahun 2017, penurunan tersebut lebih disebabkan oleh penghentian penggunaan merkuri dalam produk dan proses industri, yang mengurangi permintaan.

Kelemahan kedua dalam Konvensi Minamata adalah tidak adanya batas waktu yang jelas untuk penghentian penggunaan merkuri dalam PESK. Hal ini menimbulkan kesan bahwa penggunaan merkuri di sektor tersebut akan terus ditoleransi, sementara upaya penghapusannya bersifat sukarela dan bergantung pada kebijakan nasional melalui Rencana Aksi Nasional (RAN). Berbeda dengan penggunaan merkuri di sektor lain yang telah diatur dalam konvensi, PESK menjadi satu-satunya sektor tanpa target penghapusan bertahap.

Menghapus penggunaan merkuri dalam PESK akan membantu pemerintah melindungi wilayah sensitif, meningkatkan keamanan nasional, mengurangi penyelundupan emas ilegal, serta melindungi masyarakat adat dan kelompok rentan lainnya. Selain itu, dukungan terhadap larangan nasional atas impor dan penggunaan merkuri dalam pertambangan dapat mengurangi risiko pencemaran merkuri di tingkat nasional, regional, dan global. Penambangan emas skala kecil yang legal tetap dapat beroperasi dengan menerapkan metode ekstraksi yang bebas merkuri.

IPEN mengusulkan untuk mengakhiri perdagangan merkuri global dan penggunaan merkuri dalam PESK dihentikan pada tahun 2032, bertepatan dengan penghentian penambangan merkuri primer sebagaimana diatur dalam Konvensi Minamata. Dengan adanya tenggat waktu yang jelas, negara-negara yang memiliki RAN dapat memperbarui strategi mereka untuk mempercepat penghapusan merkuri serta memperkenalkan metode ekstraksi emas yang lebih aman. Selain itu, dukungan pendanaan bagi negara-negara yang menerapkan RAN akan tetap berlanjut.

Menghentikan perdagangan merkuri internasional dan penggunaannya dalam PESK akan mempermudah pengawasan bea cukai. Semua pengiriman merkuri, kecuali yang ditujukan untuk pembuangan, akan dianggap ilegal dan dapat disita untuk distabilisasi serta dibuang dengan aman. Langkah ini akan secara signifikan mengurangi aliran merkuri ke PESK dan mempermudah deteksi penyelundupan. Selain itu, Sekretariat Minamata harus menyediakan panduan mengenai prosedur

penyitaan dan penyimpanan merkuri yang disita ketika amandemen ini mulai berlaku.

Penyimpanan Sementara dan Akhir Merkuri Sitaan dan Limbah yang Mengandung Merkuri di Indonesia

Dalam Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN-PPM) Indonesia berdasarkan Peraturan Presiden No. 21 Tahun 2019, salah satu sektor prioritas dalam RAN-PPM tersebut adalah penghapusan penggunaan merkuri pada Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK). Beberapa kegiatan pada sektor prioritas ini adalah melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap kegiatan penambangan merkuri primer (sinabar) tanpa izin dan kegiatan penegakan hukum. Upaya penegakan hukum untuk mengatasi peredaran dan perdagangan ilegal merkuri juga telah dilakukan oleh aparat penegak hukum di Indonesia. Beberapa kasus peredaran dan perdagangan ilegal merkuri di Indonesia sudah diproses di pengadilan dan sudah menghasilkan putusan pengadilan. Berdasarkan data putusan pengadilan yang dipublikasikan oleh Mahkamah Agung Republik Indonesia, tabel berikut ini menunjukkan rekapitulasi jumlah merkuri dan sinabar sitaan yang tercatat dari tahun 2017 hingga tahun 2023:

Tahun	Merkuri sitaan (kg)	Sinabar sitaan (kg)
2017	5,578.50	5,125.11
2018	13,293.57	3,561.30
2019	357.00	0
2020	2,249.00	6.00
2021	19,921.00	61.00
2022	3,253.29	0
2023	72.05	0
Total	44.724,41	8.753,41

Tabel 5. Rekapitulasi jumlah merkuri dan sinabar sitaan di Indonesia tahun 2017–2023
Sumber: database putusan pengadilan Mahkamah Agung RI yang dirangkum oleh CRPG

Dari rekapitulasi data jumlah merkuri dan sinabar yang disita di atas, belum menunjukkan jumlah aktual dari merkuri dan sinabar yang beredar secara ilegal di Indonesia, karena penegakan hukum yang masih perlu ditingkatkan, mengingat lokasi titik panas PESK yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Putusan pengadilan terhadap merkuri dan sinabar yang disita di Indonesia, sebagian besar menyatakan bahwa barang bukti (baik merkuri maupun sinabar) diputuskan “disita untuk

dimusnahkan". Aparat penegak hukum, khususnya Kejaksaan Agung Republik Indonesia, sebagai pelaksana putusan pengadilan ini, belum memiliki panduan yang jelas untuk identifikasi dan penanganan barang bukti merkuri, serta pelaksanaan "pemusnahan" barang bukti merkuri dari hasil putusan pengadilan. Saat ini, Kejaksaan Agung Republik Indonesia bekerjasama dengan CRPG (Center for Regulation Policy and Governance) dan Nexus3 Foundation sedang dalam proses penyusunan panduan penanganan barang bukti merkuri dan barang bukti yang mengandung merkuri, termasuk panduan penyimpanan sementara barang bukti merkuri yang aman.

Dalam RAN-PPM Indonesia, sebenarnya juga tercantum rencana untuk studi kelayakan dan perencanaan desain detail tempat penyimpanan sementara dan akhir merkuri, termasuk juga rencana untuk penyediaan tempat penyimpanan sementara dan akhir merkuri, namun belum terlaksana hingga saat ini, dan belum tersedia tempat penyimpanan merkuri, baik tempat penyimpanan sementara maupun tempat penyimpanan akhir di Indonesia.

Untuk pengelolaan limbah yang mengandung merkuri, di Indonesia hanya tersedia di PT. PPLI (Prasadha Pamunah Limbah Industri). Namun fasilitas pengelolaan limbah yang mengandung merkuri di PT. PPLI hanya mampu mengelola limbah yang mengandung merkuri dengan kandungan maksimal 260 ppm. Limbah merkuri atau limbah yang mengandung merkuri dengan kandungan merkuri lebih dari 260 ppm akan dikirim ke negara lain di luar negeri yang memiliki fasilitas pengolahan limbah merkuri yang lebih memadai. Sementara itu, tidak terdapat data umum mengenai limbah merkuri atau limbah yang mengandung merkuri yang dapat diakses oleh publik di Indonesia.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Kesimpulan

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menghapus penggunaan merkuri di Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK), meskipun telah meratifikasi Konvensi Minamata sejak 2017. Walaupun sudah terdapat regulasi nasional seperti Peraturan Presiden No. 21 Tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN-PPM), implementasinya masih lemah. Perdagangan ilegal merkuri terus berlanjut, dengan Indonesia menjadi eksportir merkuri global, meskipun ekspor tersebut bertentangan dengan komitmen internasionalnya.

Dampak merkuri terhadap kesehatan dan lingkungan juga semakin nyata, dengan bukti pencemaran pada manusia, biota perairan, dan tanah di berbagai lokasi PESK di Indonesia.

Rekomendasi Menuju COP-6:

- Penguatan penegakan hukum perlu dilakukan dengan meningkatkan pengawasan terhadap perdagangan dan distribusi merkuri ilegal serta memperketat implementasi larangan ekspor dan impor merkuri.
- Amandemen Konvensi Minamata perlu didorong untuk menghentikan perdagangan merkuri global dan menetapkan target penghapusan penggunaan merkuri di PESK secara global pada tahun 2032, sehingga memberikan batas waktu yang jelas bagi negara-negara anggota dalam upaya mengurangi dan menghilangkan penggunaan merkuri.
- Pengembangan teknologi alternatif perlu dipercepat dengan mendorong adopsi metode ekstraksi emas bebas merkuri serta meningkatkan akses bagi komunitas PESK terhadap teknologi yang lebih aman dan berkelanjutan.
- Penyimpanan dan pengelolaan merkuri sitaan harus dipastikan dengan menyediakan fasilitas penyimpanan sementara dan akhir yang aman, serta memperjelas prosedur hukum terkait pemusnahan merkuri hasil sitaan.
- Pendanaan dan kolaborasi internasional perlu diperkuat dengan mengakses lebih banyak sumber pendanaan dari mekanisme global seperti GEF dan GCF untuk mendukung transisi PESK menuju praktik bebas merkuri guna mendukung upaya penghapusan merkuri di PESK.
- Mendorong seluruh provinsi dan kabupaten/kota untuk menyusun dan melaksanakan Rencana Aksi Daerah (RAD) guna mencapai target nasional Indonesia bebas merkuri pada 2030.

Referensi

- Agrawal, S., Susilorini, B., (2020). National Overview of the Indonesian ASGM Sector. <https://rc-sea.org/wp-content/uploads/2021/12/National-Overview-of-ASGM-in-Indonesia-FINAL-31-Oct-2020.pdf>
- Aji, T B., Setiawan, Y., Abidin, Z. (2025). Kajian Analisis Risiko Merkuri Terhadap Lingkungan dan Kesehatan di Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat. IPB University

Repository. Retrieved February 11, 2025, from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/116728>

Dinas Komunikasi dan Informatika (Diskominfo) Kapuas Hulu. (2024, September 17). Bupati Kapuas Hulu resmikan fasilitas pengolahan emas bebas merkuri di Desa Teluk Geruguk. Diskominfo Kapuas Hulu. Retrieved February 11, 2025, from <https://www.diskominfo.kapuashulukab.go.id/berita/bupati-kapuas-hulu-resmikan-fasilitas-pengolahan-emas-bebas-merkuri-di-desa-teluk-geruguk/>

Kurniawan, I. A., Abdurrachman, M., Sakakibara, M., Xiaoxu, K., Meilano, I., Basuki, N. I., Sucipta, I. G. B. E., & Arifa, A. N. (2023). Mercury Exposure from Artisanal Small-Scale Gold Mining in Bunikasih, West Java, Indonesia (pp. 95–98). https://doi.org/10.1007/978-3-031-43803-5_21

FAO. (1983). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. In the Library.

Kahle, S., & Becker, P. H. (1999). Bird blood as bioindicator for mercury in the environment. *Chemosphere*, 39(14), 2451–2457. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00154-X](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00154-X)

Kompas. (2024, November 14). Pilkada Kalbar: Kratom hingga pertambangan emas ilegal diangkat kontestan. Kompas.id. Retrieved February 11, 2025, from <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2024/11/14/pilkada-kalbar-kratom-hingga-pertambangan-emas-ilegal-diangkat-kontestan/>

Kusnarta, I. G. M., Suwardji, S., Fahrudin, F., Sukartono, S., Wangiyana, W., Huda, B. N., Ismaranti, Y. M., Ismawati, Y. Y., Maharani, A., Fokke, B., & Bensaiiah, C. (2024). Effectiveness of Different Sources of Biochar for Immobilizing Mercury in Soil from Artisanal and Small-Scale Gold Mining Areas in Taliwang Village of West Sumbawa Regency, Indonesia. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(5), 1627–1634. <https://doi.org/10.18280/ijidne.190516>

Liputan4. (2024, December 3). Pertambangan emas ilegal di Sintang, masyarakat desak penegakan hukum yang tegas dalam hal pemberantasan dan penertiban. Liputan4. Retrieved February 11, 2025, from <https://liputan4.com/pertambangan-emas-ilegal-di-sintang-masyarakat-desak-penegakan-hukum-yang-tegas-dalam-hal-pemberantasan-dan-penertiban/>

Male, Y. T., Reichelt-Brushett, A. J., Pocock, M., & Nanlohy, A. (2013). Recent mercury contamination from artisanal gold mining on Buru Island, Indonesia–Potential future risks to environmental health and food safety. *Marine pollution bulletin*, 77(1–2), 428–433.

Male, Y. T., Reichelt-Brushett, A., Burton, E. D., & Nanlohy, A. (2024). Assessment of mercury distribution and bioavailability from informal coastal cinnabar mining–Risk to the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 199, 116047.

Pontianak Times. (2024, June 30). Genderang perang Kapolda untuk pelaku PETI di Kalbar. Pontianak Times. Retrieved February 11, 2025, from <https://pontianak-times.co.id/genderang-perang-kapolda-untuk-pelaku-peti-di-kalbar/>

Sabadková, T., Janiga, M., Korňan, J. et al. Mercury in the feathers of Golden eagle (*Aquila chrysaetos*) from Western Carpathian, Slovakia. *Environ Sci Pollut Res* 31, 26527–26535 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32673-8>

Suami, R. B., Sivalingam, P., Kabala, C. D., Otamonga, J. P., Mulaji, C. K., Mpiana, P. T., & Poté, J. (2018). Concentration of heavy metals in edible fishes from Atlantic Coast of Muanda, Democratic Republic of the Congo. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73(June), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.07.006>

Tomiyasu, T., Hamada, Y. K., Kodamatani, H., Hidayati, N., & Rahajoe, J. S. (2019). Transport of mercury species by river from artisanal and small-scale gold mining in West Java, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(24), 25262–25274. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05718-6>

UN Environment, 2017. Global mercury supply, trade and demand. United Nations Environment Programme, Chemicals and Health Branch. Geneva, Switzerland.

Universitas Mataram. Kolaborasi FK Unram dengan PT AMNT dan Nexus3 Foundation berkomitmen wujudkan NTB bebas merkuri. Universitas Mataram. Retrieved February 11, 2025, from <https://unram.ac.id/id/berita/kolaborasi-fk-unram-dengan-pt-amnt-dan-nexus3-foundation-berkomitmen-wujudkan-ntb-bebas-merkuri/>