



Literatur Review: Pencemaran Merkuri di Perairan Indonesia

Syifa Thifal Umaira¹, Syavira Azzahra^{1,3}, Nadiya Mufidah¹, Firdus^{2✉}, Muhammad Nasir², Alia Rizki², Fuziah².

¹ Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111

² Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 23111

³ Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Banda Aceh, 23123

INFO ARTIKEL

Diterima Maret 2024

Disetujui Mei 2024

* Penulis koresponden

email: firdus@usk.ac.id

Kata kunci: Pencemaran Merkuri Perairan Indonesia
Keywords: Contamination Mercury Indonesia waters

ABSTRAK

Merkuri (Hg) termasuk ke dalam kelompok logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Pencemaran yang diakibatkan oleh merkuri di lingkungan akan menyebabkan terjadinya bioakumulasi pada biota perairan yang kemudian berdampak pada kesehatan manusia. Merkuri, terutama dalam bentuk metil merkuri dapat berbahaya bagi system saraf pusat sehingga menyebabkan terganggunya pancaindra bahkan dapat menyebabkan kelumpuhan permanen. Pencemaran merkuri berasal dari berbagai aktivitas pertambangan, industri, pertanian, limbah rumah tangga dan pertambangan merkuri itu sendiri. Akumulasi merkuri yang berlebihan dari standar baku mutu dapat berbahaya dan menimbulkan banyak dampak negatif. Penelitian ini mengkaji pencemaran yang disebabkan oleh merkuri yang terdapat di perairan Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa objek yang paling banyak tercemar merkuri adalah air, sedimen, dan biota perairan. Persentase pencemaran tertinggi terdapat di sungai (39%) dan yang terendah pada danau dan waduk (3%).

ABSTRACT

Mercury (Hg) belongs to a group of heavy metals that can pollute the environment. Pollution caused by mercury in the environment will cause bioaccumulation in aquatic biota which then impacts human health. Mercury, especially in the form of methyl mercury, can be harmful to the central nervous system, causing sensory impairment and even permanent paralysis. Mercury pollution comes from various mining activities, industry, agriculture, household waste and mercury mining itself. Accumulation of mercury in excess of quality standards can be dangerous and cause many negative impacts. This study examines pollution caused by mercury in Indonesian waters. The results showed that the objects most polluted by mercury are water, sediment, and aquatic biota. The highest percentage of pollution is found in rivers (39%) and the lowest in lakes and reservoirs (3%).

1. PENDAHULUAN

Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang beracun bagi lingkungan (Susanti, 2019). Pencemaran merkuri di lingkungan terutama di perairan memberikan dampak yang buruk bagi ekosistem perairan. Sistem perairan sangat sensitive terhadap kontaminasi merkuri, hal ini disebabkan karena laju bioakumulasi merkuri di perairan lebih tinggi dibandingkan kontaminasi logam berat jenis lainnya (Bernadus *et al.*, 2021). Perairan pesisir merupakan salah satu jenis badan air yang berisiko mengalami pencemaran karena perairan tersebut merupakan tempat asal sungai dan merupakan tempat bertemunya bahan pencemar yang diangkut oleh sungai. (Armawati *et al.*, 2016).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) nasional, sepanjang tahun 2021 terdapat 10.683 desa/kelurahan yang mengalami pencemaran air. Salah satu pencemaran air adalah logam berat (Ridhowati, 2013). Sekitar 350.000 ton

merkuri tersimpan di lautan di seluruh dunia, dengan dua pertiga dari jumlah tersebut berasal dari aktivitas manusia di berbagai industri (Yuswan *et al.*, 2023). Masuknya logam berat ke dalam air laut dan kegiatan yang dapat memicu pencemaran di pesisir dan laut antara lain pelayaran, pembuangan di laut, pertambangan, eksplorasi dan eksploitasi minyak, budidaya laut, dan perikanan (Deniomisi, 2018).

Pencemaran merkuri di perairan, termasuk di perairan Indonesia, menjadi masalah yang semakin meningkat di era modern ini. Indonesia memiliki banyak aktivitas industri dan pertambangan, serta kegiatan eksploitasi tambang emas rakyat, yang menjadi sumber utama pencemaran merkuri di perairan (Pratiwi dan Ariesyady, 2012).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Kajian ini merupakan kajian literatur yang memuat artikel jurnal dari tahun 2009 hingga 2022 dari database Google Scholar. Fokus studi ini adalah pencemaran laut yang terjadi di pelabuhan yang ada di Indonesia. Kata kunci “logam berat”, “perairan” dan “pelabuhan” digunakan sebagai acuan dalam pencarian presentase jenis logam berat yang terdapat di perairan. Pemilihan jenis artikel juga ditinjau dari segi tahun terbit, artikel dapat diakses secara menyeluruh, membahas terkait pencemaran logam berat di perairan khususnya pelabuhan, serta artikel membahas efek dan solusi yang menjadi dampak dari pencemaran logam berat di lingkungan. Diharapkan artikel ini akan memaparkan keadaan perairan laut Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Merkuri

Merkuri dikenal juga sebagai air raksa, merupakan satu-satunya logam yang berwujud cair pada suhu kamar. Terdapat tiga bentuk utama merkuri, yaitu merkuri unsur atau logam (Hg_0), merkuri anorganik, dan merkuri organik. Hg_0 adalah cairan berwarna perak pada suhu kamar, namun membentuk uap merkuri pada suhu lingkungan karena tekanan yang sangat tinggi. Karakteristik merkuri tersebut menurut Bose-O'Reilly *et al.* (2010) membuat merkuri menjadi sering digunakan dalam produksi gas klorin dan soda api, ekstraksi emas dan perak dari bijih, serta sebagai komponen baterai, amalgam gigi, termometer, barometer, dan sakelar listrik.

Merkuri termasuk ke dalam kelompok logam berat yang memiliki toksisitas tinggi yang tentunya berbahaya terhadap kesehatan, seperti yang terjadi pada kasus Minamata di Jepang (Krisno, 2017) dan di Iraq (Clarkson *et al.*, 1981). Kasus Minamata di Jepang terjadi akibat kontaminasi metil merkuri pada produk hasil laut yang menyebabkan masyarakat mengalami gemetar, kejang, kesulitan berjalan, bahkan sampai lumpuh, berkurangnya pendengaran, dan kematian (Krisno, 2017). Sedangkan yang di Iraq, lebih dari 6000 orang mengalami keracunan karena memakan roti yang dipanggang dengan biji-bijian yang diberi fungisida berbahan metil merkuri (Posin *et al.*, 2023).

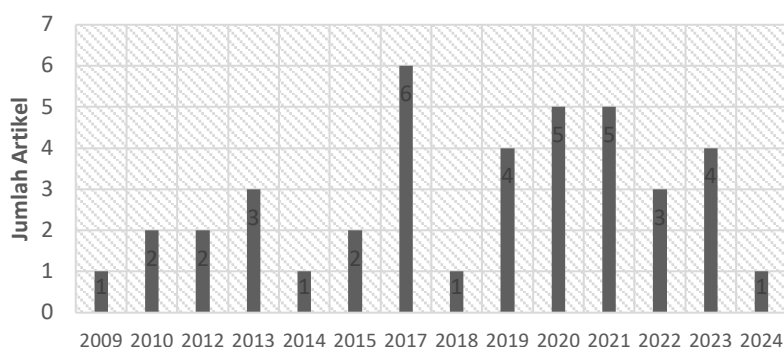
Toksisitas merkuri tidak terbatas pada manusia saja, namun juga dapat melibatkan hewan dan tumbuhan (Eisler, 2004).

Merkuri dapat berasal dari banyak sumber, di antaranya menurut Bose-O'Reilly *et al.* (2010), merkuri dapat berasal dari pembakaran batu bara dan bahan bakar fosil, penambangan merkuri, pemurnian logam mulia, pembuatan komponen listrik dan otomotif, pengolahan bahan kimia, pelepasan melalui pembakaran sampah, tempat pembuangan sampah, dan kontaminasi industri pada sistem air. Selain yang telah disebutkan, merkuri juga terlibat dalam produksi semen (Wang *et al.*, 2016b), produksi besi dan baja (Wang *et al.*, 2016a), peleburan logam nonferrous (Wu *et al.*, 2017), produksi emas (Wu *et al.*, 2018), dan juga produksi merkuri secara langsung.

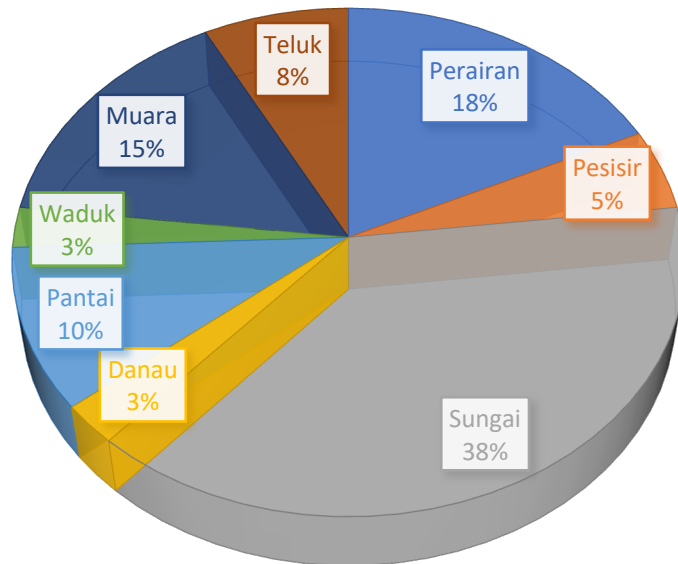
Penggunaan merkuri memiliki regulasinya tersendiri dikarenakan efek yang dapat ditimbulkannya terhadap lingkungan hidup dan terutama pada kesehatan manusia. Merkuri diketahui memiliki dampak buruk terhadap sistem saraf. Martinez-Finley dan Aschner (2014) mengatakan bahwa merkuri adalah racun yang sangat kuat terhadap sistem saraf, terutama pada sistem saraf yang sedang berkembang.

Bentuk merkuri yang paling memberikan toksisitas, tepatnya bersifat neurotoksik adalah metil merkuri (MeHg). MeHg diubah dari Hg^{2+} dan merkuri sulfida (HgS) oleh bakteri metanogen dan bakteri pereduksi sulfat, dimana perubahan ini juga bergantung pada kedalaman dan kandungan oksigen di perairan.

Ketersediaan MeHg lebih tinggi dibandingkan merkuri dalam bentuk senyawa unsur dan anorganik. MeHg juga sangat mudah larut dalam lemak, serta dapat berdifusi keluar sel dan kemudian terakumulasi di perairan. MeHg lalu diserap oleh biota perairan yang memakan makanan di dasar perairan, seperti zooplankton dan organisme kecil lainnya. Hal ini menyebabkan bioakumulasi MeHg semakin tinggi karena terdistribusi melalui proses rantai makanan. Sebanyak 90% dari MeHg yang tertelan akan diserap oleh usus dan membentuk kompleks tiol ($-SH$) dengan protein dan asam amino (glutathione dan sistein) yang ada di dalam hati. Sebagian MeHg lainnya memasuki sirkulasi tubuh, yang kemudian terdistribusi ke seluruh jaringan termasuk otak (Dorea *et al.*, 2013).



Gambar 1. Jumlah penelitian merkuri (Hg) di perairan Indonesia (2009-2024) berdasarkan penelitian yang dipublikasikan



Gambar 2. Tingkat Pencemaran Merkuri (Hg) di Perairan Indonesia

Penelitian Merkuri di Perairan Indonesia

Secara keseluruhan, terdapat 32 penelitian yang berkaitan dengan merkuri di perairan Indonesia yang ditemukan dalam penelitian ini dalam rentang tahun dari 2009-2024 (Gambar 1). Berdasarkan keseluruhan penelitian tersebut, merkuri tersebar di perairan Indonesia yang meliputi pesisir, sungai, danau, pantai, waduk, muara, dan teluk. Persentase tertinggi Logam berat merkuri (Hg) yang diteliti terdapat di sungai (38%), dan yang terendah terdapat di waduk dan danau (3%) (Gambar 2, Tabel 1). Tingkat pencemaran merkuri tertinggi dari rentang tahun 2009-2024 adalah tahun 2017 dan yang terendah pada tahun 2009, 2014, 2018 dan 2024 dengan jumlah data yang sama.

Lokasi pengambilan sampel logam berat merkuri meluas di seluruh wilayah perairan di Indonesia. Namun, masih terbatasnya penelitian merkuri di Pulau Kalimantan, Papua, Lampung, Bengkulu, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Barat,

Maluku Utara, dan lainnya. Pentingnya dilakukan penelitian logam berat khususnya merkuri (Hg) agar dapat dijadikan sebagai sumber acuan terhadap pencegahan kerusakan yang ditimbulkan oleh merkuri yang bersifat karsinogenik baik bagi lingkungan seperti biota perairan: terumbu karang (Najmi *et al.*, 2023), ikan karang (Fazillah *et al.*, 2020), ikan bioindikator perairan (Octavina *et al.*, 2021) dan makrozobenthos (Razi *et al.*, 2021); ekosistem sekitar seperti mangrove (Octavina *et al.*, 2022) dan lamun (Fazillah *et al.*, 2021); dan juga dapat berdampak pada masyarakat yang mengonsumsi ikan serta kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar perairan yang tercemar merkuri (Razi *et al.*, 2022). Informasi terkait merkuri pada perairan Indonesia sangat dibutuhkan untuk memberikan pemahaman dan kesadaran mengenai pencemaran lingkungan sehingga upaya dalam mengatasi pencemaran akibat merkuri menjadi lebih efektif.

Tabel 1. Data Pencemaran Merkuri di Perairan Indonesia

No.	Lokasi	Nilai Pencemaran (mg/L)	Objek Tercemar	Asal Pencemaran	Referensi
1.	Perairan Pulau Panjang Kab. Serang, Prov. Banten	0,028	Sedimen	Limbah domestik, jalur transportasi kapal dan limbah pelabuhan	Ramadhan <i>et al.</i> (2024)
2.	Pesisir Teluk Kao, Kab. Halmahera Utara, Prov. Maluku Utara	0,0039-0,0052	Air	Aktivitas penambangan emas	Thalib <i>et al.</i> (2023)
3.	Sungai Desa Semangut, Kec. Bunut Hulu, Kab. Kapuas Hulu, Prov. Kalimantan Barat	0,0044	Air	Aktivitas penambangan emas tanpa izin	Hamidi <i>et al.</i> (2023)
4.	Sungai Kinali, Kec. Kinali, Kab. Pasaman Barat,	0,000062	Air	Limbah pertambangan	Muchtar <i>et al.</i> (2023)

No.	Lokasi	Nilai Pencemaran (mg/L)	Objek Tercemar	Asal Pencemaran	Referensi
5.	Prov. Sumatera Barat Perairan Sekitar Tambang Emas Desa Tanoyan Selatan, Prov. Sulawesi Utara Sungai Krueng Sabee, Kec.	0,000066	Air	Aktivitas pertambangan emas masyarakat sekitar	Muchtar <i>et al.</i> (2023)
6.	Krueng Sabe, Kab. Aceh Jaya, Prov. Aceh	0,3817	Sedimen dan air	Aktivitas penambangan emas ilegal	Rahayu dan Mangkoedihardjo (2022)
7.	Perairan Cirebon, Prov. Jawa Barat Sungai Kab. Parigi, Moutong, Prov. Sulawesi Tengah	0.0010	Sedimen	Aktivitas perikanan, industri, dan manusia	Haryati <i>et al.</i> (2022)
8.	Sungai Teunom, Kab. Aceh Jaya, Prov. Aceh	0,0008	Air	Aktivitas pertambangan emas	Rasul dan Musafira (2022)
9.	Perairan Cengkok, Teluk Banten, Kab. Serang, Prov. Banten	1,19	Air dan Sedimen	Aktivitas pertambangan	Fauziah <i>et al.</i> (2021)
10.	Sungai Kuantan, Kab. Indragiri, Prov. Riau	0.002	Air	Kegiatan pertambangan dan industri	Noviani <i>et al.</i> (2021)
11.		0,061	Air, sedimen, ikan	Aktivitas penambangan emas ilegal	Hasibuan <i>et al.</i> (2021)
12.	Danau Limboto, Kec. Limboto, Prov. Gorontalo	0,0146	Air	aktivitas manusia seperti pembuangan limbah rumah tangga, kegiatan pertanian dan aktivitas industri.	Niode <i>et al.</i> (2021)
13.	Sungai Cikaniki, Kab. Bogor, Prov. Jawa Barat	0,00037	Air	Limbah industri dan aktivitas vulkanik	Azizah dan Maslahat (2021)
14.	Sungai Tiabo, Prov. Maluku Utara	0,0005	Air	Aktivitas Pertambangan emas	Bernadus <i>et al.</i> (2021)
15.	Sungai Krueng Geumpang, Kab. Pidie, Prov. Aceh	0,0015	Air dan sedimen	Limbah pertanian, industri pupuk, dan polusi akuakultur	Nasir <i>et al.</i> (2020)
16.	Perairan Marlosso dan Nametek Kab. Buru Prov. Maluku	Tidak Terukur	Lamun	Pertambangan emas	Natsir <i>et al.</i> (2020)
17.	Sungai Desa Tambang Sawah, Kec. Pinang Belapis, Prov. Bengkulu	0,021	Air dan sedimen	Aktivitas penambangan emas ilegal	Mulyadi <i>et al.</i> (2020)
18.	Sungai Singingi, Prov. Riau	0,21	Air	Aktivitas penambangan emas tanpa izin	Yulis dan Desti (2020)
19.	Sungai Waelata, Kab. Buru, Prov. Maluku	0,191	Sedimen dan Biota	Pengolahan material emas Gunung Botak dan Gogrea	Irsan <i>et al.</i> (2020)

No.	Lokasi	Nilai Pencemaran (mg/L)	Objek Tercemar	Asal Pencemaran	Referensi
20.	Sungai Anahoni, Kab. Buru, Prov. Maluku	0,563			
	Pantai Suranenggala, Prov. Jawa Barat	0,019			
	Pantai Losari, Prov. Sulawesi	0,01			
21.	Selatan Pantai Teluk Jakarta, Prov. DKI Jakarta	5,86	Kerang hijau	Limbah Industri	Andayani <i>et al.</i> (2020)
	Pantai Panimbang, Prov. Banten	< 0,22			
22.	Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan	0,001-0,032	Air	Kegiatan pertambangan dan industri	Suteja <i>et al.</i> (2019)
23.	Sungai Buladu, Prov. Gorontalo	0,0187	Air, sedimen, dan ikan	Aktivitas penambangan emas tanpa izin	Elawati <i>et al.</i> (2019)
24.	Sungai Tiung, Prov. Kalimantan Selatan	0,04	Air	Limbah pertambangan intan dan emas	Ni'mah <i>et al.</i> (2019)
	Muara Sungai Bailang, Prov. Sulawesi Utara	0,0502			
	Muara Sungai Sario, Prov.	0,027			
25.	Sulawesi Utara Muara Sungai Bahu, Prov. Sulawesi Utara	0,0615	Sedimen	Limbah pertambangan	Ronoko <i>et al.</i> (2019)
	Muara Sungai Malalayang, Prov. Sulawesi Utara	0,0143			
26.	Sungai TPA Regional Kota Solo	0,102	Air	Aktivitas TPA Regional Kota Solo	Pratiwi dan Aidha (2018)
27.	Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan	<0,001-0,012	Air dan Sedimen	Kegiatan pertambangan dan industri	Barus (2017)
28.	Pesisir Kota Lhokseumawe, Aceh utara	<0,00019	Air	Limbah industri	Komarawidjaja <i>et al.</i> (2017)
29.	Aliran Sungai Grindulu Pacitan	0,005	Air	Limbah industri	Wijayanti (2017)
30.	Pesisir Kota Makassar	Tidak Terukur	Sedimen	Pengrajin emas di kawasan pantai Losari Makassar	Ishak (2017)
31.	Teluk Kao Halmahera Utara, Prov. Maluku	0,0032, mg/L - 0,0076 mg/L.	Air dan Sedimen	Kegiatan penambangan emas	Husen (2017)
32.	Utara Sungai Sabee, Kab. Aceh Jaya, Prov. Aceh	0,076			
	Sungai Panga, Kab. Aceh Jaya, Prov. Aceh	0,68	Sedimen	Kegiatan Pertambangan	Purnawan <i>et al.</i> (2017)

No.	Lokasi	Nilai Pencemaran (mg/L)	Objek Tercemar	Asal Pencemaran	Referensi
34.	Sungai Teunom, Kab. Aceh Jaya, Prov. Aceh	1,03			
35.	Teluk Manado, Semenanjung Utara Pulau Sulawesi, Provinsi Sulawesi Utara	0,277	Air dan Ikan	Aktivitas penangkapan ikan, transportasi, dan pariwisata	Narasiang <i>et al.</i> (2015)
36.	Perairan Teluk Palu, Provinsi Sulawesi Tengah	0,016	Air, sedimen, ikan	Aktivitas pertanian dan pertambangan tradisional	Paundanan <i>et al.</i> (2015)
37.	Teluk Jakarta, Provinsi DKI Jakarta	0,0015	Air	Limbah industri	Kusuma <i>et al.</i> (2014)
38.	Sungai Rupit Musi Rawas, Sumatera Selatan	2,17	Air dan Sedimen	Limbah pengolahan bijih emas	Suheryanto <i>et al.</i> (2013)
39.	Sungai Poboya, Kota Palu, Sulawesi Tengah	0,098	Sedimen	Aktivitas pertambangan	Purnawan <i>et al.</i> (2013)
40.	Perairan Teluk Palu, Provinsi Sulawesi Tengah	1,148	Air laut, sedimen, jaringan ikan	Aktivitas pertambangan Poboya	Yusuf <i>et al.</i> (2013)
41.	Waduk Saguling, Bandung Barat, Jawa Barat	0,016	Air	Limbah industri dan pemukiman	Nirmala <i>et al.</i> (2012)
42.	Sungai Jagir, Kota. Surabaya, Prov. Jawa Timur	0,0063	Air	Limbah oleh aktivitas masyarakat	Marsyalita <i>et al.</i> (2012)
43.	Sungai Cikaniki, Jawa Barat	2,05	Air dan Sedimen	Limbah rumah tangga dan aktivitas pertanian	Suryono <i>et al.</i> (2010)
44.	Sungai Talawaan, Kab. Minahasa Utara, Sulawesi Utara	0,078-1,136	Sedimen	Aktivitas Tambang Emas	Komalig <i>et al.</i> (2010)
45.	Sungai Porong, Provinsi Jawa Timur	Tidak Terukur	Air	Pembuangan limbah lumpur lapindo	Rachmawatie <i>et al.</i> (2009)

Dampak Pencemaran Merkuri

Kontaminasi merkuri di perairan menyimpan bahaya besar bagi ekosistem dan kelangsungan hidup manusia. Kandungan merkuri dapat terakumulasi di jaringan biota perairan, sehingga dapat berdampak pada meningkatnya risiko keracunan merkuri pada manusia yang mengkonsumsi hasil laut dari perairan yang terkontaminasi (Mason *et al.*, 2012). Pencemaran merkuri telah ditemukan di beberapa perairan di Indonesia.

Berdasarkan data yang telah didapatkan, salah satu contoh perairan yang tercemar limbah merkuri yaitu sungai Rupit Musi Rawas yang terletak di Sumatera Selatan dengan nilai indeks pencemaran sebesar 2,17 mg/L dimana nilai ini didapatkan dari konsentrasi merkuri yang terdapat di air dan sedimen sungai tersebut (Suheryanto *et al.*, 2013). Selain itu, sungai Cikaniki yang terletak di Jawa Barat juga mengalami pencemaran merkuri dengan nilai indeks pencemaran sebesar 2,05 mg/L, dan ditemukan di bagian sedimen dan badan air sungai (Suryono *et al.*, 2010).

Pencemaran merkuri pada biota perairan terdapat dalam jurnal oleh Azizah dan Maslahat (2021) di sungai Cikaniki dimana ditemukan kandungan merkuri pada ikan dan jurnal oleh Andayani *et al.* (2020) di beberapa titik sungai dimana ditemukan kandungan merkuri pada kerang hijau. Pencemaran merkuri di perairan Indonesia memiliki dampak yang sangat besar pada lingkungan. Merkuri yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan yang dilakukan oleh manusia dapat mencemari air, udara dan tanah di sekitarnya (Jaishankar *et al.*, 2014).

Merkuri di dalam air dapat diubah menjadi metil merkuri (CH₃-Hg) yang memiliki tingkat toksisitas tinggi bagi organisme air dan manusia (Hananingtyas, 2012). Selain itu, pencemaran merkuri khususnya di perairan juga dapat memengaruhi ekosistem perairan sehingga menimbulkan gangguan pada keseimbangan alam dan dapat mengurangi keanekaragaman hayati (Lee *et al.*, 2018). Pencemaran merkuri memiliki dampak yang sangat berbahaya pada kesehatan manusia. Salah satu sumber

terbesar dari paparan merkuri bagi manusia adalah melalui konsumsi ikan laut yang terkontaminasi merkuri (Adlim, 2016).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil review, di indikasikan bahwa penelitian pencemaran merkuri (Hg) telah banyak terjadi di beberapa wilayah perairan Indonesia. Dari 44 lokasi perairan tersebut ditemukan tingkat pencemaran merkuri yang berbeda-beda, dimana tingkat pencemaran merkuri tertinggi di perairan Indonesia terdapat di Pantai Teluk Jakarta, yaitu sebesar 5,86. Sungai memiliki persentase pencemaran tertinggi yaitu 38% dan terendah pada danau dan waduk sebesar 3%. Pencemaran merkuri yang terjadi pada air, sedimen dan biota laut serta terus meningkat, menimbulkan kekhawatiran yang kemudian berdampak pada kesehatan lingkungan dan manusia itu sendiri.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada para dosen pengampu yang telah membimbing selama proses penulisan naskah ini serta kepada para anggota tim yang telah berkerja sama dalam penulisan naskah ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Andayani, A., Koesharyani, I., Fayumi, U., Rasidi, R., & Sugama, K. (2020). Akumulasi logam berat pada kerang hijau di perairan Pesisir Jawa. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 5(2), 135-144.

Barus, B. S. (2017). Analisis kandungan logam berat kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) pada air dan sedimen di perairan Muara Sungai Banyuasin. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 9(1), 69-76.

Bernadus, G. E., & Rorong, J. A. (2021). Dampak merkuri terhadap lingkungan perairan sekitar lokasi pertambangan di Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. *Agri-Sosioekonomi*, 17(2 MDK), 599-610.

Elawati, E., & Isa, I. (2019). Cemar logam merkuri (Hg) pada air dan sedimen Sungai Buladu akibat pertambangan emas tanpa izin (peti) di Kecamatan Sumalata. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, 7(1), 40-43.

Fazillah, M. R., Afrian, T., Razi, N. M., Ulfah, M., & Bahri, S. (2020). Kelimpahan, keanekaragaman dan biomassa ikan karang pada Perairan Ujong Puncu, Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Perikanan Tropis*, 7(2), 134-14.

Hamidi, S. S., Jati, D. R., & Desmaiani, H. (2023). Analisis kadar merkuri pada air sungai di lokasi pertambangan emas tanpa izin Desa Semangut Kecamatan Bunut Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 056-065.

Haryati, A., Prartono, T., & Hindarti, D. (2022). Konsentrasi merkuri (Hg) di sedimen Perairan Cirebon, Jawa Barat pada musim peralihan timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(3), 321-335.

Hasibuan, D. K. A., Riani, E., & Anwar, S. (2021). Kontaminasi merkuri (Hg) pada air sungai, air sumur, sedimen dan ikan di Sungai Kuantan, Riau. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(4), 679-687.

Ishak, N. I. (2017). Analisis risiko lingkungan logam berat merkuri pada sedimen laut di wilayah pesisir kota Makassar. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(2), 88-92.

Komarawidjaja, W., Riyadi, A., & Garno, Y.S. (2017). Status kandungan logam berat perairan pesisir Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 251-258.

Krisno, P. L. (2017). Kemajuan Industri dan Dampak Lingkungannya di Jepang Sebelum Tahun 1950. *Jurnal Lensa Budaya: Journal of Cultural Sciences*, 12, 60-69.

Kusuma, A. H., Prartono, T., Atmadipoera, A. S., & Arifin, T. (2015). Sebaran logam berat terlarut dan terendapkan di perairan teluk Jakarta. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 6(1), 41-49.

Loekitowati, P., & Doyosi, E. (2013). Kajian Pencemaran Merkuri Total di Perairan Sungai Rupit Musi Rawas Sumatera Selatan. *Prosiding SEMIRATA 2013*, 1(1).

Male, Y. T., & Selanno, D. A. (2020). Analisis kandungan merkuri (Hg) pada ekosistem Sungai Waelata dan Sungai Anahoni yang terdampak aktifitas pertambangan emas di Pulau Buru, Maluku. *Chemistry Progress*, 13(1).

Muchtar, E., Supit, C. J., & Riogilang, H. (2023). Analisis pencemaran merkuri pada perairan sekitar tambang emas rakyat di Desa Tanoyan Selatan. *TEKNO*, 21(85), 1501-1508.

Mulyadi, I., Zaman, B., & Sumiyati, S. (2020). Konsentrasi merkuri pada air sungai dan sedimen sungai Desa Tambang Sawah akibat penambangan emas tanpa izin. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 4(2), 93-97.

Narasiang, A. N., Lasut, M. T., & Kawung, N. J. (2015). Akumulasi merkuri (Hg) pada ikan di Teluk Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 8-14.

Nasir, M., Iqbar., Munira., Muchlisin, Z. A., Saiful., Suhendrayatna., & Erdiwansyah. (2020). Investigation of Heavy Metals in River Water, Sediments, and Fish in Krueng Geumpang, Pidie Regency, Aceh Province. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 75, 81-83.

Natsir, N. A., Selanno, D. A., Tupan, C. I., & Male, Y. T. (2020). Analisis kandungan merkuri (Hg) dan kadar klorofil lamun *Enhalus acoroides* di perairan Marlosso dan Nametek Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 9(1), 89-100.

Ni'mah, L., Anshari, M. A., & Saputra, H. A. (2019). Pengaruh variasi massa dan lama kontak fitoremediasi tumbuhan parupuk (*Phragmites karka*) terhadap derajat keasaman (pH) dan penurunan kadar merkuri pada perairan bekas penambangan intan dan emas kabupaten Banjar. *Jurnal Konversi*, 8(1), 8.

Niode, S. N., Hasim, H., & Kasim, F. (2021). Tingkat kontaminasi logam berat merkuri (Hg) di Perairan Danau Limboto. *The NIKE Journal*, 9(3), 058-063.

Noviani, E., Sulistiono, S., & Samosir, A. M. (2020). Heavy metal (pb, hg) extent in mud crab (*Scylla serrata*) in Cengklok Coastal Waters, Banten Bay, Indonesia. *Omni-Akuatika*, 16(2), 108-115.

Paundanan, M., Riani, E., & Anwar, S. (2015). Kontaminasi logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada air, sedimen dan ikan selar Tetengkek (*Megalaspis Cordyla* L) di Teluk Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural*

- Resources and Environmental Management*), 5(2), 161-161.
- Posin, S. L., Kong, E. L., & Sharma, S. (2023). *Mercury Toksisity*. StatPearls Publishing.
- Purnawan, S., Sikanna, R., & Prismawiryanti, P. (2013). Distribusi logam merkuri pada sedimen laut di sekitar muara Sungai Poboya. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 2(1).
- Rachmawatie, R., Hidayah, Z., & Abida, I. W. (2009). Analisis konsentrasi merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) di Muara Sungai Porong sebagai area buangan limbah lumpur lapindo. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 2(2), 125-134.
- Ramadhan, R. A., Maharani, N. M. S., Ling, M. G., Al Fauzan, A., Utami, D. A., Sasongko, A. S., & Cahyarini, S. Y. (2024). Analisis konsentrasi merkuri (Hg) pada sampel sedimen di Perairan Pulau Panjang Banten. *Journal of Marine Research*, 13(1), 127-136.
- Rasul, E., & Musafira. Analisis Kandungan Merkuri (Hg) pada Badan Air, Sedimen dan Biota yang Terdampak Aktivitas Pertambangan Emas di Kabupaten Parigi Moutang. *Jurnal Riset Kimia*, 8, 39-44.
- Ronoko, S. R., Karwur, D. B., & Lasut, M. T. (2019). Mercury (Hg) contamination in Manado Bay, North Sulawesi, Indonesia. ., 7(1), 1-6.
- Suryono, C. A., Widada, S., Rochaddi, B., Subagiyo, S., Setyati, W. A., & Susilo, E. S. (2018). Kontaminasi arsen, merkuri dan magnesium pada air laut sedimen dan *Anadara Inaequivalvis* (Mollusca: Bivalvia, Bruguiera, 1792) di Perairan Brebes, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 150-154.
- Suteja, Y., Purwiyanto, A. I. S., & Agustriani, F. (2019). Merkuri (Hg) di Permukaan Perairan Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan, Indonesia. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2), 177-184.
- Wijayanti, T. (2017). Profil pencemaran logam berat pada perairan daerah aliran sungai (DAS) Grindulu Pacitan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17, 19-25.