

**ANALISIS DAMPAK PENCEMARAN LAUT AKIBAT LIMBAH ELEKTRONIK
TERHADAP EKOSISTEM LAUT DI INDONESIA****Samuel Chandra Rodiman Samosir¹, Mohammad Fidel Ughniyah Gibran²,
Muhammad Arel Ocean Wiranto³, Ubaidillah Kamal⁴**

Universitas Negeri Semarang

Correspondence

Email:

No. Telp:

Submitted 8 Mei 2024

Accepted 14 Mei 2024

Published 15 Mei 2024

Abstrak

Dalam menghadapi tantangan global pencemaran laut, Indonesia mengalami peningkatan masalah terkait limbah elektronik yang berdampak pada ekosistem lautnya. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis dampak limbah elektronik terhadap keanekaragaman hayati dan kesehatan ekosistem laut di wilayah pesisir Indonesia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang efektif untuk mengatasi masalah pencemaran laut oleh limbah elektronik dan mempromosikan keberlanjutan ekosistem laut di Indonesia. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya kerjasama antar sektoral dan penerapan hukum yang lebih ketat sebagai langkah strategis dalam mengurangi dampak negatif limbah elektronik. Dengan fokus pada solusi berbasis bukti dan kerangka hukum yang ada, artikel ini memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur tentang hukum lingkungan dan pengelolaan limbah elektronik di Indonesia.

Kata Kunci: Pencemaran Laut, Limbah Elektronik, Kebijakan Lingkungan**Abstract**

Facing the global challenge of marine pollution, Indonesia experiences an increase in issues related to electronic waste impacting its marine ecosystems. This article aims to analyze the impacts of electronic waste on biodiversity and the health of marine ecosystems in the coastal areas of Indonesia. The findings of this research are expected to provide effective policy recommendations to address marine pollution issues caused by electronic waste and promote the sustainability of marine ecosystems in Indonesia. This study also highlights the importance of cross-sectoral cooperation and stricter law enforcement as strategic measures to reduce the negative impacts of electronic waste. Focusing on evidence-based solutions and existing legal frameworks, this article makes a significant contribution to the literature on environmental law and electronic waste management in Indonesia.

Key Words: Marine Pollution, Electronic Waste, Environmental Policy**PENDAHULUAN****A. Latar Belakang**

Indonesia, dengan statusnya sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, menghadapi tantangan yang semakin meningkat dalam mengelola limbah elektronik. Pencemaran laut akibat limbah elektronik telah menjadi isu lingkungan yang mendesak, terutama karena Indonesia dikenal sebagai salah satu kontributor terbesar sampah plastik ke lautan. Dengan lebih dari 17.000 pulau dan panjang garis pantai yang mencapai hampir 100.000 kilometer, ekosistem laut Indonesia tidak hanya memegang peranan penting dalam keanekaragaman hayati global tetapi juga merupakan sumber daya ekonomi penting bagi penduduk lokal yang bergantung pada perikanan dan pariwisata. Keanekaragaman hayati yang kaya dan ekosistem laut yang produktif memberikan manfaat ekologis yang tak terhitung, termasuk penyerapan karbon, perlindungan terhadap erosi pantai, dan penyediaan habitat bagi berbagai spesies laut. Namun, peningkatan limbah elektronik yang tidak terkelola dengan baik telah menyebabkan kerusakan serius pada habitat laut ini. Limbah elektronik mengandung berbagai berbahaya

seperti timbal, merkuri, dan kadmium, yang bila terlepas ke lingkungan laut, dapat mengakibatkan keracunan pada biota laut dan akumulasi toksin dalam rantai makanan¹.

Selain itu, limbah elektronik juga berkontribusi pada masalah pencemaran mikroplastik, yang telah ditemukan di seluruh ekosistem laut, dari pantai hingga palung laut terdalam. Mikroplastik ini tidak hanya berdampak pada kehidupan biota laut tetapi juga pada kesehatan manusia, karena partikel-partikel ini dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi ikan dan seafood yang terkontaminasi. Peningkatan kesadaran dan upaya pengelolaan limbah elektronik yang lebih baik sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif ini. Hal ini mencakup peningkatan infrastruktur daur ulang, penerapan regulasi yang lebih ketat terhadap pembuangan limbah elektronik, dan promosi gaya hidup berkelanjutan di kalangan masyarakat. Dengan demikian, Indonesia dapat melindungi ekosistem lautnya yang berharga dan memastikan bahwa mereka terus memberikan manfaat bagi generasi saat ini dan yang akan datang².

Penelitian ini secara mendalam mengkaji dampak limbah elektronik terhadap ekosistem laut di Indonesia, sebuah negara kepulauan dengan keanekaragaman hayati maritim yang kaya dan ekosistem laut yang vital bagi keberlangsungan hidup banyak spesies serta mata pencaharian penduduk lokal. Dengan lebih dari 17.000 pulau, Indonesia memiliki salah satu ekosistem laut terbesar dan paling beragam di dunia, yang kini menghadapi ancaman serius akibat peningkatan limbah elektronik yang tidak terkelola dengan baik. Limbah elektronik, yang sering mengandung bahan kimia berbahaya dan logam berat, dapat merusak habitat laut, mengganggu rantai makanan, dan menyebabkan kerusakan jangka panjang pada ekosistem laut jika tidak ditangani dengan tepat. Dalam konteks hukum, Indonesia telah mengambil langkah-langkah signifikan untuk melindungi lingkungan lautnya. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan atau Perusakan Laut merupakan dua contoh regulasi yang menunjukkan komitmen negara dalam mengatasi masalah pencemaran laut³. Undang-undang ini menetapkan kerangka kerja untuk pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan, termasuk sanksi bagi pelanggaran yang terjadi. Namun, tantangan terbesar yang dihadapi adalah implementasi dan penegakan hukum yang efektif. Meskipun regulasi telah ada, masih terdapat kesenjangan antara peraturan yang ada dengan realitas di lapangan. Faktor-faktor seperti kurangnya sumber daya, infrastruktur yang tidak memadai, dan kesadaran publik yang rendah terhadap masalah lingkungan berkontribusi pada kesulitan dalam penerapan hukum secara konsisten⁴. Melalui pendekatan multidisipliner yang menggabungkan analisis hukum, studi kasus, dan data empiris, artikel ini akan menguraikan bagaimana limbah elektronik dapat mempengaruhi ekosistem laut dan apa saja langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengurangi dampak negatif tersebut. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat

¹ Utami, A. P., Pane, N. N. A., & Hasibuan, A. (2023). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap pencemaran lingkungan hidup. *Cross-border*, 6(2), 1107-1112.

² Rizki, H. L. P., & Apriani, R. (2023). ANALISIS PEMBANGUNAN PLTU TERHADAP PENCEMARAN UDARA DAN EKOSISTEM LAUT BERDASARKAN PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN. *Mimbar: Jurnal Penelitian Sosial Dan Politik*, 12(2), 418-431.

³ Ayuni, T., Nurrochmat, D. R., & Indrasti, N. S. (2016). Strategi pengelolaan limbah elektronik melalui pengembangan infrastruktur ramah lingkungan. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 3(1), 78-86.

⁴ Ferilanda, J. Y., febr Eriyanti, N., & Efridadewi, A. (2023). Analisis Yuridis Pencemaran Laut yang Disebabkan Limbah Rumah Tangga. *Aufklarung: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, 3(4), 17-25.

memberikan rekomendasi kebijakan yang berbasis bukti untuk meningkatkan pengelolaan limbah elektronik dan perlindungan ekosistem laut di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana limbah elektronik mempengaruhi keanekaragaman hayati laut di Indonesia?
2. Apa saja langkah-langkah hukum yang telah dan seharusnya diambil oleh pemerintah Indonesia untuk mengatasi masalah pencemaran laut oleh limbah elektronik?

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian normatif, yang merupakan pendekatan yang umum dalam penelitian hukum. Metode ini berfokus pada pengkajian terhadap peraturan perundang-undangan, kebijakan pemerintah, dan literatur terkait untuk menjawab isu hukum yang dihadapi. Penelitian normatif memungkinkan peneliti untuk menemukan aturan hukum, prinsip-prinsip hukum, serta doktrin-doktrin hukum yang relevan dengan masalah yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Limbah Elektronik Terhadap Keanekaragaman Hayati Laut Di Indonesia

E-waste, atau limbah elektronik, merujuk pada perangkat elektronik atau listrik yang telah mencapai akhir masa gunanya dan siap untuk diganti dengan model yang lebih modern dan berkualitas tinggi. Di era teknologi yang terus berkembang ini, peningkatan kemajuan teknologi menjadi faktor utama yang berkontribusi pada peningkatan volume limbah elektronik di Indonesia, yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Eksploitasi sumber daya alam yang berkelanjutan dapat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan, yang pada gilirannya, berpengaruh langsung terhadap kehidupan manusia, mengurangi kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan. Limbah elektronik, yang sering kali mengandung berbagai bahan kimia berbahaya dan logam berat, telah menjadi sumber pencemaran yang signifikan bagi ekosistem laut di Indonesia. Dampaknya terhadap keanekaragaman hayati laut dapat dilihat melalui beberapa aspek, mulai dari penurunan populasi spesies hingga perubahan dalam struktur komunitas biota laut.

Limbah elektronik yang mencapai lingkungan laut memiliki potensi yang signifikan untuk merusak habitat laut yang penting, seperti terumbu karang dan padang lamun. Terumbu karang, yang dikenal sebagai salah satu ekosistem paling beragam dan produktif di bumi, sangat rentan terhadap polusi. Partikel halus dari limbah elektronik dapat menyebabkan sedimentasi yang berlebihan, yang menutupi permukaan karang dan mengganggu proses fotosintesis yang vital bagi kehidupan karang. Tanpa fotosintesis yang memadai, zooxanthellae alga simbiotik yang hidup dalam jaringan karang tidak dapat memproduksi nutrisi yang cukup, yang pada akhirnya dapat menyebabkan pemutihan dan kematian karang. Padang lamun, yang berperan penting sebagai penyerap karbon dan sebagai habitat penting bagi banyak spesies laut, juga terancam oleh limbah elektronik. Penumpukan limbah ini dapat mengganggu pertumbuhan dan reproduksi lamun, mengurangi kemampuannya untuk menyerap karbon, dan menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati. Penelitian telah menunjukkan bahwa peristiwa seperti Sargassum Inundation Events (SIEs) dapat mengurangi penutupan padang lamun asli, membuatnya lebih rentan terhadap erosi dan kolonisasi cepat oleh spesies alga invasif karena peningkatan paparan dasar laut⁵.

Dalam konteks hukum, Indonesia telah mengeluarkan berbagai peraturan untuk memberikan perlindungan bagi ekosistem pesisir. Terkait dengan perlindungan dan

⁵ Djafar, A. Y., Puluhalawa, F., Puluhalawa, J., & Harun, A. A. (2023). Dampak Dari Pencemaran Lingkungan Akibat Sampah Elektronik Dalam Prespektif Hukum Lingkungan. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(6), 1637-1646.

pengelolaan lingkungan, Indonesia memiliki Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang menetapkan kerangka kerja untuk pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan, termasuk sanksi bagi pelanggaran yang terjadi. Selain itu, Indonesia juga telah meratifikasi Konvensi Keanekaragaman Hayati PBB tahun 1992 melalui Undang-Undang No. 5 Tahun 1994, yang menekankan pentingnya melindungi dan melestarikan keanekaragaman hayati, termasuk keanekaragaman hayati laut. Oleh karena itu, penting bagi Indonesia untuk tidak hanya mengandalkan kerangka hukum yang ada tetapi juga memastikan implementasi dan penegakan hukum yang efektif untuk melindungi habitat laut yang berharga ini dari dampak negatif limbah elektronik. Ini termasuk peningkatan infrastruktur daur ulang, edukasi masyarakat tentang bahaya limbah elektronik, dan penegakan hukum yang lebih ketat terhadap pembuangan limbah elektronik yang tidak bertanggung jawab.

Logam berat juga seperti merkuri dan timbal, yang sering ditemukan dalam limbah elektronik, memiliki potensi yang signifikan untuk mengakumulasi dalam organisme laut melalui proses yang dikenal sebagai biomagnifikasi. Proses ini menggambarkan bagaimana konsentrasi toksin dapat meningkat sepanjang rantai makanan, dimulai dari organisme tingkat rendah seperti plankton hingga mencapai predator puncak seperti hiu dan paus. Ketika plankton mengonsumsi partikel-partikel kecil yang mengandung merkuri atau timbal, logam berat ini tidak mudah terurai dan akhirnya terakumulasi dalam jaringan tubuh mereka. Ikan-ikan kecil yang memakan plankton ini kemudian mengumpulkan lebih banyak logam berat dalam tubuh mereka, dan seterusnya, hingga mencapai ikan yang lebih besar dan predator puncak. Spesies yang lebih besar dan yang memiliki umur lebih panjang cenderung menunjukkan tingkat kontaminasi yang lebih tinggi karena mereka memiliki lebih banyak waktu untuk mengakumulasi toksin ini dalam jaringan tubuh mereka selama hidup mereka.

Dampak dari akumulasi merkuri dan timbal ini pada kesehatan dan kesuburan spesies laut sangat mengkhawatirkan. Merkuri, misalnya, telah dikaitkan dengan efek teratogenik, neurotoksik, dan toksisitas reproduktif, yang dapat merusak sel, jaringan, protein, dan gen, serta pada akhirnya mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan perilaku ikan laut. Timbal juga telah ditemukan memiliki efek negatif pada invertebrata laut, termasuk gangguan pada tahapan perkembangan dari fertilisasi hingga perkembangan larva, serta gangguan reproduksi dan mortalitas. Dalam konteks hukum Indonesia, terdapat peraturan yang mengatur tentang perlindungan lingkungan dan pengelolaan limbah berbahaya. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menetapkan kerangka kerja untuk pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan, termasuk limbah elektronik dan logam berat⁶. Selain itu, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia telah mengeluarkan peraturan mengenai batas maksimum kontaminan logam berat dalam makanan olahan, yang mencerminkan kesadaran dan upaya untuk mengendalikan paparan logam berat dalam rantai pasokan makanan.

Pencemaran limbah elektronik juga telah terbukti menyebabkan penurunan keanekaragaman spesies di beberapa wilayah. Misalnya saja di Teluk Jakarta, telah terjadi penurunan jumlah spesies ikan yang signifikan, yang sebagian disebabkan oleh peningkatan limbah elektronik yang tidak terkelola. Pencemaran limbah elektronik di Teluk Jakarta telah menjadi perhatian serius dalam beberapa tahun terakhir. Studi yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan yang signifikan dalam keanekaragaman spesies ikan, yang dikaitkan dengan peningkatan limbah elektronik yang tidak terkelola dengan baik. Limbah ini mengandung berbagai bahan kimia berbahaya dan logam berat yang dapat meracuni ekosistem laut,

⁶ Jamal, R. K., & Erlina, E. (2020). Penegakan Hukum Pidana Lingkungan Terhadap Pelaku Pencemaran Lingkungan Hidup. *Alauddin Law Development Journal*, 2(2), 133-141.

mengganggu rantai makanan, dan menyebabkan kerusakan genetik pada spesies laut. Teluk Jakarta, yang merupakan bagian dari ekosistem laut tropis yang kaya, telah mengalami penurunan drastis dalam jumlah mollusk dari 171 spesies menjadi hanya 58 spesies, yang sebagian besar disebabkan oleh tingkat sedimentasi antropogenik dan limbah domestik yang tinggi, termasuk limbah elektronik. Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah elektronik berkontribusi pada peningkatan sedimentasi yang mengganggu habitat dasar laut, yang penting bagi kehidupan banyak spesies laut⁷. Selain itu, limbah elektronik juga berkontribusi pada peningkatan konsentrasi logam berat seperti timbal dan merkuri di lingkungan laut. Logam-logam ini dikenal karena toksisitasnya yang tinggi dan kemampuannya untuk terakumulasi dalam jaringan biologis, menyebabkan biomagnifikasi dalam rantai makanan laut. Akibatnya, spesies yang berada di puncak rantai makanan, seperti ikan besar dan mamalia laut, menunjukkan tingkat kontaminasi yang lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kesuburan mereka.

Dalam upaya mengatasi masalah pencemaran limbah elektronik, Indonesia telah mengambil langkah-langkah legislatif yang signifikan. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup merupakan salah satu peraturan utama yang menetapkan kerangka kerja untuk pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, termasuk pengelolaan limbah. Peraturan ini secara khusus mengatur pengelolaan limbah berbahaya dan beracun (B3), termasuk limbah elektronik, yang mencakup berbagai jenis limbah dari baterai bekas hingga peralatan elektronik yang tidak terpakai. Selain itu, Peraturan Pemerintah No. 18/1999 jo No.85/1999 tentang Pengelolaan Limbah B3 memberikan pedoman lebih lanjut tentang prosedur dan standar pengelolaan limbah B3, yang bertujuan untuk mencegah dan mengurangi dampak negatif limbah berbahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Peraturan ini mencakup aspek-aspek seperti penyimpanan, pengumpulan, transportasi, pengolahan, dan pembuangan limbah B3. Namun, tantangan terbesar yang dihadapi adalah dalam implementasi dan penegakan hukum yang efektif. Meskipun kerangka hukum telah ada, masih terdapat kesenjangan antara peraturan yang ada dengan realitas di lapangan. Faktor-faktor seperti kurangnya sumber daya, infrastruktur yang tidak memadai, dan kesadaran publik yang rendah terhadap masalah lingkungan berkontribusi pada kesulitan dalam penerapan hukum secara konsisten⁸.

B. Langkah Langkah Hukum Yang Telah Dan Seharusnya Diambil Pemerintah Indonesia Untuk Mengatasi Masalah Pencemaran Laut Oleh Limbah Elektronik

Pemerintah Indonesia telah mengambil langkah-langkah hukum yang signifikan untuk mengatasi masalah pencemaran laut oleh limbah elektronik. Langkah-langkah ini mencakup penerapan peraturan yang ada serta pengembangan kebijakan baru yang lebih komprehensif. Hasil dari langkah tersebut seperti Keputusan Presiden No. 61/1993 tentang Ratifikasi Konvensi Basel, yang mengatur pengendalian pergerakan limbah berbahaya antar negara. Hal ini menandai langkah penting Indonesia dalam mengelola limbah berbahaya dan mematuhi standar internasional. Konvensi Basel, secara resmi dikenal sebagai Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, adalah perjanjian internasional yang dirancang untuk mengurangi pergerakan limbah berbahaya antar negara, khususnya untuk mencegah transfer limbah berbahaya dari negara-negara maju ke negara-negara berkembang.

⁷ Meinarni, N. P. S. (2016). Dampak pencemaran lingkungan laut terhadap Indonesia akibat tumpahan minyak Montara di Laut Timor. *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, 2(2).

⁸ Ningsih, R. W. (2018). Dampak pencemaran air laut akibat sampah terhadap kelestarian laut di Indonesia. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 0-12.

Konvensi ini tidak hanya bertujuan untuk membatasi pergerakan limbah berbahaya secara internasional tetapi juga untuk meminimalkan jumlah dan toksisitas limbah yang dihasilkan, memastikan pengelolaan limbah yang ramah lingkungan sesuai mungkin dengan sumber generasinya, dan membantu negara-negara berkembang dalam pengelolaan limbah berbahaya dan limbah lainnya yang mereka hasilkan. Indonesia berkomitmen untuk: Mengendalikan pergerakan limbah berbahaya lintas batas negara. Memastikan bahwa limbah berbahaya dikelola dengan cara yang tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Meningkatkan kerjasama internasional dalam pengelolaan limbah berbahaya, termasuk transfer teknologi dan pembangunan kapasitas. Konvensi Basel juga menekankan pentingnya pengurangan limbah di sumbernya dan mendukung prinsip-prinsip pengelolaan limbah yang ramah lingkungan. Ini mencakup penggunaan teknologi yang lebih bersih, daur ulang, pemulihan energi, dan pembuangan akhir yang aman. Dekrit Presiden ini juga mencerminkan kesadaran Indonesia akan potensi negara sebagai tujuan pembuangan limbah berbahaya secara tidak sah dari luar negeri, mengingat geografi kepulauannya yang luas dan perairan terbuka. Oleh karena itu, ratifikasi Konvensi Basel merupakan langkah strategis untuk melindungi wilayah dan warga negara Indonesia dari dampak negatif limbah berbahaya, termasuk limbah elektronik, yang dapat mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan publik. Implementasi Konvensi Basel di Indonesia memerlukan harmonisasi peraturan perundang-undangan nasional yang ada dengan ketentuan-ketentuan konvensi, serta peningkatan kapasitas institusi dan sumber daya manusia untuk mengelola limbah berbahaya sesuai dengan standar internasional. Ini juga menuntut kerjasama yang erat antara pemerintah, industri, dan masyarakat sipil untuk mencapai tujuan-tujuan konvensi secara efektif dan berkelanjutan⁹.

Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup merupakan salah satu peraturan paling penting di Indonesia yang mengatur tentang pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Undang-undang ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap aktivitas pembangunan di negara tersebut tidak merusak lingkungan dan dapat mempertahankan keseimbangan ekologis untuk generasi saat ini dan yang akan datang. beberapa aspek kunci dari UU No. 32/2009 seperti Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL). AMDAL adalah studi yang harus dilakukan sebelum memulai proyek yang diperkirakan memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua dampak potensial telah diidentifikasi dan akan dikelola atau diminimalkan. AMDAL mencakup analisis terhadap dampak sosial, ekonomi, dan kesehatan, serta mempertimbangkan opini publik dalam prosesnya. Pengelolaan limbah juga menjadi aspek. UU ini menetapkan pedoman untuk pengelolaan limbah yang aman dan bertanggung jawab, termasuk limbah domestik, industri, dan berbahaya. Ini mendorong pengurangan, pemilahan, daur ulang, dan pemulihan limbah sebagai bagian dari ekonomi sirkular. Kemudian perlindungan ekosistem. UU ini memberikan perlindungan khusus untuk ekosistem penting seperti hutan, lahan basah, dan terumbu karang, yang semuanya penting untuk keanekaragaman hayati dan kesejahteraan manusia. Ini juga mengatur tentang konservasi keanekaragaman hayati dan pengelolaan sumber daya alam. UU ini menetapkan sanksi administratif, sipil, dan pidana bagi individu atau entitas yang melanggar ketentuan pengelolaan lingkungan. Sanksi ini bertujuan untuk mencegah pencemaran dan kerusakan lingkungan serta memastikan kepatuhan terhadap hukum. UU ini mengakui pentingnya partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan hidup dan memberikan ruang bagi masyarakat untuk terlibat dalam proses pengambilan keputusan lingkungan. UU ini juga menyediakan kerangka kerja hukum yang komprehensif untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, yang mencakup

⁹ Darza, S. E. (2020). Dampak pencemaran bahan kimia dari perusahaan kapal Indonesia terhadap ekosistem laut. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 4(3), 1831-1852.

perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. UU No. 32/2009 mencerminkan prinsip pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan yang diamanatkan oleh Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.¹⁰ Ini menunjukkan komitmen Indonesia untuk melindungi hak setiap warga negara untuk mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, serta memastikan keberlanjutan ekosistem untuk masa depan.

Kemudian Peraturan Pemerintah (PP) No. 18 Tahun 1999 dan perubahannya, PP No. 85 Tahun 1999, merupakan peraturan kunci dalam pengelolaan limbah berbahaya dan beracun (B3) di Indonesia. Peraturan ini mengatur seluruh aspek pengelolaan limbah B3, mulai dari generasi hingga pembuangan akhir, untuk memastikan bahwa limbah tersebut dikelola dengan cara yang tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Dalam uu ini, limbah B3 didefinisikan sebagai sisa usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang dapat mencemari dan/atau merusak lingkungan hidup, serta membahayakan kesehatan dan kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain. Pengelolaan limbah B3 mencakup serangkaian kegiatan yang terstruktur, termasuk reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3. Reduksi limbah B3 adalah upaya untuk mengurangi jumlah dan sifat bahaya dan racun limbah sebelum dihasilkan dari suatu kegiatan. Penyimpanan limbah B3 harus dilakukan dengan cara yang aman dan sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk mencegah pencemaran atau kerusakan lingkungan. Pengumpulan limbah B3 harus dilakukan oleh badan usaha yang memiliki izin khusus untuk mengumpulkan limbah sebelum dikirim ke tempat pengolahan atau pembuangan. Pengangkutan limbah B3 harus dilakukan oleh badan usaha yang memiliki izin dan menggunakan sarana yang memenuhi standar keamanan dan lingkungan. Pengolahan limbah B3 harus dilakukan dengan teknologi yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan dampak negatif baru. Penimbunan limbah B3 harus dilakukan di tempat yang telah ditetapkan dan memenuhi kriteria teknis untuk mencegah pencemaran lingkungan. Pemerintah bertanggung jawab untuk melakukan pengawasan terhadap pengelolaan limbah B3, termasuk pemberian izin dan penegakan hukum terhadap pelanggaran. PP No. 18/1999 jo No. 85/1999 juga menekankan pentingnya pendekatan pengelolaan limbah yang komprehensif dan terintegrasi, yang melibatkan koordinasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, industri, dan masyarakat. Hal ini penting untuk memastikan bahwa limbah B3, termasuk limbah elektronik, tidak hanya dikelola dengan cara yang aman dan bertanggung jawab tetapi juga dengan cara yang berkelanjutan dan ramah lingkungan¹¹. Dalam konteks penelitian dan publikasi jurnal, PP No. 18/1999 jo No. 85/1999 dapat dijadikan dasar untuk mengevaluasi kebijakan dan praktik saat ini dalam pengelolaan limbah B3 di Indonesia. Peneliti dapat menggunakan peraturan ini untuk menilai apakah kegiatan pembangunan tertentu telah mematuhi ketentuan hukum yang ada dan untuk menyarankan perbaikan atau strategi baru yang dapat meningkatkan pengelolaan limbah B3 di negara tersebut.

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan garis pantai yang panjang, menghadapi tantangan besar dalam mengelola sampah plastik laut dan limbah berbahaya dan beracun (B3) termasuk limbah elektronik. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan beberapa kebijakan dan peraturan yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif dari sampah plastik dan limbah terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Peraturan

¹⁰ Adiguna, D. M. (2019). Analisis Dampak Pencemaran dan Kerusakan Ekosistem Laut di Indonesia. *Preprint*.

¹¹ Chotimah, H. C., Iswardhana, M. R., & Rizky, L. (2021). Model Collaborative Governance dalam Pengelolaan Sampah Plastik Laut Guna Mewujudkan Ketahanan Maritim di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 27(3), 348-376.

Presiden Republik Indonesia Nomor 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut adalah sebuah kebijakan yang dirancang untuk mengatasi masalah sampah di perairan Indonesia, dengan fokus khusus pada sampah plastik. Peraturan ini merupakan bagian dari komitmen Indonesia untuk mengurangi sampah plastik di laut sebesar 70% hingga tahun 2025 dan mengeliminasi polusi plastik sepenuhnya pada tahun 2040. Meskipun fokus pada sampah plastik, hal ini masih berkaitan dengan limbah elektronik. Prinsip-prinsip dan kerangka kerja yang ditetapkan dalam peraturan ini juga relevan untuk pengelolaan sampah elektronik. Sampah elektronik sering mengandung plastik dan bahan berbahaya lainnya yang dapat berkontribusi pada pencemaran laut jika tidak dikelola dengan benar. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi sampah plastik laut juga dapat membantu mengurangi dampak negatif dari sampah elektronik terhadap ekosistem laut. Sampah elektronik dapat memasuki lingkungan laut melalui berbagai cara, termasuk pembuangan langsung ke perairan, pembuangan di darat yang kemudian terbawa ke laut oleh aliran air hujan, atau melalui kegiatan industri yang tidak mematuhi regulasi pengelolaan limbah B3. Karena itu, pengelolaan sampah elektronik yang efektif dan bertanggung jawab adalah kunci untuk melindungi lingkungan laut dari kontaminasi oleh logam berat dan bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam sampah elektronik¹².

Kemudian Regulasi dari Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 6 Tahun 2021 tentang Prosedur dan Persyaratan untuk Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Indonesia adalah peraturan yang komprehensif yang mengatur pengelolaan limbah B3, termasuk limbah elektronik. Peraturan ini merupakan bagian dari upaya pemerintah untuk memperkuat pengelolaan limbah berbahaya dan beracun dengan cara yang lebih terstruktur dan bertanggung jawab. Beberapa poin penting dari peraturan ini yang berkaitan dengan pengelolaan limbah elektronik seperti, Peraturan ini menetapkan kriteria dan prosedur untuk menentukan apakah suatu limbah termasuk kategori B3, yang penting untuk mengidentifikasi limbah elektronik yang berpotensi berbahaya. Produsen limbah B3, termasuk produsen peralatan elektronik, diwajibkan untuk mengurangi volume dan bahaya limbah yang dihasilkan, yang mencakup desain produk yang lebih ramah lingkungan dan program daur ulang. Peraturan ini memberikan persyaratan teknis untuk penyimpanan limbah B3, termasuk limbah elektronik, untuk mencegah pencemaran lingkungan dan memastikan keamanan penyimpanan. Mendorong pemulihan dan daur ulang limbah B3, termasuk limbah elektronik, untuk mengurangi dampak lingkungan dan memanfaatkan kembali sumber daya yang terkandung di dalamnya. Menetapkan prosedur dan persyaratan untuk transportasi limbah B3 yang aman, termasuk limbah elektronik, untuk mencegah kebocoran dan pencemaran selama proses transportasi. Menetapkan standar dan teknologi yang harus digunakan dalam pengolahan limbah B3, termasuk limbah elektronik, untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Menyediakan pedoman untuk penimbunan limbah B3 yang aman, termasuk limbah elektronik, di fasilitas yang telah ditetapkan dan memenuhi kriteria teknis. Mengatur tentang pergerakan lintas batas limbah B3, termasuk limbah elektronik, untuk memastikan bahwa limbah tersebut tidak diekspor secara ilegal atau tanpa pengawasan yang memadai. Menetapkan persyaratan untuk mendapatkan sertifikasi teknis dalam pengelolaan limbah B3, yang penting untuk memastikan bahwa entitas yang menangani limbah elektronik memiliki kualifikasi yang tepat. Pengelolaan limbah elektronik yang efektif sangat penting untuk melindungi lingkungan laut dari kontaminasi oleh logam berat dan bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam limbah elektronik. Limbah elektronik yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari ekosistem laut melalui air limpasan yang membawa polutan ke laut. Oleh karena itu, penerapan peraturan ini sangat penting untuk memastikan bahwa limbah

¹² Lisdiyono, E., & Rumbadi, R. (2018). Penerapan Azas Premium Remedium Dalam Perkara Pencemaran Lingkungan Hidup Akibat Limbah B3 Di Batam. *Bina Hukum Lingkungan*, 3(1), 1-12.

elektronik dikelola dengan cara yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, sehingga mengurangi risiko pencemaran lingkungan laut dan dampak negatif terhadap kehidupan laut dan kesehatan manusia¹³.

Dalam upaya menghadapi isu pencemaran ekosistem laut akibat limbah elektronik ini, pemerintah juga masih dapat melakukan beberapa cara. Pemerintah memiliki peran penting dalam pengelolaan limbah elektronik yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Investasi dalam infrastruktur pengelolaan limbah elektronik yang memadai merupakan langkah krusial untuk mengatasi tantangan lingkungan dan kesehatan yang ditimbulkan oleh limbah elektronik. Pemerintah harus memprioritaskan pembangunan pusat daur ulang yang dilengkapi dengan teknologi terkini untuk pemulihan bahan berharga dari limbah elektronik. Teknologi seperti hydrometallurgical processing dan bioleaching dapat digunakan untuk memisahkan logam berharga seperti emas, perak, dan tembaga dari komponen elektronik. Pusat daur ulang ini juga harus dilengkapi dengan sistem robotic sorting yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemisahan bahan. Pemerintah harus memprioritaskan pembangunan pusat daur ulang yang dilengkapi dengan teknologi terkini untuk pemulihan bahan berharga dari limbah elektronik. Teknologi seperti hydrometallurgical processing dan bioleaching dapat digunakan untuk memisahkan logam berharga seperti emas, perak, dan tembaga dari komponen elektronik. Pusat daur ulang ini juga harus dilengkapi dengan sistem robotic sorting yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemisahan bahan. Fasilitas pengolahan limbah harus ditingkatkan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Metode pengolahan yang ramah lingkungan seperti pyrolysis dan gasifikasi dapat mengubah limbah elektronik menjadi energi atau bahan baku lainnya dengan emisi yang lebih rendah. Selain itu, penggunaan bioreaktor dapat mendukung dekomposisi bahan organik pada limbah elektronik dengan lebih efektif¹⁴.

Selain itu, program edukasi yang komprehensif juga merupakan salah satu kunci utama dalam meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai bahaya limbah elektronik dan pentingnya daur ulang. Kampanye edukasi melalui media massa harus menasar audiens yang luas dan beragam. Materi kampanye harus mencakup informasi tentang dampak limbah elektronik terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air, serta risiko kesehatan seperti gangguan pada sistem saraf dan masalah kesehatan reproduksi. Kampanye ini dapat dilakukan melalui iklan televisi, radio, dan media sosial yang menampilkan visual yang menarik dan pesan yang mudah dipahami. Workshop dan pelatihan harus dirancang untuk memberikan pengetahuan praktis tentang pengelolaan limbah elektronik yang bertanggung jawab. Ini dapat mencakup sesi tentang cara-cara daur ulang yang benar, serta pelatihan tentang pemilahan limbah elektronik di rumah. Workshop ini juga bisa mengajarkan tentang peraturan lokal dan nasional yang berkaitan dengan pengelolaan limbah elektronik. Materi edukasi harus menyediakan informasi yang lengkap dan akurat tentang bagaimana limbah elektronik dapat mempengaruhi lingkungan dan kesehatan. Ini termasuk data tentang bahan berbahaya dalam limbah elektronik seperti merkuri dan kadmium, serta efeknya terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Materi ini harus tersedia dalam berbagai format, termasuk brosur, video, dan modul online, untuk memudahkan akses oleh masyarakat. Individu dapat mengambil langkah-langkah konkret untuk mengurangi produksi limbah elektronik, seperti memilih untuk memperbaiki perangkat elektronik daripada membeli yang baru, atau mendonasikan perangkat yang masih berfungsi ke lembaga yang membutuhkan. Edukasi tentang program daur ulang yang tersedia

¹³ Meyrena, S. D., & Amelia, R. (2020). Analisis Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving Sebagai Upaya Pengurangan Sampah. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 96-100.

¹⁴ Aini, F. (2019). Pengelolaan Sampah Medis Rumah Sakit atau Limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) di Sumatera Barat. *Jurnal Education And Development*, 7(1), 13-13.

di daerah mereka juga penting, sehingga limbah elektronik dapat diolah dengan cara yang aman dan bertanggung jawab.

Pengelolaan limbah elektronik di Indonesia menghadapi tantangan signifikan karena pertumbuhan pesat dalam produksi dan konsumsi barang elektronik. Peraturan yang ada memberikan kerangka kerja hukum untuk pengelolaan limbah ini. Namun, penegakan hukum yang efektif menjadi kunci untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan ini. Penegakan hukum yang lebih kuat diperlukan untuk memastikan bahwa limbah elektronik dikelola dengan cara yang aman dan bertanggung jawab. Ini termasuk penerapan sanksi bagi pelanggaran yang dapat berupa denda atau hukuman penjara, sesuai dengan pasal 102 yang menyatakan bahwa setiap orang yang melakukan pengelolaan limbah B3 tanpa izin akan dipidana penjara dan denda maksimal Rp 3 miliar¹⁵. Selain itu, insentif untuk kepatuhan harus diberikan untuk mendorong praktik pengelolaan limbah yang lebih baik dan lebih bertanggung jawab. Sanksi bagi pelanggaran pengelolaan limbah elektronik diatur dalam berbagai peraturan, termasuk UU No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja yang mengubah beberapa ketentuan dalam UU No. 32 Tahun 2009. Sanksi ini bertujuan untuk mencegah pengelolaan limbah B3 yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan, yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan risiko kesehatan. Insentif untuk kepatuhan dapat berupa pengurangan pajak, subsidi, atau bentuk dukungan lainnya bagi perusahaan yang menerapkan praktik pengelolaan limbah elektronik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hal ini dapat mendorong inovasi dan investasi dalam teknologi pengelolaan limbah yang lebih efisien dan efektif. Peraturan yang ada seperti yang mengesahkan Basel Convention tentang kontrol pergerakan limbah berbahaya lintas batas, dan UU no 32 tahun 2009 yang mengatur perlindungan dan pengelolaan lingkungan, harus ditegakkan dengan ketat. Kedua peraturan ini memberikan dasar hukum yang kuat untuk pengelolaan limbah elektronik di Indonesia. Penegakan hukum yang kuat dan konsisten sangat penting untuk memastikan bahwa limbah elektronik dikelola dengan cara yang aman dan bertanggung jawab. Sanksi yang tegas bagi pelanggaran dan insentif yang menarik untuk kepatuhan adalah dua komponen kunci dalam strategi pengelolaan limbah elektronik yang efektif. Dengan demikian, peraturan yang ada harus ditegakkan dengan ketat untuk melindungi lingkungan dan kesehatan masyarakat¹⁶.

Kemudian pentingnya juga kerjasama internasional dalam pengelolaan limbah elektronik. Dalam menghadapi tantangan global terkait limbah elektronik, kerjasama internasional memegang peranan krusial. Indonesia, sebagai negara yang terus berkembang dan mengalami peningkatan limbah elektronik, dapat memanfaatkan kerjasama ini untuk meningkatkan kapasitas dan efektivitas pengelolaan limbahnya. Indonesia dapat berkolaborasi dengan negara-negara lain dan organisasi internasional seperti Basel Convention, yang merupakan perjanjian global mengenai pengendalian pergerakan limbah berbahaya antar negara dan pengelolaannya. Melalui kerjasama ini, Indonesia dapat berbagi dan mempelajari praktik terbaik dalam pengelolaan limbah elektronik, termasuk strategi pengurangan, daur ulang, dan pemanfaatan limbah sebagai sumber daya baru. Pertukaran teknologi merupakan salah satu aspek vital dalam kerjasama internasional. Indonesia dapat memperoleh manfaat dari transfer teknologi dalam pengelolaan limbah elektronik, seperti teknologi daur ulang canggih dan sistem pengolahan limbah yang efisien. Hal ini dapat dilakukan melalui kerjasama bilateral atau multilateral dengan negara-negara yang telah maju dalam teknologi pengelolaan limbah. Untuk memperkuat infrastruktur pengelolaan limbah

¹⁵ Lestari, S. E., & Djanggih, H. (2019). Urgensi hukum perizinan dan penegakannya sebagai sarana pencegahan pencemaran lingkungan hidup. *Masalah-Masalah Hukum*, 48(2), 147-163.

¹⁶ Sitompul, R. P., & Handoyo, S. (2019). PENGENDALIAN PENCEMARAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI WILAYAH LAUT BALIKPAPAN. *JURNAL PROJUDICE*, 1(1), 1-19.

elektronik, Indonesia dapat mengakses pendanaan internasional. Program seperti Solid Waste Infrastructure for Recycling Grant Program dari EPA Amerika Serikat menyediakan dana untuk mendukung pembangunan infrastruktur daur ulang dan pengelolaan limbah. Pendanaan ini dapat digunakan untuk membangun fasilitas daur ulang limbah elektronik yang modern dan ramah lingkungan. Dalam konteks nasional, Indonesia telah mengadopsi beberapa regulasi dan kebijakan yang mendukung kerjasama internasional dalam pengelolaan limbah, seperti Keputusan Presiden No. 61/1993 yang mengesahkan Basel Convention dan Keputusan Presiden No.97/2017 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga. Regulasi-regulasi ini memberikan kerangka kerja hukum yang mendukung implementasi kerjasama internasional. Kerjasama internasional dalam pengelolaan limbah elektronik memberikan peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan kapasitas pengelolaannya, memperoleh akses ke teknologi terkini, dan memperkuat infrastruktur yang ada. Melalui kerjasama yang efektif dan pemanfaatan sumber daya internasional, Indonesia dapat mengambil langkah signifikan dalam mengatasi masalah limbah elektronik secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pengelolaan limbah elektronik di Indonesia memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan peningkatan infrastruktur, edukasi masyarakat, penegakan hukum yang lebih kuat, dan kerjasama internasional. Kerangka hukum yang ada memberikan dasar yang solid untuk pengelolaan limbah berbahaya dan perlindungan lingkungan. Namun, tantangan dalam implementasi dan penegakan hukum masih perlu diatasi. Investasi dalam infrastruktur pengelolaan limbah elektronik sangat diperlukan untuk mendukung daur ulang dan pemulihan bahan berharga secara efisien. Program edukasi yang komprehensif diperlukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya limbah elektronik dan pentingnya daur ulang. Penegakan hukum yang lebih kuat diperlukan untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan pengelolaan limbah elektronik, termasuk penerapan sanksi bagi pelanggaran dan insentif untuk kepatuhan. Kerjasama internasional merupakan kunci untuk mengatasi masalah limbah elektronik secara global, dimana Indonesia dapat bekerja sama dengan negara lain dan organisasi internasional untuk berbagi praktik terbaik dan mengembangkan solusi bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuni, T., Nurrochmat, D. R., & Indrasti, N. S. (2016). Strategi pengelolaan limbah elektronik melalui pengembangan infrastruktur ramah lingkungan. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 3(1), 78-86.
- Rizki, H. L. P., & Apriani, R. (2023). ANALISIS PEMBANGUNAN PLTU TERHADAP PENCEMARAN UDARA DAN EKOSISTEM LAUT BERDASARKAN PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN. *Mimbar: Jurnal Penelitian Sosial Dan Politik*, 12(2), 418-431.
- Utami, A. P., Pane, N. N. A., & Hasibuan, A. (2023). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap pencemaran lingkungan hidup. *Cross-border*, 6(2), 1107-1112.
- Ferilanda, J. Y., febri Eriyanti, N., & Efridadewi, A. (2023). Analisis Yuridis Pencemaran Laut yang Disebabkan Limbah Rumah Tangga. *Aufklarung: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, 3(4), 17-25.
- Djafar, A. Y., Puluhalawa, F., Puluhalawa, J., & Harun, A. A. (2023). Dampak Dari Pencemaran Lingkungan Akibat Sampah Elektronik Dalam Prespektif Hukum Lingkungan. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(6), 1637-1646.
- Jamal, R. K., & Erlina, E. (2020). Penegakan Hukum Pidana Lingkungan Terhadap Pelaku Pencemaran Lingkungan Hidup. *Alauddin Law Development Journal*, 2(2), 133-141.
- Ningsih, R. W. (2018). Dampak pencemaran air laut akibat sampah terhadap kelestarian laut di Indonesia. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 0-12.
- Meinarni, N. P. S. (2016). Dampak pencemaran lingkungan laut terhadap Indonesia akibat tumpahan minyak Montara di Laut Timor. *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, 2(2).
- Darza, S. E. (2020). Dampak pencemaran bahan kimia dari perusahaan kapal indonesia terhadap ekosistem laut. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 4(3), 1831-1852.
- Adiguna, D. M. (2019). Analisis Dampak Pencemaran dan Kerusakan Ekosistem Laut di Indonesia. *Preprint*.
- Chotimah, H. C., Iswardhana, M. R., & Rizky, L. (2021). Model Collaborative Governance dalam Pengelolaan Sampah Plastik Laut Guna Mewujudkan Ketahanan Maritim di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 27(3), 348-376.
- Lisdiono, E., & Rumbadi, R. (2018). Penerapan Azas Premium Remedium Dalam Perkara Pencemaran Lingkungan Hidup Akibat Limbah B3 Di Batam. *Bina Hukum Lingkungan*, 3(1), 1-12.
- Meyrena, S. D., & Amelia, R. (2020). Analisis Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving Sebagai Upaya Pengurangan Sampah. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 96-100.

Aini, F. (2019). Pengelolaan Sampah Medis Rumah Sakit atau Limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) di Sumatera Barat. *Jurnal Education And Development*, 7(1), 13-13.

Sitompul, R. P., & Handoyo, S. (2019). PENGENDALIAN PENCEMARAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI WILAYAH LAUT BALIKPAPAN. *JURNAL PROJUDICE*, 1(1), 1-19.