



Analisis Dampak Impor Logam Terkontaminasi Cesium-137 terhadap Implementasi Prinsip ESG di Indonesia

Like Olivia Shilvya¹, Firman Floranta Adonara², Yusuf Adiwibowo³, Nuzulia Kumalasari⁴
Universitas Jember, Indonesia¹⁻⁴

Email Korespondensi: kee.olivia@gmail.com¹, floranta777@unej.ac.id², yusufadiwibowounej@gmail.com³,
nuzuliakumalasari@unej.ac.id⁴

Article received: 15 September 2025, Review process: 25 September 2025

Article Accepted: 10 Oktober 2025, Article published: 11 November 2025

ABSTRACT

The incident of Cesium-137-contaminated metal imports in Indonesia highlights the inadequacy of monitoring mechanisms for high-risk goods and the lack of effective interagency collaboration. This study aims to examine the impact of radioactive metal imports on the implementation of Environmental, Social, and Governance (ESG) principles and to assess corporate legal accountability in industrial contamination cases. The research employs a socio-legal approach that combines normative analysis of Bapeten Regulation No. 3 of 2024 with empirical examination of media reports, policy documents, and official government investigations. The findings reveal that weak regulatory enforcement and limited coordination have enabled the entry of radioactive scrap metals into domestic industries, resulting in significant environmental, social, and public health risks. Furthermore, the implementation of ESG principles in the metal industry remains limited, as indicated by insufficient transparency, accountability, and corporate social responsibility. This study underscores the need for stronger governance frameworks, consistent legal enforcement, and comprehensive ESG integration in import regulations to promote sustainable and safe industrial development in Indonesia.

Keywords: Cesium-137, ESG, Corporate Responsibility, Import Regulation

ABSTRAK

Kasus impor logam yang terkontaminasi radioaktif Cesium-137 di Indonesia mengungkap kelemahan dalam sistem pengawasan terhadap arus barang berisiko tinggi serta kurangnya sinergi antarinstansi terkait. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak masuknya logam radioaktif terhadap penerapan prinsip Environmental, Social, and Governance (ESG) serta menelaah tanggung jawab hukum korporasi dalam peristiwa kontaminasi di kawasan industri nasional. Metode yang digunakan adalah pendekatan sosiolegal dengan memadukan analisis normatif terhadap Peraturan Bapeten No. 3 Tahun 2024 dan kajian empiris berdasarkan data media, laporan kebijakan, serta hasil penyelidikan resmi pemerintah. Temuan penelitian menunjukkan bahwa lemahnya sistem pengawasan dan koordinasi menyebabkan logam bekas mengandung radiasi berbahaya dapat masuk ke rantai pasok industri, memunculkan risiko serius bagi kesehatan manusia, lingkungan, dan stabilitas sosial. Implementasi prinsip ESG di sektor industri logam juga belum berjalan optimal karena masih rendahnya transparansi, akuntabilitas, dan tanggung jawab sosial perusahaan. Penelitian ini menegaskan perlunya penguatan tata kelola, penegakan hukum yang konsisten, serta integrasi prinsip ESG dalam kebijakan impor logam untuk mewujudkan keberlanjutan dan keamanan industri berisiko tinggi di Indonesia.

Kata Kunci: Cesium-137, ESG, Tanggung Jawab Korporasi, Pengawasan Impor

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan pokok dari kasus impor logam yang terkontaminasi Cesium-137 di Indonesia adalah belum optimalnya sistem pengawasan terhadap arus masuk barang impor berisiko tinggi. Ketidakefisienan mekanisme pengendalian menyebabkan logam bekas yang mengandung radiasi berbahaya dapat masuk ke wilayah industri nasional (Suhartyawan dkk., 2023). Fenomena ini memperlihatkan adanya celah antara peraturan pemerintah dengan pelaksanaannya di lapangan. Kondisi tersebut juga mengindikasikan belum maksimalnya fungsi pengawasan lembaga terkait, khususnya Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten) (Kunarsih, Iswandarini, & Rusmanto, 2021). Akibatnya, potensi bahaya terhadap masyarakat, lingkungan hidup, dan keamanan ekonomi nasional semakin meningkat.

Aspek lain yang memperburuk situasi adalah lemahnya koordinasi antarinstansi dalam mengawasi dan mengendalikan impor logam terkontaminasi. Perbedaan tafsir dan tumpang tindih kewenangan sering menimbulkan hambatan dalam pelaksanaan pengawasan di lapangan. Padahal, ketentuan hukum seperti Peraturan Bapeten No. 3 Tahun 2024 sudah menetapkan aturan teknis mengenai pengawasan barang dengan kandungan radiasi pengion. Ketidakkonsistenan penerapan peraturan tersebut menyebabkan sistem pengawasan menjadi kurang efektif dan menurunkan kepercayaan terhadap kebijakan nasional di bidang keselamatan industri. Oleh karena itu, permasalahan umum ini menunjukkan pentingnya reformasi tata kelola dan koordinasi antar lembaga dalam upaya mitigasi risiko radiasi.

Permasalahan yang lebih spesifik dalam kasus ini adalah belum tersedianya sistem perlindungan hukum yang kuat bagi masyarakat serta pekerja industri yang terdampak paparan *Cesium-137* (Jihan Rafifah, Riyanti Angelina, Enjum Jumhana, Nazwa Aura Fatima, & Wafiroh, 2025). Pengaturan hukum yang ada masih terbatas pada bidang tertentu dan belum mampu memberikan jaminan kompensasi atau tanggung jawab hukum secara menyeluruh (Hartana, 2022). Selain itu, instrumen penegakan hukum terhadap pelanggaran impor logam bekas masih lemah dan tidak menimbulkan efek jera (Tarigan, Triana, & Afrita, 2025). Kondisi ini dapat mengurangi legitimasi sistem hukum serta kepercayaan publik terhadap perlindungan negara di sektor industri berisiko tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan regulasi khusus yang mampu melindungi masyarakat sekaligus memperkuat tanggung jawab pelaku usaha.

Dampak lain yang menjadi perhatian adalah pengaruh kasus Cesium-137 terhadap implementasi prinsip Environmental, Social, and Governance (ESG) di Indonesia. Pencemaran radioaktif secara langsung merusak dimensi lingkungan, menimbulkan keresahan sosial, serta menurunkan kredibilitas tata kelola industri berkelanjutan. Kegagalan dalam mengamankan rantai pasok logam menunjukkan belum efektifnya penerapan tanggung jawab sosial dan keberlanjutan dalam sektor industri. Kondisi ini dapat memengaruhi peringkat ESG Indonesia dan berpotensi mengurangi kepercayaan investor terhadap komitmen keberlanjutan nasional. Oleh karena itu, diperlukan integrasi prinsip ESG secara komprehensif dalam kebijakan impor logam serta pengelolaan risiko lingkungan industri.

Kajian ini berbeda secara substansial dari penelitian sebelumnya, seperti penelitian oleh Seruni Aqila Haya, dkk (Suhartyawan dkk., 2023), yang menitikberatkan pada penegakan hukum impor limbah non-B3 di dua negara, serta studi Aji Baskoro (Baskoro, 2025) yang membahas tata kelola hilirisasi mineral kritis berdasarkan prinsip ESG. Penelitian oleh Zuraidah Sulaiman, dkk (Sulaiman dkk., 2022). juga hanya menyoroti kesadaran masyarakat terhadap produk radioaktif tanpa membahas implikasi hukumnya secara mendalam. Tidak satu pun dari penelitian tersebut mengkaji secara langsung hubungan antara regulasi impor logam yang terkontaminasi radioaktif dengan penerapan prinsip ESG di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut melalui pendekatan multidisipliner yang memadukan perspektif hukum, lingkungan, dan tata kelola industri. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis integratif terhadap risiko radioaktif dan prinsip ESG sebagai upaya mewujudkan keberlanjutan dan keamanan nasional di sektor industri logam.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menelaah secara mendalam pengaruh impor logam yang terkontaminasi radioaktif *Cesium-137* terhadap implementasi prinsip *Environmental, Social, and Governance (ESG)* di Indonesia, dengan penekanan pada dimensi ekologis, sosial, dan tata kelola korporasi. Penelitian ini juga bermaksud mengkaji bentuk tanggung jawab hukum serta kewajiban sosial perusahaan yang mengolah logam impor hingga menimbulkan pencemaran radioaktif di lingkungan sekitarnya. Melalui analisis berbasis hukum dan kebijakan keberlanjutan, penelitian ini berusaha mengukur efektivitas penerapan prinsip ESG sebagai alat pengendalian risiko lingkungan dan sosial dalam industri nasional. Kajian ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam memperkuat sistem hukum yang mendukung keberlanjutan industri berisiko tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk menghasilkan rekomendasi yang dapat meningkatkan akuntabilitas korporasi serta memperkuat kebijakan publik dalam pengelolaan impor logam berpotensi radioaktif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *sosiolegal* yang menggabungkan studi normatif dan empiris guna menelaah pengawasan hukum terhadap impor logam terkontaminasi radioaktif *Cesium-137* (Butarbutar, 2023). Pendekatan normatif menitikberatkan pada analisis terhadap Peraturan Bapeten No. 3 Tahun 2024, yang menjadi acuan utama dalam mengatur tata niaga barang impor yang berpotensi mengandung radiasi pengion. Sementara itu, aspek empiris penelitian didasarkan pada data dan informasi dari pemberitaan nasional, laporan investigatif media, serta pernyataan lembaga pemerintah yang menggambarkan realitas penerapan kebijakan di lapangan. Data primer diambil dari hasil pengamatan terhadap kebijakan moratorium impor logam bekas dan aktivitas pengawasan lintas kementerian, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur akademik dan kebijakan terkait ESG. Pendekatan ini dimaksudkan untuk melihat bagaimana norma hukum berinteraksi dengan praktik sosial dan tata kelola industri dalam konteks pengawasan barang impor berisiko tinggi.

Analisis dilakukan secara kualitatif deskriptif dengan mengaitkan hasil telaah hukum dan fakta empiris dari berbagai sumber media dan laporan resmi. Penelitian berfokus pada sejauh mana regulasi mampu memberikan kepastian hukum dan perlindungan terhadap risiko lingkungan yang muncul akibat impor logam radioaktif. Validitas hasil diperoleh melalui triangulasi sumber data, yaitu perbandingan antara teks hukum, hasil observasi, dan laporan media seperti Tempo, Detik.com, dan Antara News. Hasil pengolahan data kemudian dikaitkan dengan teori kepastian hukum dan prinsip ESG sebagai dasar analisis hukum keberlanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu menggambarkan efektivitas implementasi kebijakan impor logam dalam menjaga keselamatan masyarakat dan kelestarian lingkungan nasional

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Umum Tentang Impor Logam Di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara dengan aktivitas impor yang cukup tinggi dalam sektor impor non migas (Sadih & Ginting, 2024). Adapun BPS mencatat kenaikan beberapa komoditas non migas seperti besi dan baja yang naik 17,88% dan mencapai nilai hingga US\$ 127,9 juta (Badan Pusat Statistik, 2025). Dengan kontribusi signifikan dari sektor logam yang menjadi bahan baku utama industri manufaktur dalam negeri, Impor logam ini dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan industri pengolahan dan konstruksi yang terus berkembang seiring upaya pemerintah dalam meningkatkan kapasitas produksi nasional.

Namun, tingginya volume impor logam juga menimbulkan risiko terkait keamanan dan kualitas barang yang masuk ke Indonesia (Ardiyanti, Amaliah, Pratiwi, & Gunadi, 2023). Salah satu isu krusial yang muncul adalah adanya kontaminasi bahan radioaktif seperti Cesium-137 dari logam bekas impor, yang menimbulkan masalah serius bagi keselamatan lingkungan dan manusia (Aminatun, Umamah, Fadilah, Rohmatika, & Amin, 2024). Risiko ini menjadi perhatian utama mengingat logam bekas impor sering kali berasal dari berbagai negara dengan standar pengelolaan limbah yang berbeda.

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya pengawasan dan regulasi untuk mengatur impor logam, khususnya yang berasal dari scrap metal, guna mencegah masuknya bahan berbahaya ke wilayah Indonesia (Suwargana, 2020). Regulator terkait, seperti Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten) dan Bea Cukai, terus memperketat pengawasan impor dan melakukan inspeksi intensif. Namun, tantangan dalam penerapan regulasi masih dihadapi, terutama dalam hal koordinasi antar lembaga serta kemampuan deteksi dini kontaminasi radioaktif (Putri Susanto, Muhammad Siddiq, & Muliyawati, 2024).

Dari sisi ekonomi, impor logam memiliki peranan penting dalam menjaga rantai pasok industri, sekaligus menjadi indikator permintaan pasar dalam negeri (Ryan & Yuliana, 2025). Namun, dampak dari impor logam yang tidak memenuhi standar keamanan bisa merusak reputasi industri nasional serta menimbulkan kerugian sosial dan lingkungan, yang pada akhirnya dapat menurunkan kepercayaan investor dan konsumen. Oleh karena itu, pengelolaan impor logam

harus diintegrasikan dengan prinsip keberlanjutan dan penerapan aspek ESG yang ketat (Martusa & Meythi, 2025).

Secara keseluruhan, tinjauan umum impor logam di Indonesia menyoroti pentingnya keseimbangan antara kebutuhan ekonomi dan aspek keamanan lingkungan. Permasalahan kontaminasi radioaktif pada logam impor menjadi peringatan keras agar pengawasan dan kebijakan terkait impor logam makin diperkuat. Hal ini penting untuk mendukung industri yang berkelanjutan, melindungi masyarakat dan lingkungan, serta meningkatkan tata kelola sesuai standar internasional dan prinsip ESG (Sanjaya, Atmadja, & Darmawan, 2025).

Regulasi Impor Logam dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Terpaparnya produk udang beku ekspor milik PT. Bahari Makmur Sejati oleh radioaktif cesium 137 yang ditemukan oleh otoritas Amerika Serikat melalui Food and Drug Administration (FDA) merupakan awal mula dimana produk ekspor Indonesia ternyata terkontaminasi dan dilarang masuk Amerika (Andrianto & Damiana, 2025). Menindaklanjuti hal tersebut, Bapeten melalui pers rilisnya Nomor: 004/SP/HM 00 04/BHKK/VIII/2025 tanggal 22 Agustus 2025 langsung melakukan investigasi bersama dengan Kementerian Perikanan dan Kelautan juga Kementerian Lingkungan Hidup dan Polri sebagai Langkah pengamanan, penanganan dan penyelidikan lebih lanjut. Hasil yang didapatkan menemukan bahwasannya sumber paparan berasal dari PT. Peter Metal Technology yang letaknya berjarak 3 kilometer dari PT. Bahari Makmur Sejati, Adapun PT. Peter Metal Technology merupakan Perusahaan yang bergerak dibidang peleburan besi . Hal ini menunjukkan bahwasannya kontaminasi bukan berasal dari tambak atau budidaya udang itu sendiri mengingat jarak Lokasi antar Perusahaan sekitar 3 kilometer, melainkan dari lingkungan sekitar pabrik pengolahan. Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER) menyatakan bahwasannya Peleburan besi yang dilakukan oleh PT. Peter Metal Technology dilakukan menggunakan bahan impor logam bekas (*scrap*) dari Filipina yang mengandung radioaktif Cesium 137 (Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2025).

Dalam konteks impor, Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan logam bekas (*scrap*) yang berpotensi mengandung bahan berbahaya harus melalui prosedur pengawasan ketat mulai dari negara asal hingga memasuki wilayah Indonesia (Yurnalisdel, 2023). Pemerintah mewajibkan eksportir menyertakan dokumen lengkap yang menjamin bahwa barang yang dikirim sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku, tidak tercemar, dan bertanggung jawab atas barang tersebut jika ditemukan pelanggaran (Fardiansyah dkk., 2023). Hal ini bertujuan mencegah masuknya limbah atau logam bekas yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan masyarakat umum.

Adapun regulasi impor logam dan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di Indonesia diatur secara ketat oleh pemerintah sebagai upaya perlindungan lingkungan hidup dan keselamatan masyarakat. Salah satu payung hukum penting yang mengatur impor bahan berbahaya (B2) termasuk limbah (B3) adalah Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 20 Tahun 2025 tentang Kebijakan dan Pengaturan Impor Bahan Kimia, Bahan Berbahaya dan Bahan Tambang serta

Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 16 Tahun 2025 tentang Kebijakan dan Pengaturan Impor. Regulasi tersebut mengatur jenis bahan yang boleh dan tidak boleh diimpor, mekanisme perizinan, serta tata laksana pengawasan guna mencegah masuknya barang berbahaya termasuk logam yang dapat mengandung kontaminasi radioaktif.

Pengelolaan limbah B3 di Indonesia juga diatur melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta peraturan turunannya seperti Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berdasarkan peraturan tersebut, Limbah B3 wajib dikelola secara aman dan sesuai prosedur oleh pihak yang menghasilkan atau oleh pihak ketiga yang memiliki izin khusus. Pengelolaan yang tidak benar dapat mengakibatkan sanksi hukum yang berat karena dampaknya sangat berbahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Pengawasan impor limbah B3 melibatkan koordinasi beberapa lembaga pemerintah seperti Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), dan Bea Cukai (Anggalaksana, 2022). Lembaga-lembaga tersebut secara bersama-sama melakukan pemeriksaan fisik, verifikasi dokumen, dan pemantauan secara berkala untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi impor. Penerapan sistem perizinan berbasis risiko juga diatur untuk memberikan prioritas pengawasan terhadap impor bahan yang memiliki risiko tinggi.

Selain regulasi teknis, pemerintah juga menerapkan kebijakan larangan dan pembatasan impor terhadap jenis-jenis logam tertentu yang berpotensi mencemari lingkungan atau mengandung radioaktif (Puspita, Nadeak, & Hervino, 2022). Contohnya, seperti saat ini di Indonesia telah memberlakukan moratorium atau penangguhan sementara atas izin impor scrap metal semenjak ditemukannya kontaminasi Cesium-137 di kawasan industri Cikande pada bahan baku logam impor untuk keperluan industri peleburan besi. Langkah ini diambil untuk mengevaluasi ulang prosedur dan memperketat standar keamanan dalam impor logam. Secara keseluruhan, regulasi impor logam dan limbah B3 di Indonesia dirancang untuk mengatasi risiko lingkungan dan sosial, sekaligus mendukung pelaksanaan prinsip Environmental, Social and Government yang mencakup pendekatan instrumen investasi dengan mempertimbangkan faktor lingkungan, sosial dan tata Kelola yang baik dan keberlanjutan.

Dampak Kontaminasi Cesium 137 Terhadap Prinsip ESG

Cesium-137 (selanjutnya disingkat Cs-137) adalah isotop radioaktif yang memiliki waktu paruh sekitar 30 tahun dan dapat menyebar di lingkungan melalui udara, tanah, dan air (Nugroho dkk., 2024). Kontaminasi Cs-137 pada lingkungan sekitar dapat terjadi terutama dari logam atau limbah yang terkontaminasi dan dilebur di kawasan industri, seperti yang terjadi di Cikande, Banten (Mukanthi, Jayuska, Makmur, & Idiawati, 2021). Zat ini bersifat mudah larut dalam air dan dapat berpindah melalui rantai makanan, sehingga risiko penyebarannya sangat luas dan berdampak pada ekosistem secara keseluruhan.

Pencemaran Cs-137 di lingkungan menimbulkan bahaya serius pada tanah, air, dan vegetasi. Isotop ini dapat menempel kuat pada tanah dan bangunan beton, serta diserap oleh tanaman yang tumbuh di daerah terkontaminasi (Bere, Pasangka, & Sutaji, 2016). Hal ini menyebabkan zat radioaktif masuk ke dalam rantai makanan melalui tumbuhan yang kemudian dikonsumsi oleh hewan ternak dan manusia, sehingga paparan internal menjadi salah satu risiko terbesar bagi kesehatan masyarakat sekitar (Adiwibowo, 2020). Terpaparnya produk ekspor udang beku merupakan salah satu contoh dari rusaknya lingkungan akibat terpapar radiasi Cs-137 akibat dari industri peleburan besi yang bahan bakunya (*scrap metal*) merupakan bahan impor (Ari, 2025).

Dampak kesehatan akibat paparan Cs-137 pada manusia dan hewan sangat mengkhawatirkan. Radiasi gamma dan partikel beta yang dipancarkan Cs-137 dapat merusak jaringan hidup, terutama jaringan lunak seperti otot dan organ vital (Muhammad & Djarwanti, 2016). Paparan radiasi bisa terjadi dalam jangka waktu pendek dan jangka waktu Panjang, baik secara internal maupun eksternal. Paparan dalam jangka pendek secara eksternal biasanya terjadi secara langsung dan tidak sengaja yang dapat memicu Sindrom Radiasi Akut (SRA) dengan gejala mual, muntah, diare dan pusing yang dapat berkembang menjadi pendarahan, kerusakan sumsum tulang hingga koma bahkan kematian (Ariastuti dkk., 2023). Paparan jangka panjang secara internal biasanya terjadi karena tertelan melalui makanan atau minuman atau udara yang terhirup maka radiasi akan tersebar hampir merata di seluruh tubuh dimana sinar gamma terpancar dari dalam dan terus membombardir sel-sel disekitarnya seperti jaringan lunak yang secara signifikan sehingga dapat menyebabkan gangguan sistem kekebalan tubuh, kerusakan organ, hingga peningkatan risiko kanker seperti leukemia dan kanker tiroid.

Selain dampak kesehatan, kontaminasi Cs-137 juga memberikan tekanan ekologis pada lingkungan sekitar kawasan industri (Issarapanacheewin dkk., 2025). Radiasi yang terus-menerus dari logam atau limbah terkontaminasi dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, menurunkan produktivitas tanah dan kualitas air, serta mengancam kelangsungan hidup flora dan fauna lokal. Kondisi ini menyebabkan risiko jangka panjang terhadap keberlanjutan lingkungan hidup di wilayah terdampak.

Masyarakat yang tinggal dekat kawasan industri terkontaminasi mengalami kecemasan dan ketidakpastian akibat kurangnya informasi resmi dan transparansi dari pemerintah dan pihak terkait. Ketidakpastian ini memperburuk dampak sosial dan psikologis dari paparan radioaktif, sehingga perlunya edukasi dan komunikasi publik menjadi sangat penting dalam mengurangi risiko sosial dan meningkatkan kesadaran akan bahaya yang mungkin terjadi dan dapat memperparah keadaan (Putra, Junus, & Maulana, 2025).

Dampak kontaminasi Cs-137 jika ditinjau berdasarkan prinsip ESG, maka kontaminan akan berdampak terhadap faktor Lingkungan (*Environment*), Masyarakat (*Social*) dan Tata Kelola Perusahaan (*Governance*) (Pinem, Bahtiar, Hanika, Sofyan, & Jejen, 2023). Pada lingkungan pastinya akan mencemari, rusak dan ada konsekuensi terhadap rantai makanan lingkungan sekitar, dari faktor

Masyarakat pastinya berdampak pada Kesehatan, dan faktor tata Kelola Perusahaan pasti akan mendapatkan berbagai macam sanksi, baik sanksi sosial, hukum integrasi dan penurunan kepercayaan terhadap kepercayaan publik terhadap Perusahaan tersebut dan tentu saja reputasinya akan turut terdampak, karena peran kinerja ESG mempengaruhi kinerja keuangan secara positif. Tentu saja dampak kontaminasi ini secara yuridis normatif bertentangan dengan Peraturan Otoritas Jasa Keuangan No. 51/POJK.03/2017 tentang Penerapan Keuangan Berkelanjutan bagi Lembaga Jasa Keuangan, Emiten, Dan Perusahaan Publik sebagai payung hukum yang mendorong integrasi keberlanjutan dalam seluruh aktivitas bisnis di Indonesia (Ananta, Abidin, & Aryawidya, 2025). Jika ditinjau dari segi hukum, maka konsekuensi bagi perusahaan yang melanggar prinsip ini dari segi investasi bisa jadi investor akan menempuh jalur hukum dengan mengajukan gugatan Perbuatan Melanggar Hukum.

Respons pemerintah Indonesia terhadap kontaminasi ini, sekarang telah melakukan langkah-langkah penanganan darurat seperti dekontaminasi lingkungan, pengamanan lokasi radiasi, remapping area terpapar agar tidak ada sumber radiasi yang terlewatkan dan pemindahan bahan berbahaya ke fasilitas penyimpanan resmi. Bagi Masyarakat yang terpapar radiasi Kementerian Kesehatan telah memberikan obat Penawar racun guna mengeluarkan radionuklida dari dalam tubuh dengan pemberian obat Prussian Blue (Wang, Li, Jin, Xin, & Gao, 2022). Langkah mitigasi ini bertujuan mengurangi dampak negatif sekaligus mencegah penyebaran lebih luas dari Cs-137 yang dapat membahayakan lingkungan dan masyarakat sekitar.

Tanggung Jawab Korporasi Atas Dampak Kontaminasi Cesium 137 Berdasarkan Prinsip ESG

Kontaminasi radioaktif Cesium-137 (Cs-137) di kawasan industri Cikande memunculkan pertanyaan kritis mengenai tanggung jawab korporasi terkait dampak lingkungan dan sosial yang ditimbulkan. Berdasarkan prinsip *Environmental, Social, and Governance* (ESG). Perusahaan (PT. Peter Metal Technology) sebagai pusat kontaminan Cs-137 harus mempertanggungjawabkan atas perbuatannya dalam kegiatan peleburan besi yang menggunakan bahan baku logam (*scrap metal*) impor terkontaminasi radioaktif Cs-137 termasuk pengelolaan limbah dan risiko yang ditimbulkannya kepada masyarakat dan lingkungan sekitar.

Prinsip *Environment, Social and Governance* (ESG) menuntut korporasi tidak hanya mementingkan keuntungan ekonomi semata, tetapi juga mengutamakan kelestarian lingkungan dan kesejahteraan sosial, serta tata kelola yang baik dan transparan. Dalam kasus kontaminasi Cs-137, perusahaan harus bertanggung jawab melakukan dekontaminasi, mengangkat bahan berbahaya, serta bekerja sama dengan pemerintah dan lembaga pengawas untuk memastikan keamanan kawasan industri. Kegagalan dalam pengawasan dan pengelolaan limbah industri berbahaya dapat menimbulkan sanksi hukum baik pidana dan perdata, termasuk gugatan dari pemerintah atas pelanggaran Undang-Undang Lingkungan Hidup yang berlaku.

Secara keperdataan gugatan dapat diajukan berdasarkan pasal 1365 Kitab Undang-Undang Hukum Perdata (*Burgerlijk Wetboek*) yang mewajibkan pelaku untuk bertanggungjawab (Yuflikhati, Rindiyan, Zaki, Susilowati, & Fahrezy, 2025), jika ditinjau secara teoritis maka, korporasi (pelaku) harus bertanggungjawab secara mutlak (*strict liability*) karena terlibat dalam aktivitas berbahaya yang tidak normal (kontaminasi radioaktif Cs-137) (Margareta & Boediningsih, 2023). Bagi pihak yang dirugikan tentu saja dapat menempuh jalur hukum atas perbuatan yang karena kesalahannya (lalai) dan tidak menjalankan prinsip kehati-hatian (*duty of care*) sehingga menimbulkan kerugian bagi pihak lain, baik gugatan keperdataan dan atau tuntutan pidananya (Hutabarat, 2024). Akibat dari adanya perbuatan melanggar hukum (*Onrechtmetigedaad*) yang menimbulkan kerugian maka, kerugian tersebut harus diganti oleh pihak yang dibebankan oleh hukum untuk mengganti kerugian tersebut, yaitu perusahaan tempat terjadinya pusat kontaminasi radioaktif Cs-137 (Aditya Hadisukmana, 2023). Adapun macam bentuk Ganti rugi yang dapat dilakukan berupa Ganti Rugi Nominal seperti memberikan sejumlah uang tertentu sesuai dengan rasa keadilan tanpa menghitung kerugian yang sesungguhnya, Ganti Rugi Kompensasi seperti pembayaran atas kerugian yang benar-benar dialami (biaya, kehilangan keuntungan, sakit termasuk penderitaan dan lain-lain) atau Ganti Rugi Penghukuman dalam jumlah besar yang melebihi dari jumlah kerugian sesungguhnya sebagai bentuk hukuman bagi pelaku (Perusahaan).

Berdasarkan prinsip ESG, Dalam aspek lingkungan (E), korporasi wajib menerapkan pengelolaan limbah yang sesuai standar dan mencegah pencemaran, sekaligus melakukan upaya restorasi ekosistem yang terdampak. Adapun tanggung jawab dari aspek sosial (S) menuntut perusahaan untuk memperhatikan tidak hanya keselamatan pekerja, namun juga masyarakat sekitar, serta memberikan informasi dan edukasi terkait risiko yang ada. Sementara dari aspek tata kelola (G) tanggung jawab Perusahaan meliputi transparansi, akuntabilitas, dan penerapan prosedur evaluasi risiko dan pencegahan yang ketat dalam operasional perusahaan.

Pengawasan yang ketat dari regulator dan kolaborasi lintas sektor menjadi krusial dalam memastikan pelaksanaan tanggung jawab korporasi sesuai prinsip ESG (Dyllick & Muff, 2025). Saat ini, pemerintah bersama lembaga seperti Bapeten dan Kementerian Lingkungan Hidup tengah melakukan tindakan dekontaminasi dan penegakan hukum kepada perusahaan yang lalai agar memberikan efek jera dan mendorong kepatuhan terhadap standar lingkungan dan sosial. Hal ini juga penting untuk menjaga reputasi perusahaan dan kepercayaan investor, dengan memperhatikan prinsip kinerja ESG dalam pengambilan keputusan dan kaitannya dengan investasi (Farhan, 2024).

Tuntutan publik dan pemangku kepentingan pun semakin meningkat untuk transparansi dan pertanggungjawaban korporasi terkait isu pencemaran dan risiko kesehatan akibat kontaminasi radioaktif. Perusahaan yang terlibat wajib menunjukkan komitmen nyata dalam memperbaiki sistem pengelolaan, meningkatkan monitoring dan evaluasi, serta menerapkan mekanisme komunikasi

krisis yang efektif untuk menjaga hubungan dengan masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya. Pendekatan ini sejalan dengan tren global di mana pemenuhan standar ESG menjadi keharusan bagi kelangsungan bisnis yang berkelanjutan.

Akibat dari perbuatan tersebut PT. Peter Metal Technology saat ini menjadi pusat paparan radiasi Cs-137 yang karena kesalahannya (*lalai/culpa*) dalam menjalankan perusahaan menyebabkan kerugian atas kesehatan dan lingkungan, tidak hanya bagi warga sekitar namun juga negara Indonesia di mata perdagangan internasional, sehingga transaksi internasional Indonesia melalui ekspor produk-produk Indonesia terdampak negatif di pasar global khususnya Amerika.

Dengan demikian, tanggung jawab korporasi atas dampak kontaminasi Cs-137 bukan hanya kewajiban hukum tetapi juga kewajiban moral dan strategis. Perusahaan harus mengambil peran aktif dalam mitigasi kerusakan, perlindungan lingkungan, dan peningkatan kualitas sosial sesuai prinsip ESG agar dapat menciptakan nilai jangka panjang yang berkelanjutan untuk semua pemangku kepentingan di Indonesia dan tidak hanya mengutamakan kepentingan pribadi semata.

SIMPULAN

Kasus impor logam yang terkontaminasi radioaktif Cesium-137 pada PT. Peter Metal Technology mengungkapkan bahwa masih lemahnya sistem pengawasan dan kepatuhan terhadap regulasi dapat menimbulkan dampak serius terhadap implementasi prinsip Environmental, Social, and Governance (ESG) di Indonesia. Paparan radiasi Cs-137 tidak hanya menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat dan tenaga kerja di kawasan industri, tetapi juga menyebabkan degradasi lingkungan yang berpotensi berlangsung lama. Dampak tersebut turut berimplikasi pada menurunnya kepercayaan investor dan citra industri nasional di tingkat internasional. Kondisi ini menegaskan bahwa penerapan prinsip ESG harus menjadi fondasi utama dalam tata kelola industri agar mampu menyeimbangkan antara kepentingan ekonomi, sosial, dan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan regulasi yang lebih tegas, pengawasan yang terintegrasi antarlembaga, serta peningkatan tanggung jawab industri dalam menjaga keamanan lingkungan dan kesehatan publik.

Selanjutnya, tanggung jawab hukum perusahaan dalam kasus ini perlu ditegakkan berdasarkan prinsip tanggung jawab mutlak (*strict liability*) mengingat kelalaian dalam proses impor telah menimbulkan kerugian sosial dan ekologis yang signifikan. PT. Peter Metal Technology memiliki kewajiban moral dan hukum untuk melakukan pemulihan lingkungan, memberikan kompensasi kepada pihak terdampak, serta mematuhi proses hukum yang berlaku sebagai wujud tanggung jawab korporatif. Pemerintah juga perlu memperkuat sertifikasi bebas radioaktif dan memastikan sinergi antara lembaga pengawas berjalan secara efektif dan berkelanjutan. Ke depan, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menilai efektivitas penerapan prinsip ESG pada industri berisiko tinggi, terutama dalam aspek pengelolaan limbah dan rantai pasok bahan baku. Dengan demikian, kolaborasi antara pemerintah, korporasi, dan masyarakat dapat menciptakan

sistem industri yang aman, berkeadilan, serta sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan nasional.

DAFTAR RUJUKAN

- Aditya Hadisukmana, F. (2023). Penegakan Hukum Atas Perbuatan Melawan Hukum (Onrechtmatige Daad) Oleh Perusahaan Penyelenggara Layanan Peer To Peer (P2p) Lending. *UNES Journal of Swara Justisia*, 7(2), 600–609. <https://doi.org/10.31933/ujsj.v7i2.365>
- Adiwibowo, Y. (2020). The Scientific Principle of Food Safety in the Agreement on Sanitary and Phytosanitary Measures. *Lentera Hukum*, 7(2), 171–188. <https://doi.org/10.19184/ejlh.v7i2.17805>
- Aminatun, A., Umamah, C., Fadilah, N., Rohmatika, N., & Amin, Moh. M. (2024). Studi Pustaka: Identifikasi Dampak Radioaktivitas Pada Lingkungan Dan Kesehatan Manusia. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 347–359. <https://doi.org/10.37478/optika.v8i2.4525>
- Ananta, A. R. R., Abidin, A. D., & Aryawidya, I. (2025). Strengthening Carbon Tax: Implementing the Paris Agreement and the Green Economy in Indonesia. *Hang Tuah Law Journal*, 9(2), 328–349. <https://doi.org/10.30649/htlj.v9i1.282>
- Andrianto, R. & Damiana. (2025, Oktober 2). Kronologi AS Temukan Kontaminasi Cs-137 di Udang dan Cengkih Indonesia. *cnbcindonesia.com*. Diambil dari <https://www.cnbcindonesia.com/news/20251002130023-4-672248/kronologi-as-temukan-kontaminasi-cs-137-di-udang-dan-cengkih-indonesia>
- Anggalaksana, B. (2022). Strategi Penguatan Sinergitas Polri dengan Kementerian Lembaga Guna Meningkatkan Keamanan Nuklir Di Indonesia dalam Rangka Terpeliharanya Stabilitas Keamanan Dalam Negeri. *Jurnal Ilmu Kepolisian*, 16(2), 126–136. <https://doi.org/10.35879/jik.v16i2.354>
- Ardiyanti, S. T., Amaliah, S., Pratiwi, R. A., & Gunadi, D. (2023). Potensi Dampak Kebijakan Larangan Ekspor Mineral Logam. *TPJ: Trade Policy Journal*, 2(1), 53–64.
- Ari, A. (2025, Oktober 7). Ekspor Udang Terancam Kasus Cemaran Cs-137, Jutaan Pekerja Bisa Terdampak. *Kompas.com*. Diambil dari <https://www.kompas.id/artikel/ekspor-udang-dan-satu-juta-pekerja-terancam>
- Ariastuti, I., Dwi Mertha Adnyana, I. M., Wahyudi, I. W., Ari Sundari, N. L. P., Winda Savitri, I. A. G., Wahyu Purnama Dewi, G. A. P., & Aditya Ryan Nuartha, P. K. (2023). Paparan Unsur Radioaktif Dalam Meningkatkan Penyakit Sindrom Radiasi Akut (Ars): Ulasan Naratif. *Jurnal Widya Biologi*, 14(2), 108–126. <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v14i02.5029>
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2025, September 26). Siaran Pers: Penemuan dan Pengamanan Material Terkontaminasi Zat Radioaktif Cesium 137 (Cs-137). *Bapeten.go.id*. Diambil dari <https://www.bapeten.go.id/berita/siaran-pers-pengawasan-pelaksanaan-penanganan-kontaminasi-cesium-137-cs137-di-kawasan-industri-modern-kim-cikande-200634>

- Badan Pusat Statistik. (2025, Juni 2). Neraca Perdagangan Tetap Surplus. *bps.go.id*. Diambil dari <https://www.bps.go.id/id/news/2025/06/02/704/neraca-perdagangan-tetap-surplus.html>
- Baskoro, A. (2025). Esg Dan Tata Kelola Hilirisasi Critical Minerals: Mampukah Infrastruktur Hukum Indonesia Menjamin Keberlanjutan Dan Keadilan? *Rechtvindings: Media Pembinaan Hukum Nasional*, 14(1), 61–82. <https://dx.doi.org/10.33331/rechtsvinding.v14i1.2069>
- Bere, M. E. S., Pasangka, B., & Sutaji, H. I. (2016). Pemetaan Distribusi Paparan Radioisotop Pada Daerah Persawahan Di Oesena Akibat Kontaminasi Dari Sumber Radioisotop. *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, 1(2), 107–113. <https://doi.org/10.35508/fisa.v1i2.535>
- Butarbutar, R. (2023). *Penelitian Hukum (Suatu Metode, Keterhubungan Filsafat, Teori Hukum dengan Analisis dan Penulisannya)*. Sumedang: Mega Press Nusantara.
- Dyllick, T., & Muff, K. (2025). Clarifying the Meaning of Sustainable Business: Introducing a Typology From Business-as-Usual to True Business Sustainability. *Organization & Environment*, 29(2), 156–174. <https://doi.org/10.1177/1086026615575176>
- Fardiansyah, H., Bagenda, C., Lutfia, C., Harwida, G. A., Sinaga, M., Widuri, R., ... Fitriawati, R. (2023). *Kepabeanaan dan Bea Cukai*. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Farhan, M. (2024). Keseimbangan Risiko Dan Imbal Hasil Dalam Strategi Investasi Berkelanjutan: Pendekatan Integratif Terhadap Faktor Lingkungan, Sosial, Dan Tata Kelola Perusahaan (ESG). *Currency: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, 2(2), 243–264. <https://doi.org/10.32806/ccy.v2i2.241>
- Hartana, H. (2022). Pengaturan Pembatasan Ekspansi Perusahaan Group Di Sektor Pertambangan Batubara Ditinjau Dari Undang-Undang No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas. *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, 8(1), 233–243. <https://doi.org/10.23887/jkh.v8i1.44062>
- Haya, S. A., Subekti, R., & Hermawan, S. (2024). Praktik Pengawasan Impor Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Oleh Pemerintah Indonesia dan Malaysia. *HUMANI: Hukum dan Masyarakat Madani*, 14(1), 27–41. <https://doi.org/10.26623/humani.v14i1.8098>
- Hutabarat, N. E. R. (2024). Responsibilities of a Substitute Notary Due to His Negligence in Making a Deed Without Applying the Precautionary Principle. *JURNAL ILMIAH ADVOKASI*, 12(4), 593–606. <https://doi.org/10.36987/jiad.v12i4.5686>
- Issarapanacheewin, S., Tawatbundit, K., Katekaew, W., Prasertchiewchan, N., Kingkam, W., & Wangkawong, K. (2025). Development of KMnO₄ - Enhanced Activated Carbon for the Elimination of Radioactive Cs-137 Contamination in Wastewater. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 30(1), 04025032. <https://doi.org/10.1061/JHTRBP.HZENG-1500>
- Jihan Rafifah, Riyanti Angelina, Enjum Jumhana, Nazwa Aura Fatima, & Wafiroh. (2025). Implementasi Dan Tantangan Perlindungan Hukum Terhadap Hak-

- Hak Pekerja Dalam Hubungan Kerja Di Indonesia. *Konsensus : Jurnal Ilmu Pertahanan, Hukum dan Ilmu Komunikasi*, 2(1), 147–157. <https://doi.org/10.62383/konsensus.v2i1.626>
- Kunarsih, E., Iswandarini, I., & Rusmanto, R. (2021). Telaah Singkat Kebijakan Akreditasi Bagi Lembaga Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X. *Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir*, 1(1), 52–56. <https://doi.org/10.53862/jupeten.v1i1.011>
- Margareta, S., & Boediningsih, W. (2023). Tanggung Gugat Korporasi Akibat Pencemaran Lingkungan Ditinjau Berdasarkan Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Jurnal Hukum Indonesia*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.58344/jhi.v2i1.10>
- Martusa, R. & Meythi. (2025). *Implementasi Sustainability Reporting di Indonesia*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Muhammad, S., & Djarwanti, R. (2016). Kajian Kontaminasi Cesium-137 Di Instalasi Produksi Radioisotop Upaya Penanggulangan Dan Pencegahannya. *Seminar Keselamatan Nuklir*.
- Mukanthi, D., Jayuska, A., Makmur, M., & Idiawati, N. (2021). Kajian Kualitas Air Laut dan Dosis Cesium 137 Pada Biota di Pantai Gosong, Kalimantan Barat Sebagai Calon Tapak PLTN. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 23(2), 109–117. <https://doi.org/10.17146/jpen.2021.23.2.6539>
- Nugroho, A., Sutriah, K., Mulijani, S., Basuki, T., Rofiqi, A. A., Noerpitasari, E., ... Jamaludin, A. (2024). BAKAR NUKLIR U3Si2/Al DENSITAS 4,8 gU/cm3 BURNUP 60%. *UraniaJurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 30(2), 97–108. <https://doi.org/10.55981/urania.2024.9142>
- Pinem, D., Bahtiar, D., Hanika, I. M., Sofyan, H., & Jejen, A. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Investasi ESG (Environmental, Social, And Governance). *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(5), 9956–9970.
- Puspita, N. Y., Nadeak, E., & Hervino, A. D. (2022). Justifikasi Penerapan Prinsip Permanent Sovereignty Over Natural Resources Dalam Perdagangan Internasional. *Jurnal Komunitas Yustisia*, 5(3), 504–525. <https://doi.org/10.23887/jatayu.v5i3.56398>
- Putra, I. L., Junus, D. M., & Maulana, N. (2025). *Kesehatan Keselamatan Kerja Dan Keberlanjutan Lingkungan*. Bekasi: Naga Pustaka.
- Putri Susanto, A. N., Muhammad Siddiq, I., & Muliawati, W. (2024). Kemajuan Teknologi Terbaru dalam Prosedur Deteksi Radiasi Nuklir: Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal Agama dan Sosial Humaniora (JASH)*, 1(1), 43–53. <https://doi.org/10.15575/jash.v1i1.717>
- Ryan, L. A., & Yuliana, L. (2025). Efektivitas Strategi Pengadaan Barang Impor dalam Industri Energi. *Jurnal Semesta Ilmu Manajemen dan Ekonomi*, 1(4), 588–599. <https://doi.org/10.71417/j-sime.v1i4.377>
- Sadiah, F. U., & Ginting, A. L. (2024). Pengaruh Perdagangan Internasional Ekspor Migas dan Non Migas terhadap Perdagangan di Indonesia. *Economie: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 6(1), 1–15. <http://dx.doi.org/10.30742/economie.v5i2.3579>

- Sanjaya, I. K. Y., Atmadja, A. T., & Darmawan, N. A. S. (2025). Integrasi Prinsip Environmental, Social And Governance (Esg) Atas Praktik Keberlanjutan Dalam Pengelolaan Bisnis Real Estate. *Krisna: Kumpulan Riset Akutansi*, 16(2), 226–241. <https://doi.org/10.22225/kr.16.2.2025.226-241>
- Suhartyawan, B., Suprihatin, H., Nururrahmah, Hafidawati, Yuniarti, E., Suyasa, W. B., ... Toepak, E. P. (2023). *PENGELOLAAN LIMBAH PADAT, LIMBAH INDUSTRY DAN B3*. Padang: Get Press Indonesia.
- Sulaiman, Z., Ahmad Sugiran, H. S., Hasbullah, N. N., Mas'od, A., Hashim, S., & Bradley, D. A. (2022). Public Awareness of Consumer Products Containing Radioactive Materials: Empirical Evidence from Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2326. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042326>
- Suwargana, I. (2020). Pencegahan Importasi Limbah B3 Dan Sampah Ke Wilayah Indonesia. *Jurnal Good Governance*, 16(2), 209–238. <https://doi.org/10.32834/gg.v16i2.201>
- Tarigan, P. P., Triana, Y., & Afrita, I. (2025). Penegakan Hukum Terhadap Perdagangan Mainan Anak Impor Tidak Memiliki Sni Di Wilayah Hukum Polres Kepulauan Meranti. *Teraju*, 7(1), 32–47. <https://doi.org/10.35961/teraju.v7i01.1882>
- Wang, Q., Li, J., Jin, H., Xin, S., & Gao, H. (2022). Prussian-blue materials: Revealing new opportunities for rechargeable batteries. *InfoMat*, 4(6), 1–22. <https://doi.org/10.1002/inf2.12311>
- Yuflikhati, N., Rindiyan, Zaki, A., Susilowati, N., & Fahrezy, A. (2025). Perbuatan Melawan Hukum Dalam Perspektif Hukum Perdata dan Hukum Pidana Studi Kasus Putusan No. 28/Pdt.G/2024/PN Tmg & 113/Pid.Sus/2023/PN Tmg. *Jurnal ISO: Jurnal Ilmu Sosial, Politik dan Humaniora*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.53697/iso.v5i1.2181>
- Yurnalisdel, Y. (2023). Analisis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Indonesia. *Jurnal Syntax Admiration*, 4(2), 201–208. <https://doi.org/10.46799/jsa.v4i2.562>