

## **ANALISIS KEBIJAKAN PENGHAPUSAN ABU TERBANG DAN ABU PADAT (DARI LIMBAH B3 BERDASARKAN ASAS KEHATI-HATIAN)**

*(Analysis of the Elimination of Fly Ash and Bottom Ash (FABA) from Hazardous Waste Based on Precautionary Principles)*

Kristina Viri<sup>1</sup>, Ubaiyana<sup>2</sup>, Rizky Amalia Putri<sup>3</sup>, Yeni Marcelawati<sup>4</sup>, & Hullatul Masruroh<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Hukum, Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Justisia No.1, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281  
e-mail: kristinaviri@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Direktorat Hukum dan Regulasi, Kementerian PPN/Bappenas, Jl. Taman Suropati No.2, Jakarta, 10310  
e-mail: Ubaiyanaugm@gmail.com;

<sup>3</sup>Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Prof. Dr. H. Bunyamin 993, Purwokerto, 53122  
e-mail: rizkyamaliaputri125@gmail.com

<sup>4</sup>Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Justisia No.1, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281  
e-mail: ymarcelawati@mail.ugm.ac.id

<sup>5</sup>Pengkajian Islam, Sekolah Pascasarjana, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Kertamukti No. 5, Jakarta, 15419  
e-mail: hullatulmasruroh99@gmail.com

Diterima 11 Nopember 2022, direvisi 21 Nopember 2022, disetujui 28 Juni 2024

### **ABSTRACT**

*Fly ash and bottom ash are categorized as hazardous waste because of dangerous metal elements. In several studies, the element content in fly ash samples from the PLTU industry harms the environment and the human body. Removing FABA from the LB3 category is an action that is contrary to the precautionary principle. The precautionary principle is a principle that prioritizes prevention so that damage to the environment does not occur. By method juridical-normative as well as legislative and conceptual approaches, this research is focused on translating the precautionary principle in environmental laws and regulations in Indonesia and analyzing the removal of FABA from LB3. The research results show that removing FABA from LB3 is a form of ignoring the precautionary principle. With the removal of FABA from LB3, there will be a risk of environmental pollution, neglect of preventive measures, and negative impacts on residents. The research recommendation is that the Government and the DPR need to conduct a study first in drafting environmental legislation, and the Government and the DPR need to make changes to PP 22/2021 by re-entering FABA in the LB3 category and regulating the responsibilities of FABA waste producers. It is hoped that this research can provide an initial understanding to the public regarding the impact of FABA waste and become a common reference for the government to immediately improve existing regulations, especially in ideal LB3 management.*

*Keywords: FABA, precautionary principle, environment, PLTU.*

### **ABSTRAK**

Abu terbang dan abu padat dikategorikan sebagai limbah berbahaya karena adanya unsur logam berbahaya. Dalam beberapa penelitian, kandungan unsur dalam cuplikan abu terbang pada industri PLTU, memiliki dampak negatif bagi lingkungan dan manusia. Penghapusan FABA dari kategori LB3 menjadi suatu tindakan yang bertentangan dengan asas kehati-hatian. Asas kehati-hatian adalah suatu prinsip yang mengutamakan pencegahan agar tidak terjadi kerusakan terhadap lingkungan hidup. Dengan metode yuridis-normatif serta pendekatan peraturan perundang-undangan dan konsepsional, penelitian ini difokuskan untuk menerjemahkan asas kehati-hatian dalam peraturan perundang-undangan terkait lingkungan hidup di Indonesia dan menganalisis penghapusan FABA dari LB3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penghapusan FABA dari LB3 merupakan bentuk pengabaian terhadap prinsip kehati-hatian karena akan muncul risiko pencemaran lingkungan, pengabaian terhadap langkah pencegahan, serta mengakibatkan dampak buruk bagi warga sekitar. Rekomendasi penelitian yaitu pemerintah

dan DPR perlu melakukan kajian terlebih dahulu dalam penyusunan peraturan perundang-undangan bidang lingkungan hidup, serta perlu melakukan perubahan terhadap PP 22/2021 dengan memasukkan kembali FABA dalam kategori LB3, dan mengatur terkait tanggung jawab penghasil limbah FABA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman awal kepada masyarakat mengenai dampak limbah FABA dan menjadi rujukan bersama bagi pemerintah untuk segera memperbaiki peraturan saat ini khususnya dalam pengelolaan LB3 yang ideal.

Kata kunci: FABA, asas kehati-hatian, lingkungan hidup, PLTU.

## I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan bahan bakar batu bara menjadi pilihan pemerintah dalam memenuhi kebutuhan energi nasional. Hingga saat ini, pemerintah masih terus menggalakkan sejumlah program prioritas, salah satunya adalah program percepatan PLTU 10.000 MW dengan bahan bakar non minyak bumi yaitu batu bara berkalori rendah. Di satu sisi, program ini jelas memberikan manfaat yang besar terhadap ketersediaan energi nasional. Namun, di sisi lain program ini juga memberikan dampak negatif yang cukup besar bagi sekitar, baik lingkungan maupun masyarakat (Wiyono, 2018).

Penggunaan batu bara sebagai sumber energi menarik banyak minat para pengusaha. Tidak hanya karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia, tetapi juga karena batu bara menjadi energi yang murah dan hemat biaya operasional. Namun sayangnya, selama ini bahan bakar fosil dalam hal ini batu bara, erat kaitannya dengan persoalan pencemaran lingkungan. Hal ini karena proses pembakaran batu bara menghasilkan sisa/ buangan yang dikenal dengan sebutan limbah batu bara. Salah satunya adalah abu terbang dan abu padat (*fly ash* dan *bottom ash*, FABA) (Hamidi, 2014).

Menurut penelitian yang dilaksanakan oleh Quina dkk., FABA hasil PLTU Batu bara (PLTU-B) menghasilkan racun yang dapat membahayakan manusia dan satwa liar (Quina, 2020). PLTU-B yang beroperasi di Indonesia, diperkirakan dapat menyebabkan 6.500 kematian dini bagi masyarakat sekitar

untuk setiap tahun. Angka kematian dini diperkirakan terus meningkat hingga 15.700 jiwa/tahun, bersamaan dengan rencana penambahan kapasitas menjadi 21.000 MW (Quina, 2018).

Hal tersebut menunjukkan telah terjadinya ketidakadilan bagi masyarakat sekitar PLTU-B yang terpaksa harus menanggung beban pencemaran lingkungan untuk menyediakan pasokan energi publik. Kondisi serupa dapat ditemukan dalam gugatan yang diajukan oleh Kelsey Juliana terhadap pemerintah Amerika. Melalui tuntutan, Juliana menyatakan bahwa pemerintah Amerika telah gagal mengambil tindakan dalam membatasi perubahan iklim dan mengontrol sistem iklim yang layak untuk menopang kehidupan manusia. Akibatnya, masyarakat harus menanggung kegagalan tersebut seperti pemanasan global. Pemerintah Amerika juga dinilai telah melanggar hak konstitusional masyarakat untuk hidup menikmati lingkungan yang layak (Singer, 2018).

Di tengah segala persoalan kerugian masyarakat akibat PLTU-B yang belum terselesaikan, DPR RI mengesahkan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja (selanjutnya disebut UUCK) yang salah satu tujuannya adalah untuk memudahkan pembangunan berbagai mega proyek, termasuk proyek PLTU-B (Putsanra, 2021). Untuk melaksanakan Undang-Undang ini, pemerintah mengesahkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (selanjutnya disebut PP PPPLH). Kritikan

mulai bermunculan, ketika PP a quo memuat ketentuan yang menghapus limbah batu bara hasil pembakaran (FABA) dari kategori Limbah Bahan Berbahaya Beracun (LB3).

Dalam tayangan dokumenter yang berjudul “*Sexy Killers*”, Surayah atau Nenek Karimun yang bertahan untuk tinggal di sekitar PLTU, mengemukakan kerugian kesehatan yang dirasakannya sejak berdirinya PLTU Celukan Bawang di Buleleng. Dari pernyataan medis, batuk menahun (bronkitis kronis) yang diderita Nenek Karimun terjadi akibat alergi debu. Sementara di Jepara, Jawa Tengah, bidan bernama Rina Anjarwati yang bertugas di Desa Tubanan berdekatan dengan PLTU, mengungkapkan bahwa kasus sesak napas, batuk, dan pilek yang menyerang masyarakat terutama anak-anak sering kali terjadi (Watchdoc Image, 2019).

Di Palu, Sulawesi Tengah, PLTU Panau juga menampilkan fakta serupa. Arsyad seorang warga yang tinggal berdekatan 100 meter dengan PLTU, mengemukakan kerugian kesehatan yang dirasakannya yakni mengidap alergi debu. Dengan menunjukkan hasil rontgen, Arsyad meyakini bahwa penyakitnya tersebut terjadi bukan karena debu jalan. Hal ini karena jarak antara rumahnya dengan jalan raya cukup jauh. Sehingga ia menilai bahwa penyakit yang diidapnya adalah karena debu PLTU. Di rumah tangga lainnya juga mengungkapkan bahwa setiap harinya mereka menghirup debu PLTU. Asap terbang PLTU Panau ini menurut kesaksian warga, dibuang secara sembarangan dan tidak dikapalkan di tempat khusus LB3. Tempat pembuangan LB3 pun sangat berdekatan dengan tempat tinggal masyarakat sekitar (Watchdoc Image, 2019).

Beberapa organisasi pemerhati lingkungan seperti Wahana Lingkungan Hidup (WALHI), Jaringan Advokasi Tambang (JATAM) dan *Indonesian Center for Environmental Law* (ICEL), menilai bahwa UUCK beserta peraturan di bawahnya berisiko mempengaruhi kelestarian lingkungan dan keselamatan warga sekitar. Menurut WALHI,

keputusan mengeluarkan FABA dari LB3 merupakan keputusan yang bermasalah dan berbahaya. Hal ini karena batu bara mengandung berbagai jenis unsur racun termasuk logam berat dan radioaktif. Ketika batu bara dibakar, maka unsur beracun ini terkonsentrasi pada hasil pembakarannya yaitu abu terbang dan abu padat (FABA). Abu batu bara dikategorikan sebagai limbah berbahaya karena adanya unsur logam berbahaya seperti Mn, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Co, Hg, Se, V, dan As (WALHI, 2021).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam hal ini diwakili oleh Dirjen Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3 (PSLB3), Rosa Vivien Ratnawati, memberikan penjelasan bahwa tidak semua jenis FABA dikeluarkan dari kategori LB3. Abu terbang dengan kode B409 masih menjadi bagian dari limbah B3. Begitupun abu padat dengan kode B410. Demikian halnya industri yang menggunakan sistem pembakaran *stoker boiler* atau tungku industri, limbah batu bara yang dihasilkan termasuk dalam kategori LB3. Sedangkan, FABA yang dihasilkan dari sistem pembakaran dengan sistem *pulverized coal* (PC) boiler bukan lagi termasuk LB3. Proses pembakaran jenis lain seperti pada PLTU yang menggunakan sistem pembakaran *pulverized coal* (PC) atau *chain grate stoker*, juga tidak termasuk dalam LB3 (Hukumonline, 2021).

Tindakan penghapusan FABA dari LB3 secara yuridis telah mencederai amanat konstitusi dalam Pasal 28H ayat (1) UUD Tahun 1945 yaitu setiap orang berhak mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat (Media Indonesia, 2021). Jika ditelusuri, tindakan penghapusan FABA melalui PP PPPLH jelas bertentangan dengan asas kehati-hatian yang dianut oleh Pasal 2 huruf f Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (selanjutnya disebut UU PPLH).

Asas/ prinsip kehati-hatian adalah suatu prinsip yang mengutamakan pencegahan agar

tidak terjadi kerusakan terhadap lingkungan hidup. Tujuannya adalah untuk melindungi manusia dan lingkungan hidup dari bahaya yang tidak bisa dipulihkan (Farihah, 2012). Prinsip ini diterapkan dengan cara disusun dalam instrumen hukum, terutama yang berkaitan dengan kesehatan manusia dan perlindungan lingkungan (Elgar, 2006).

Penelitian ini berkontribusi memberikan pemahaman awal kepada masyarakat mengenai dampak limbah FABA dan menjadi rujukan perbaikan peraturan bagi pemerintah. Oleh karena itu, penelitian ini hendak menjawab dua pertanyaan penting yaitu:

1. Bagaimana penerjemahan asas kehati-hatian (*precautionary principle*) dalam peraturan perundang-undangan terkait lingkungan hidup di Indonesia?
2. Bagaimana penghapusan FABA dari LB3 menurut asas kehati-hatian (*precautionary principle*)?

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah yuridis normatif (Soekanto, 2018). Pendekatan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain, pertama, pendekatan peraturan perundang-undangan (*statute approach*) yang merupakan pendekatan yang dilakukan dengan menelaah semua peraturan perundang-undangan yang bersangkutan paut dengan permasalahan hukum yang diteliti (Marzuki, 2006), seperti Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, dan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, serta peraturan perundang-undangan lain yang berhubungan dengan topik penelitian. Kedua, pendekatan konseptual (*conceptual approach*) yaitu pendekatan yang menggunakan pandangan teoritik/ prinsip dalam mengonsepsikan permasalahan hukum

yang tidak diatur dalam peraturan hukum yang ada (Soekanto, 2018). Pendekatan ini digunakan untuk menelaah konsep prinsip yang digunakan dalam penelitian ini yaitu prinsip kehati-hatian dan prinsip lain yang relevan dalam menjamin keseimbangan dan kepastian hukum dalam pengelolaan sumber daya alam dan pelestarian lingkungan hidup.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengertian, Ruang Lingkup, dan Akomodasi Prinsip Kehati-hatian di Indonesia

Prinsip kehati-hatian merupakan prinsip hukum lingkungan yang termuat dalam beberapa dokumen internasional, salah satunya dinyatakan tegas dalam Deklarasi Rio 1992 yang merupakan hasil dari *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) (Elgar, 2006).

Asas/ prinsip kehati-hatian adalah suatu prinsip yang mengutamakan pencegahan agar tidak terjadi kerusakan terhadap lingkungan hidup. Tujuannya adalah untuk melindungi manusia dan lingkungan hidup dari bahaya yang tidak bisa dipulihkan (Farihah, 2012). Sebagaimana Koesnadi Hardjosoemantri berpendapat bahwa prinsip kehati-hatian merupakan sebuah penerapan pola pikir bahwa pencegahan pencemaran lebih baik dari pada penanggulangan pencemaran (Hardjosoemantri, 2018).

Dalam menerjemahkan prinsip kehati-hatian, terdapat empat elemen yang perlu dipahami antara lain sebagai berikut:

- 1) Penyusunan ambang batas. Ambang batas diperlukan untuk mengukur suatu keadaan sebelum menentukan apakah diperlukan tindakan pencegahan atau tidak.
- 2) Ketidakpastian. Hal ini berkaitan dengan kurangnya kepastian ilmiah, namun demikian tetap ada bukti ambang batas yaitu sebab akibat antara input dan efek.
- 3) Tindakan yang akan diambil. Hal ini berkaitan dengan tindakan yang akan diambil untuk menghindari atau mencegah

ancaman yang terjadi. Ancaman dianggap akan terjadi oleh karenanya diperlukan suatu tindakan pencegahan.

- 4) Dimensi perintah dari prinsip kehati-hatian. Dimensi ini menunjukkan perintah, biasanya diekspresikan dalam frasa “harus berusaha mengadopsi” atau “tidak boleh menunggu” (Elgar, 2006).

Herry Supriyono dalam disertasinya menyebutkan, penerjemahan asas ini menjadi beberapa hal antara lain adanya baku mutu lingkungan, izin sebagai instrumen preventif, larangan dan kewajiban yang disertai sanksi, pendekatan ekonomi, sosial dan teknologi (Supriyono, 2011).

### 1) Undang-Undang Dasar Tahun 1945

Dalam UUD 1945, terdapat dua pasal yang mengatur tentang hak masyarakat atas lingkungan hidup. Pasal tersebut antara lain sebagai berikut:

- a. Pasal 28 H ayat (1): Setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan.
- b. Pasal 33 ayat (4): Perekonomian nasional diselenggarakan berdasar atas demokrasi ekonomi dengan prinsip kebersamaan, efisiensi berkeadilan, berkelanjutan, berwawasan lingkungan, kemandirian, serta dengan menjaga keseimbangan kemajuan dan kesatuan ekonomi nasional.

Dengan dimuatnya kedua pasal tersebut, Indonesia menjadi negara yang memiliki *green constitution*, yang kemudian dipahami sebagai adanya jaminan kedaulatan lingkungan hidup dalam Undang-Undang Dasar suatu negara yang menjadi pijakan hakiki dan fundamental dalam penegakan hak asasi manusia serta pembangunan pada suatu negara. Dalam konstitusi Indonesia juga disebutkan bahwa perekonomian nasional diselenggarakan salah satunya dengan mengedepankan prinsip berkelanjutan dan berwawasan lingkungan (Yusa, 2018).

### 2) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Pasal 2 huruf f UU PPLH menyebutkan bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup salah satunya didasarkan pada prinsip kehati-hatian. Alasan penerapan prinsip ini dijelaskan dalam penjelasan umum UU PPLH pada poin 2 yaitu, Indonesia merupakan negara dengan posisi yang strategis, memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, serta kekayaan keanekaragaman hayati dan sumber daya alam yang melimpah. Selain itu, Indonesia juga merupakan negara yang rentan terkena dampak perubahan iklim, serta ketersediaan sumber daya alam secara kualitas dan kuantitas tidak merata.

Selanjutnya poin 5 penjelasan umum UU PPLH menyebutkan bahwa upaya preventif dalam rangka pengendalian dampak lingkungan hidup dilaksanakan dengan mendayagunakan instrumen pengawasan dan perizinan. Dalam UU PPLH, dikenal beberapa perizinan yang mencegah kerusakan lingkungan antara lain izin lingkungan, izin pengelolaan limbah, dan izin usaha.

Dalam kaitannya dengan upaya pencegahan terjadinya kerusakan lingkungan, Pasal 20 ayat (3) UU PPLH menyebutkan bahwa setiap orang diperbolehkan membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan persyaratan memenuhi baku mutu lingkungan hidup dan mendapatkan izin. Sementara itu, Pasal 102 UU PPLH memberikan ancaman pidana bagi setiap orang yang melakukan pengelolaan LB3 tanpa izin.

### 3) Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja

Dengan disahkannya Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja (UUCK), sebagian ketentuan di dalam UU PPLH berubah. Salah satu hal pengaturan yang berubah adalah pengaturan tentang izin lingkungan. Undang-undang ini menghapuskan mekanisme izin lingkungan,

dan diubah menjadi persetujuan lingkungan. Izin yang ada adalah izin berusaha. Dalam UU PPLH, izin lingkungan merupakan syarat memperoleh izin usaha. Sedangkan dalam UUCK, disederhanakan menjadi hanya izin berusaha.

Beberapa pihak menganggap penyederhanaan ini sebagai pengabaian terhadap prinsip kehati-hatian (Riyanto, 2020). Meskipun menjadi prasyarat perizinan berusaha, posisi persetujuan lingkungan diformulasikan dengan tidak tegas. Dengan penghapusan “izin lingkungan” maka mekanisme gugatan administratif pun dihapuskan.

#### **4) Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batu bara jo. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020**

Dalam UU Pertambangan Mineral dan Batu bara, prinsip kehati-hatian tercermin dari beberapa pasalnya. Prinsip kehati-hatian dituangkan dalam Pasal 2 dan Pasal 3 UU a quo. Pasal 2 menjelaskan bahwa pertambangan mineral dan/atau batu bara dikelola berdasarkan asas berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Lebih lanjut dalam Pasal 3 UU a quo menyatakan bahwa dalam rangka mendukung pembangunan nasional yang berkesinambungan, tujuan pengelolaan mineral dan batu bara salah satunya adalah menjamin manfaat pertambangan mineral dan batu bara secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan hidup.

Komitmen Pemerintah dalam menjalankan prinsip kehati-hatian dapat dilihat dari ketentuan dalam Pasal 6 UU huruf j UU a quo, bahwa Pemerintah berwenang dalam pengevaluasian IUP Operasi Produksi, yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah yang telah menimbulkan kerusakan lingkungan serta yang tidak menerapkan kaidah pertambangan yang baik. Tidak hanya itu, dalam huruf i Pasal a quo, Pemerintah berwenang dalam melaksanakan pengembangan dan

peningkatan peran serta masyarakat dalam usaha pertambangan dengan memperhatikan kelestarian lingkungan. Dalam Pasal berbeda yakni Pasal 8 huruf g juga menjelaskan bahwa, pemerintah kabupaten/kota berwenang untuk melaksanakan pengembangan dan pemberdayaan masyarakat setempat dalam usaha pertambangan dengan memperhatikan kelestarian lingkungan. Kemudian, melalui Pasal 8A Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 (Perubahan UU 4/2009), ditambahkan pengaturan terkait penyusunan rencana pengelolaan mineral dan batu bara nasional yang mempertimbangkan daya dukung sumber daya alam dan lingkungan menurut data dan informasi geospasial dasar dan tematik serta pelestarian lingkungan hidup.

Dalam beberapa ketentuan lain dalam UU Pertambangan Mineral dan Batu bara, muatan asas kehati-hatian juga tercantum dalam pengaturan terkait penetapan WP dan WPN, kriteria penetapan WIUP/WIUPK, pertimbangan dalam perubahan status WPN, persyaratan perizinan usaha pertambangan dan/atau khusus, kewajiban pemegang IPR/IUP/IUPK, tanggung jawab pemerintah kabupaten/kota terhadap pengamanan teknis pada usaha pertambangan rakyat, muatan IUPK Operasi Produksi, pengawasan oleh Menteri, dan lain-lain.

#### **5) Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Apabila dibandingkan, kedua PP ini sama-sama mengedepankan prinsip kehati-hatian dalam hal pengelolaan limbah. PP 101/2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, membuat kategorisasi LB3 kategori 1, LB3 kategori 2 dan limbah Non-B3. Dalam PP ini juga diatur terkait pengelolaan, penyimpanan,

hingga pembuangan LB3. Semuanya dengan tujuan untuk mengurangi risiko kerusakan lingkungan.

Sementara itu, PP 22/2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PP ini mencabut PP 101/2014) menerapkan prinsip kehati-hatian dalam hal penghasil atau jasa pengolah berkewajiban untuk melakukan pengelolaan limbah, baik jenis limbah kategori LB3 maupun limbah non B3 (Rizki, 2021). Prinsip tersebut diterapkan mulai dari upaya pengurangan limbah (*waste minimization*), dihasilkan hingga ditimbun (*from cradle to grave*), pengelolaan dengan prinsip ekonomi sirkular (*from cradle to cradle*), penghasil bertanggung jawab atas pencemaran (*polluter pay*), kedekatan pengelolaan limbah dengan lokasi pengolahan (*proximity*), dan pengelolaan berwawasan lingkungan (*environmentally sound management*). Namun dalam perkembangannya, terdapat perubahan pengaturan terkait abu terbang. Penjelasan Pasal 54 ayat (1) huruf (a) PP 101/2014, menyebutkan bahwa abu terbang termasuk dalam kategori LB3. Namun pengaturan ini berubah dalam PP 22/2021, abu terbang justru masuk dalam kategori limbah Non-B3. Hal ini dapat dilihat dalam Penjelasan Pasal 459 ayat 3 huruf c yang menyebutkan bahwa “Pemanfaatan Limbah non B3 sebagai bahan baku yaitu pemanfaatan Limbah non-B3 khusus seperti abu terbang batu bara dari kegiatan PLTU dengan teknologi boiler minimal CFB (*Circulating Fluidized Bed*) dimanfaatkan sebagai bahan baku konstruksi pengganti semen pozzolan.”

## **B. Analisis Penghapusan FABA dari Limbah B3 Berdasarkan Asas Kehati-hatian**

Abu batu bara telah diproduksi di seluruh belahan dunia. Abu batu bara yang disimpan dalam bentuk timbunan atau endapan dengan jumlah besar, kontaminasinya diperkirakan menimbulkan ancaman serius

terhadap lingkungan. Polutan logam dan pelepasan logam selama penyimpanan dapat menimbulkan efek samping yang menyebabkan kerusakan pada lingkungan dan menyerang kesehatan manusia. Logam yang dimaksud berasal dari komposisi batu bara yang digunakan dalam proses pembakaran, kondisi pembakaran, efisiensi penyisihan alat kontrol polusi udara, dan metode pembuangan abu terbang (Damayanti, 2018).

Abu batu bara diperkirakan memiliki alkalinitas yang tinggi karena mengandung fraksi kapur. Namun sayangnya, abu batu bara juga mengandung bahan-bahan pencemar yang berupa logam berat. Oleh karena itu, penumpukan FABA di lokasi penimbunan/ pengendapan, berpotensi mengakibatkan terjadinya dampak yang serius bagi lingkungan. Di bawah ini adalah penjelasan akibat hukum penghapusan FABA dari limbah B3 sampai dengan dampak yang berpotensi ditimbulkan.

### **1) Akibat Hukum Penghapusan FABA dari Limbah B3**

Kategorisasi limbah menjadi limbah B3 dan limbah Non B3 berkaitan erat dengan konsekuensi pengelolaan limbah tersebut. LB3 wajib dikelola dan proses pengelolaan tersebut harus mendapatkan izin. Sebelum UUCK disahkan, izin yang berlaku adalah izin pengelolaan limbah. Sedangkan sejak disahkannya UUCK, izin yang berlaku adalah izin usaha. Apabila FABA tidak termasuk dalam kategori LB3, maka akibat hukum yang ditimbulkan adalah kewajiban pengelolaan LB3 (serta kewajiban memiliki izin pengelolaan) menjadi hilang. Hal ini sangat berisiko, mengingat terdapat beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa FABA mengandung zat-zat beracun yang berbahaya bagi tubuh manusia dan juga lingkungan hidup. Apabila pengelolaan limbah jenis LB3 ini tidak diwajibkan, maka terdapat kemungkinan limbah jenis FABA akan dibuang tanpa dikelola terlebih dahulu.

Selain terkait pengelolaan, kategorisasi limbah juga erat kaitannya dengan larangan pembuangan limbah sembarangan serta prinsip pertanggungjawaban mutlak bagi setiap orang yang menyebabkan kerusakan lingkungan karena membuang LB3. Apabila FABA tidak masuk dalam kategori ini, aturan larangan pembuangan limbah menjadi tidak berlaku. Begitu juga apabila kegiatan usaha yang menghasilkan FABA merusak lingkungan dan/atau mengganggu kesehatan masyarakat, pemrakarsa usaha tersebut tidak terikat kewajiban untuk bertanggung jawab mutlak sebagaimana yang diatur dalam Pasal 88 UU PPLH. Demikian halnya ketentuan pidana yang diatur dalam pasal 102 UU PPLH.

## 2) Pengabaian terhadap Langkah Pencegahan

Pada dasarnya, asas kehati-hatian bertujuan untuk melindungi manusia dan lingkungan hidup dari bahaya yang serius dan sulit dipulihkan. Asas ini menekankan pada aspek pencegahan. Pencegahan dapat dilakukan meskipun belum terdapat bukti ilmiah mengenai besarnya akibat yang ditimbulkan. Di sini, keberlakuan asas kehati-hatian terletak pada upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak dan kerusakan yang diperkirakan dapat ditimbulkan (Farihah, 2012).

Langkah pencegahan yang merupakan realisasi dari asas kehati-hatian, menurut hakim Paul Stein menjadi suatu urgensi sebagai bentuk waspada terhadap usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi memiliki dampak serius dengan akibat yang sulit dipulihkan. Sekalipun dampak dan akibat tersebut tidak dapat dipastikan dan dibuktikan. Taksiran mengenai besar/luasnya kerugian yang berpotensi terjadi akibat suatu usaha dan/atau kegiatan serta menentukan jalan alternatif untuk menanggulangi akibat tersebut adalah bentuk dari langkah pencegahan (Farihah, 2012).

Batu bara di Indonesia akan tetap menjadi bahan bakar utama pembangkit energi

hingga transisi energi yang lebih bersih dapat diwujudkan. Dalam penelusuran data yang ada, walaupun upaya mengurangi bahan bakar fosil sudah menjadi fokus utama sebagaimana komitmen dalam *Paris Agreement*, produksi batu bara telah mencapai angka 461 juta ton pada tahun 2015 dan 557 juta ton pada tahun 2018 (Masitoh, 2024; Kementerian PPN/Bappenas, 2019, 87). Lebih lanjut dalam data tahun 2023, produksi batu bara mencapai 766,95 juta ton, melebihi target sebesar 694 juta ton (CNBC, 2024). Dengan besarnya produksi tersebut, tentu sangat wajar apabila terjadi peningkatan kapasitas PLTU, yang diikuti dengan peningkatan produk pembakaran batu bara (dalam hal ini FABA) yang semakin besar.

Tren produksi batu bara tersebut diikuti dengan produksi limbah FABA dari PLTU. Pada tahun 2006, produksi limbah FABA mencapai 2 juta ton. Sementara pada tahun 2009, limbah FABA meningkat menjadi 3,3 juta ton. Dari tren tersebut dapat dilihat bahwa PLTU telah menjadi penyumbang terbesar terhadap produksi FABA sekaligus berpotensi besar menjadi penyebab pencemaran lingkungan hidup (Damayanti, 2018).

Dengan mengeluarkan FABA dari LB3 dalam konteks rencana pembangunan listrik 35 GW, merupakan salah satu indikator pengabaian terhadap prinsip kehati-hatian. Dalam rencana pembangunan yang akan menghasilkan limbah dalam jumlah besar, seharusnya dilakukan upaya pencegahan, agar tidak terjadi kerusakan lingkungan, namun yang terjadi justru sebaliknya.

## 3) Pengabaian terhadap Perlindungan Lingkungan Hidup

*Precautionary principle* dalam perjanjian internasional pada awalnya ditujukan untuk konservasi, *management measures* dan aksi lain yang relevan dengan perlindungan lingkungan yang berdasarkan pada bukti ilmiah, namun perkembangan teknologi mengubah paradigma tersebut menjadi tanpa harus menunggu bukti ilmiah. Sebagaimana



yang disebutkan dalam Deklarasi Rio, “...*lack of scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.*” Pernyataan tersebut mengamanatkan tanggung jawab kepada negara untuk tidak mengabaikan aksi perlindungan lingkungan meskipun dengan alasan ketidakpastian atau tidak adanya bukti ilmiah (Latifah, 2016).

Di samping realisasi prinsip kehati-hatian yang dimudahkan meskipun tanpa adanya bukti ilmiah, prinsip ini juga melimpahkan kewajiban kepada negara untuk memberikan aksi perlindungan terbaik. Hal ini termuat dalam *Paris Convention for the Prevention of Marine Pollution from Land-Based Sources*, yaitu ketika ambang batas bahaya telah terlampaui, maka negara berkewajiban untuk menggunakan teknologi terbaik untuk mengurangi emisi polusi. Perjanjian internasional lain juga mengamanatkan hal serupa, seperti dalam *The Bamako Convention on the Ban of the import into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within Africa*, yang menyatakan bahwa negara dan pihak-pihak tertentu berkewajiban untuk menyediakan metode produksi ramah lingkungan (Latifah, 2016).

Di Amerika Serikat, pembuangan abu batu bara (FABA) yang dilepaskan ke lingkungan oleh pembangkit listrik berbahan bakar batu bara, mengandung logam beracun dengan konsentrasi yang jauh lebih tinggi. Sementara FABA yang dibuang ke kolam penampungan terbuka dan tidak dilindungi pelapis akan menyebabkan dampak yang serius bagi lingkungan. Hal ini mengingat tingginya konsentrasi logam dan adanya kemungkinan pelindian ke tanah dan air tanah (Damayanti, 2018).

Di Indonesia, bahaya FABA telah termuat dalam beberapa perkara lingkungan hidup. Melalui Putusan Nomor 2281 K/Pid.Sus/2015 perkara Tindak Pidana Khusus Lingkungan Hidup, menguraikan bahwa sejak tahun 2010 PT. Lembah Tidar Jaya yang bergerak

di bidang usaha penyamakan kulit, telah menggunakan bahan bakar batu bara. Bahan bakar batu bara yang digunakan mencapai 1,5-2 ton dalam satu hari. Limbah abu batu bara padat yang dihasilkan sebanyak rata-rata 12 sak plastik atau 20 kg. Dalam pertimbangan hakim, menyebutkan bahwa arang, debu, dan asap yang berasal dari proses pembakaran batu bara dalam jangka waktu yang lama, mengeluarkan komponen zat beracun dan berbahaya. Komponen tersebut dapat merusak dan mencemari lingkungan hidup.

Dalam perkara lainnya, melalui Putusan Nomor 303/Pdt.G/2018/PN Jkt.Pst mengadili Direktur Utama PT. APLUS PACIFIC karena telah melakukan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup dengan cara membuang dumping dan menimbun Limbah B3 jenis FABA dan gipsum. Hakim selanjutnya juga mengadili Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI dan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lebak, karena telah melakukan pembiaran adanya pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup dumping Limbah B3 jenis FABA, yang dilakukan oleh Direktur Utama PT. APLUS PACIFIC sejak tahun 2012 di atas lahan milik warga masyarakat. Untuk mengatasinya, hakim memerintahkan Direktur Utama PT. APLUS PACIFIC untuk melakukan pemulihan fungsi lingkungan yang telah terkontaminasi Limbah B3 jenis FABA dan gipsum (Putusan Pengadilan Negeri Jakarta Pusat, 2018).

Ahli Syafrudin dalam Putusan Nomor 81/Pid.B/LH/2020/PN.Bdg perkara pengelolaan Limbah B3 dengan tanpa izin oleh PT. Makmur Reka Santika, menegaskan bahwa Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, membahayakan lingkungan hidup, serta mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup (Putusan Pengadilan Negeri Bandung, 2020).

Dengan demikian, penghapusan FABA dari Limbah B3 pada hakikatnya telah bertentangan dengan prinsip kehati-hatian. Dari beberapa putusan yang diuraikan membuktikan berbagai persoalan FABA bahkan sebelum disahkannya UUCK. Berbagai Tindak Pidana Khusus Lingkungan Hidup yang terkait FABA telah banyak terjadi. Misalnya, membuang FABA dan menutupnya dengan limbah lainnya, atau membuang FABA dengan tanpa izin dan tanpa pengelolaan terlebih dahulu. Berbagai perkara tersebut terjadi ketika FABA masih dikategorikan sebagai LB3. Dapat dibayangkan bagaimana jika FABA dikeluarkan dari kategori LB3.

#### **4) Implikasi Penghapusan FABA dari Limbah B3: Kerugian bagi penduduk sekitar**

Batu bara sebagai bahan bakar PLTU masih menjadi pilihan utama pemerintah. Hal ini dilakukan untuk mendukung program percepatan PLTU 10.000 MW dengan bahan bakar batu bara berkalori rendah atau bahan bakar non minyak bumi. Di satu sisi, pembakaran batu bara memberikan manfaat bagi ketersediaan energi. Namun di sisi lain, hasil pembakaran batu bara yang berupa FABA dapat mencemari lingkungan dan berdampak buruk pada kesehatan penduduk (Wiyono, 2018).

Pembakaran batu bara pada suhu 1.700 derajat Celsius menghasilkan limbah abu terbang (dengan diameter berukuran mikrometer dan kemudian terlepas ke lingkungan). Penyebaran abu terbang ini sangat dipengaruhi oleh diameter partikel dan tinggi cerobong. Pengaruh yang dapat ditimbulkan berupa pengendapan di udara selama berjam-jam bahkan sehari-hari dengan jangkauan lebih dari 50 km<sup>2</sup>. Abu terbang mengandung sejumlah unsur oksida, diantaranya Si, Al, Fe, dan Ca sekitar 95-99% dan Na, P, K, dan S sekitar 0,5-3,5%. Selain itu, abu terbang juga mengandung zat radioaktif alamiah dan termasuk dalam LB3. Abu batu bara juga terindikasi mengandung

logam berat bersifat toksik seperti Pb, Cr, Cu, Ni, Cd. Bahan-bahan yang membentuk batu bara sebagian besar terdiri dari bahan organik dan bahan non organik. Bahan non organik yang membentuk batu bara adalah mineral dan unsur kelumit (minor) yang dapat berpengaruh pada kesehatan makhluk hidup, lingkungan dan menimbulkan persoalan lainnya (Wiyono, 2018).

Kandungan berbahaya dari unsur FABA selanjutnya dapat dilihat dalam Putusan Nomor 2281 K/Pid.Sus/2015 perkara Tindak Pidana Khusus Lingkungan Hidup tingkat kasasi. Dalam pertimbangan hakim menyatakan bahwa zat-zat beracun dan berbahaya yang terkandung dalam arang, debu, dan asap dari LB3 jenis FABA berakibat mematikan makhluk hidup sekitar. Di samping itu, melalui duduk perkara dalam Putusan Nomor 303/Pdt.G/2018/PN Jkt.Pst menyatakan secara gamblang bahaya LB3 sejenis FABA dan gipsum. Bahan beracun yang masuk ke dalam suatu organisme akan mengalami absorpsi, distribusi, metabolisme, dan sekresi. Zat toksik akan dibawa oleh darah dan didistribusikan ke seluruh tubuh dan mengganggu fungsi organ tubuh lain. Sedangkan efek kronis yang akan ditimbulkan adalah memicu terjadinya kanker, mutasi sel tubuh, mendorong terjadinya cacat bawaan, dan kerusakan pada sistem reproduksi (Putusan Mahkamah Agung, 2015).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa penghapusan FABA dari LB3 sangat berpotensi memberikan konsekuensi yang besar atas kerugian yang diperoleh masyarakat sekitar. Kerugian tersebut tidak hanya terjadi pada lingkungan hidup masyarakat, tetapi juga berakibat pada kesehatan masyarakat sekitar. Hal ini dapat dilihat dalam uraian data Yayasan Srikandi Lestari yang disampaikan dalam Seri Webinar Kanopi Bertutur (2023), bahwa keberadaan PLTU sudah memberikan dampak yang luar biasa, ditambah lagi limbah batu bara berupa abu terbang pada PLTU di Sumatera Utara sudah tidak menggunakan penyaring

abu paska FABA ditetapkan bukan sebagai Limbah B3.

Dalam olah data yang dilakukan oleh Yaysan Srikandi Lestari, FABA memberikan dampak yang luar biasa bagi masyarakat yang berada pada PLTU Pangkalan Susu. Pada sektor perikanan, penurunan pendapatan telah sebesar 70%, dan banyak nelayan telah mengganti profesinya sebagai buruh harian. Pada sektor pertanian, FABA telah mengakibatkan penurunan kualitas tanaman, tanah dan bangunan, dimana PLTU memancarkan sejumlah polutan seperti NO<sub>x</sub> dan SO<sub>3</sub>, yang berkontribusi pada pembentukan hujan asam yang menyebabkan perubahan komposisi tanah dan air yang tidak layak. Terakhir, dalam data kesehatan, FABA memunculkan beberapa penyakit diantaranya gatal-gatal, batuk, sesak napas dan ISPA, hipertensi, paru-paru hitam dan kelenjar.

#### IV. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

##### A. Kesimpulan

Penelitian ini menarik kesimpulan antara lain sebagai berikut:

- 1) Penerjemahan prinsip kehati-hatian dalam peraturan perundang-undangan terkait lingkungan hidup di Indonesia dapat dilihat dari muatan peraturan yang secara langsung/tidak langsung mengacu pada asas dan/atau mengatur lingkungan hidup yang berkelanjutan. Komitmen dalam pelaksanaan prinsip kehati-hatian dilakukan dengan adanya mekanisme izin serta pengawasan dan pengendalian. Namun sejak disahkannya Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020, terdapat penurunan makna prinsip kehati-hatian, dikarenakan dihapusnya beberapa izin serta dikeluarkannya FABA dari limbah B3.
- 2) Penghapusan FABA dari limbah B3 merupakan bentuk pengabaian terhadap prinsip kehati-hatian. Hal ini mengingat telah banyak kasus perusahaan membuang

FABA sembarangan ketika FABA masih dikategorikan sebagai limbah B3. Dengan adanya penghapusan FABA dari Limbah B3, akan muncul risiko pencemaran lingkungan, pengabaian terhadap langkah pencegahan, serta mengakibatkan dampak buruk bagi warga sekitar.

##### B. Rekomendasi

Rekomendasi dari penelitian ini adalah:

- 1) Pemerintah dan DPR seharusnya melakukan kajian secara mendalam terlebih dahulu dan melibatkan ahli dalam bidangnya sebelum merevisi undang-undang yang telah ada terutama yang terkait dengan penerapan prinsip kehati-hatian dalam peraturan perundang-undangan lingkungan hidup di Indonesia.
- 2) Pemerintah dan DPR seharusnya mengubah Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan memasukkan kembali FABA dalam kategori limbah B3 sehingga akan mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan dampak buruk bagi warga sekitar.
- 3) Perusahaan penghasil limbah FABA seharusnya bertanggung jawab dalam pengelolaan limbah FABA yang dihasilkan dengan cara tidak membuangnya secara sembarangan dan melakukan pemanfaatan limbah khusus seperti FABA dengan teknologi boiler minimal CFB (*Circulating Fluidized Bed*).

##### UCAPAN TERIMA KASIH (ACKNOWLEDGMENT)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terkait dalam menyelesaikan artikel ini. Terutama pihak-pihak yang menjadi kontributor langsung dan memberikan saran rujukan baik secara lisan maupun tulisan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, R. (2018). Abu Batu bara dan Pemanfaatannya: Tinjauan Teknis Karakteristik Secara Kimia Dan Toksikologinya. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batu Bara*, 14(3).
- Elgar, E. (2006). *Environmental Law in Development*. New York: Edward Elgar Publishing.
- Farihah, L., & Angraeni, F. (2012). Prinsip Kehati-hatian dan Kerugian Potensial dalam Perkara Tata Usaha Negara Terkait Lingkungan Hidup. *Jurnal Yudisial*, 5(3), 241.
- Hamidi, A. (2014). Pemanfaatan Abu Terbang Batu bara (*Fly Ash*) Sebagai Bahan Batako Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang dan Sains*, 1(1).
- Hardjasoemantri, K. (2018). *Hukum Tata Lingkungan*. 8<sup>th</sup> ed, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Kanopi Berutur. (2022). *Webinar: Mengapa 3,7 GW PLTU Batu bara di Sumatera Harus Dimatikan*. Diunduh 17 Juni 2024 dari [https://www.youtube.com/watch?v=KBzX9AJazU8&ab\\_channel=KanopiBerutur](https://www.youtube.com/watch?v=KBzX9AJazU8&ab_channel=KanopiBerutur)
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas Republik Indonesia. (2019). *Evaluasi Akhir RPJMN 2015-2019: Mewujudkan Indonesia yang Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas Republik Indonesia, Jakarta.
- Latifah, E. (2016). Precautionary Principle Sebagai Landasan Dalam Merumuskan Kebijakan Publik. *Jurnal Yustisia*, 5(2).
- Marzuki, P. M. (2006). *Penelitian Hukum*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
- Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Putusan Mahkamah Agung No. 2281K/Pid.Sus/2015 Tahun 2015.
- Putusan Pengadilan Negeri Bandung No. 81/Pid.B/LH/2020/PN.Bdg. Tahun 2020.
- Putusan Pengadilan Negeri Jakarta Pusat No, 303/Pdt.G/2018/PNJkt.Pst.
- Quina, M., & Erou, A. (2018). *Memastikan Pemenuhan Kewajiban Pengendalian Pencemaran Udara STB: PLTU Batu bara*. Seri Lembar Informasi.
- Quina, M. (2020). *Risiko Kelabu Abu Batu Bara*. Jakarta: Aliansi Bersihkan Indonesia.
- Riyanto, Sigit. DKK. (2020). *Kertas Kebijakan Catatan Kritis Terhadap Undang Undang Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja (Pengesahan DPR 5 Oktober 2020-Edisi 2-5 November 2020)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Soekanto, S., & Mamudji, S. (2018). *Penelitian Hukum Normatif: Suatu Tinjauan Singkat*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Supriyono, H. (2011). *Kajian Yuridis Sistem Penataan dan Penegakan Hukum Lingkungan Administratif Dalam Pengendalian Dampak Lingkungan (Disertasi)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Undang Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
- Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Undang-Undang No.11 tahun 2020 tentang Cipta Kerja.
- Watchdoc Image. (2019). *Sexy Killer*. Diunduh 2 Juni 2022 dari [https://www.youtube.com/watch?v=q1B7vg4I-To&ab\\_channel=WatchdocImage](https://www.youtube.com/watch?v=q1B7vg4I-To&ab_channel=WatchdocImage),
- Wiyono, M., & Wahyudi. (2018). Analisis Unsur Dalam Fly Ash Dari Industri PLTU Batu bara Dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2).
- Yusa, I. G. (2018). Implementasi Green Constitution di Indonesia: Jaminan Hak Konstitusional Pembangunan Lingkungan Hidup Berkelanjutan. *Jurnal Konstitusi*, 15(2).