

Tinjauan Hukum Penerapan *Green Industry* Era 4.0: Implementasi Biomassa Ramah Lingkungan Melalui Limbah Sawit Berbasis *Sustainable Development*

Jessenia Hayfa ^{1*}, Risqiana ², Daffa Aditra Bintang Berlian ³

¹ Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Jember, Indonesia

^{2,3} Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Jember, Indonesia

risqiana609@gmail.com ², daffadtr@gmail.com ³

Correspondence: jessenhyf@gmail.com ¹

ABSTRAK

Tujuan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tantangan dan hambatan dalam menggunakan biomassa energi dari limbah sawit di Indonesia, serta untuk menganalisis regulasi terkait dengan implementasi *green industry* era 4.0 dalam konteks penggunaan biomassa. Selain itu, teks juga menyoroti pentingnya pengelolaan sumber daya alam yang efektif sesuai dengan Pasal 33 ayat (3) UUD NRI 1945, serta mengoptimalkan pemanfaatan biomassa energi ramah lingkungan dari limbah sawit.

Material dan Metode. Penelitian ini menggunakan pendekatan yuridis normatif untuk menilai kerangka hukum yang mendukung industri hijau, khususnya dalam menggunakan limbah sawit untuk pembangunan berkelanjutan. Data diperoleh dari studi kepustakaan norma hukum primer, sekunder, dan tersier. Tujuan penelitian adalah mendeskripsikan dan menganalisis regulasi serta hambatan dalam menerapkan biomassa pada industri hijau era 4.0 di Indonesia.

Hasil. Regulasi di Indonesia terkait dengan implementasi *green industry* era 4.0 dalam penggunaan biomassa dari limbah sawit yang berkelanjutan perlu diatur secara spesifik di dalam peraturan perundang-undangan. Regulasi ini hadir sebagai angin segar, menandakan era baru dalam pembangunan. Dimana bukan lagi pembangunan yang hanya mementingkan aspek ekonomi, regulasi ini mengintegrasikan tiga pilar fundamental, yaitu keseimbangan antara kelestarian lingkungan, kesejahteraan masyarakat, dan kualitas hidup yang baik menjadi fokus utama. Dapat dilihat bahwa tantangan utama dalam implementasi *green industry* berkaitan dengan keterbatasan pengaturan spesifik mengenai green industry. Begitu pula dengan tantangan dan hambatan di bidang infrastruktur dan teknologi yang kurang memadai, yaitu penggunaan *big data* dan IoT untuk memonitor dan mengontrol proses pengolahan biomassa secara *real-time* masih belum optimal di banyak tempat. Tidak terlepas pula dari kondisi ekonomi global yang melemah, ketidakstabilan geopolitik, dan ancaman pasar tenaga kerja akibat kemajuan teknologi seperti AI, menambah tantangan dalam mempertahankan stabilitas ekonomi untuk menerapkan *green industry*. Sehingga hal ini juga berdampak pada lingkungan serta masalah sosial akibat penggunaan biomassa sebagai sumber energi ramah lingkungan yang memerlukan dukungan dan pemahaman yang lebih luas dari masyarakat.

Kesimpulan. Pemerintah Indonesia telah mengembangkan pembangunan industri berkelanjutan dengan menerapkan prinsip-prinsip *green industry*, khususnya dalam penggunaan biomassa dari limbah sawit sebagai energi terbarukan. Namun, tantangan seperti perubahan iklim dan infrastruktur yang kurang memadai masih perlu diatasi. Dengan kekayaan alam yang melimpah, Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan limbah sawit sebagai sumber energi biomassa, sejalan dengan fokus industri 4.0 pada pengoptimalan sumber daya dan transisi energi.

Kata Kunci

Green Industry; Biomassa; Kelapa Sawit; *Sustainable Development*; Regulasi;

ABSTRACT

Backgrounds. This research aims to identify challenges and obstacles in using energy biomass from palm oil waste in Indonesia, as well as to analyze regulations related to the implementation of green industry era 4.0 in the context of biomass use. Apart from that, the text also highlights the importance of effective natural resource management in accordance with Article 33 paragraph (3) of the 1945 Constitution of the Republic of Indonesia, as well as optimizing the use of environmentally friendly energy biomass from palm oil waste.

Methods. This research uses a normative juridical approach to assess the legal framework that supports green industry, especially in using palm oil waste for sustainable development. Data was obtained from a literature study of primary, secondary and tertiary legal norms. The aim of the research is to describe and analyze regulations and obstacles in implementing biomass in the green industry era 4.0 in Indonesia.

Results. Regulations in Indonesia related to the implementation of green industry era 4.0 in the sustainable use of biomass from palm oil waste need to be specifically regulated in statutory regulations. This regulation comes as a breath of fresh air, marking a new era in development. Where development is no longer only concerned with economic aspects, this regulation integrates three fundamental pillars, namely the balance between environmental sustainability, community welfare and good quality of life as the main focus. It can be seen that the main challenge in implementing green industry is related to the limitations of specific regulations regarding green industry. Likewise, challenges and obstacles in the field of inadequate infrastructure and technology, namely the use of big data and IoT to monitor and control biomass processing processes in real-time are still not optimal in many places. This cannot be separated from the weakening global economic conditions, geopolitical instability, and threats to the labor market due to technological advances such as AI, adding to the challenges in maintaining economic stability to implement green industry. So this also has an impact on the environment and social problems due to the use of biomass as an environmentally friendly energy source which requires broader support and understanding from the community.

Conclusions. The Indonesian government has developed sustainable industrial development by applying green industry principles, especially in the use of biomass from palm oil waste as renewable energy. However, challenges such as climate change and inadequate infrastructure still need to be addressed. With abundant natural wealth, Indonesia has great potential to utilize palm oil waste as a biomass energy source, in line with Industry 4.0's focus on resource optimization and energy transition.

Key Words

Green Industry; Biomass; Palm oil; *Sustainable Development*; Regulation;

Received: 17th May 2024

Accepted: 19th June 2024

Published: 30th June 2024

<https://doi.org/10.46510/jami.v5i1.289>

ISSN 2722-4414 (p) / 2722-4406 (e)

Citation: Hayfa, J., Risqiana, & Berlian, D. (2024). Tinjauan Hukum Penerapan *Green Industry* Era 4.0: Implementasi Biomassa Ramah Lingkungan Melalui Limbah Sawit Berbasis *Sustainable Development*. JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia, 5(1), 36-44. <https://doi.org/10.46510/jami.v5i1.289>

<https://journal.akb.ac.id/>

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia yang diiringi dengan pesatnya perkembangan teknologi mengakibatkan permintaan energi terus meningkat. Berbagai langkah telah diambil untuk memenuhi kebutuhan energi primer, terutama yang berasal dari sumber fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara, melalui aktivitas penambangan dan peningkatan *volume* impor bahan bakar minyak. Namun, upaya tersebut masih belum mampu memenuhi kebutuhan energi primer, khususnya di Indonesia. (Pramudiyanto & Suedy, 2020). Hal ini didukung oleh riset yang telah dilakukan oleh para ilmuwan yang memperkirakan bahwa dalam waktu 120 tahun ke depan, persediaan bahan bakar fosil akan habis. Para ilmuwan juga memprediksi bahwa di masa mendatang, dunia akan beralih ke sumber energi yang baru, dengan menggunakan biomassa menjadi salah satu pilihan utama yang dapat membantu menyelamatkan bumi.

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan lingkungan, *green industry* menjadi konsep yang semakin relevan, terutama dalam Era Industri 4.0. Industri adalah sebuah sektor ekonomi yang sangat krusial bagi suatu negara karena memberikan berbagai manfaat yang luas dan signifikan. Hal ini disebabkan oleh manfaatnya yang beragam, seperti menjadi salah satu sarana yang signifikan untuk penanaman modal, industri juga dapat menyediakan banyak lapangan kerja dan meningkatkan nilai tambah pada produk-produk yang dihasilkan, serta memenuhi kebutuhan domestik dan meningkatkan ekspor (Aminah & Yusriadi, 2018). Dalam hal ini bisa dilihat dari kontribusi sektor industri terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) yang merupakan salah satu indikator perkembangan bagi ekonomi suatu negara. Pada tahun 2011, sektor industri menyumbangkan sekitar 20,92% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), menjadikannya sektor dengan kontribusi terbesar dibandingkan sektor-sektor lainnya. Kemudian pada tahun 2017, sektor industri memberikan kontribusi terbesar, yaitu 22% terhadap PDB (Hartomo, 2024).

Pada tingkat nasional, sektor industri seperti salah satunya bahan bakar fosil, selain memberikan manfaat bagi pembangunan ekonomi Indonesia, juga memiliki dampak negatif. Salah satu konsekuensi merugikan dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan adalah menciptakan fenomena rumah kaca yang menyebabkan kenaikan suhu pemanasan global, sehingga membahayakan keberlangsungan bagi makhluk hidup. Pemanasan global terjadi ketika energi panas yang disebabkan oleh matahari, kemudian terperangkap di atmosfer bumi karena adanya gas-gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (Pratama, 2019). Selain hal tersebut, penggunaan bahan bakar fosil juga menyebabkan peningkatan jumlah karbon dioksida (CO₂) di atmosfer. Salah satu cara untuk mengurangi efek buruk tersebut adalah dengan menggantikan penggunaan bahan bakar fosil dengan bahan bakar yang berasal dari biomassa.

Disisi lain, kondisi ekonomi global diperkirakan bahwa akan terus melemah dan semakin buruk sepanjang tahun 2024. Faktor-faktor seperti pengetatan keuangan, ketidakstabilan geopolitik, dan kemajuan teknologi kecerdasan buatan (AI) yang mengancam pasar tenaga kerja, membuat pemulihan ekonomi global sulit terjadi di awal tahun 2024, walaupun inflasi global mulai stabil. Meskipun demikian, perekonomian Indonesia masih terkendali. Indeks Keyakinan Konsumen (IKK – BI) pada Desember 2023 mencatat nilai 123,8, yang lebih tinggi dari periode sebelumnya. Peningkatan ini disebabkan oleh kenaikan Indeks Kondisi Ekonomi, terutama pada Indeks Pembelian Barang Tahan Lama. Begitu juga dengan Indeks Kepercayaan Industri pada bulan Januari ini (KPAII 2024). Kemudian, implementasi teknologi canggih seperti AI dan *Internet of Things* (IoT) dalam *green industry* dapat meningkatkan efisiensi produksi sekaligus juga meminimalisir dampak lingkungan. Misalnya, penggunaan AI dalam manajemen energi dapat mengoptimalkan konsumsi energi di pabrik, sementara Iot dapat memantau emisi dan limbah secara *real-time*, memungkinkan respons cepat terhadap potensi limbah. Dengan demikian, Indonesia tidak hanya dapat mempertahankan stabilitas ekonominya, tetapi juga memimpin dalam penerapan praktik industri berkelanjutan, yang sejalan dengan tren global menuju ekonomi yang lebih hijau dan berkelanjutan.

Pertumbuhan populasi manusia kepedulian masyarakat terhadap lingkungan terus meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Implementasi dalam konteks *green industry* era 4.0 adalah dengan pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi yang ramah lingkungan. *Green industry* adalah sektor manufaktur yang fokus pada penggunaan sumber daya secara efisien dan berkelanjutan dalam proses produksinya, sesuai dengan konsep *Making Indonesia 4.0*. Salah satu penerapan *green industry* adalah dengan menggunakan biomassa energi yang ramah lingkungan. Biomassa merupakan bahan organik yang berasal dari makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, dan hasil sampingan seperti limbah pertanian dan kebun. Penggunaan biomassa memiliki potensi besar untuk membantu dalam manajemen limbah dan penyediaan sumber energi yang berkelanjutan. Biomassa merupakan salah satu energi terbarukan yang bahan dasarnya dari limbah, salah satunya limbah dari kelapa sawit. Limbah kelapa sawit merupakan limbah yang berasal dari sisa hasil tanaman yang tidak termasuk kedalam produk utama atau hasil ikutan dari pengolahan kelapa sawit. Kelapa sawit menghasilkan sejumlah besar limbah, termasuk tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang, dan serat. Limbah sawit sendiri dapat berpotensi menjadi sumber biomassa energi terbarukan yang ramah lingkungan (Jaelani et al., 2017).

Green industry era 4.0 berperan signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengolahan biomassa dari limbah sawit. Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam pengolahan limbah sawit melibatkan teknologi canggih. *Green industry* memanfaatkan teknologi untuk mengkonversi pengumpulan sampah limbah sawit dengan mengukur level tong sampah dari limbah yang ada. Teknologi era 4.0 seperti IoT dan *big data* digunakan untuk memantau dan mengoptimalkan proses pengumpulan, pengolahan, dan konversi limbah kelapa sawit menjadi biomassa. Dengan teknologi ini, proses pengolahan biomassa dapat dimonitor dan dikontrol secara *real-time*, meningkatkan efisiensi energi dan meminimalkan emisi. IoT memungkinkan pengawasan dan optimalisasi proses pengolahan biomassa, seperti memantau suhu, kelembaban, dan kualitas biomassa, sehingga industri dapat mengoptimalkan proses dan mengurangi biaya operasional.

Dalam hal ini, dengan pengolahan dan penggunaan kembali sisa produksi dari industri kelapa sawit menjadi hal yang penting. Sejalan dengan Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 33 ayat (3) yang menegaskan penguasaan dan pengusahaan sumber daya alam oleh negara untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat merupakan tujuan utama. Oleh karena itu, kontrol dan manajemen yang efektif terhadap sumber daya alam menjadi kunci fundamental dalam pembangunan dan pemerintahan negara. Namun, implementasi dari *green industry era 4.0*, termasuk pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi, perlu diperhatikan secara hukum. Hal ini penting untuk menjaga keberlanjutan lingkungan karena berdasarkan dampak dari penggunaan fosil secara terus-menerus dapat mengakibatkan munculnya krisis energi.

Selanjutnya, mengenai regulasi yang mengatur tentang *green industry* tercantum dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UU PPLH). Namun, undang-undang ini tidak memberikan definisi atau ciri-ciri yang jelas mengenai industri hijau. Regulasi tersebut lebih berfokus pada bagaimana menjaga dan melestarikan fungsi lingkungan hidup. Pengertian pelestarian fungsi lingkungan hidup tentunya masih belum cukup untuk dijadikan kriteria dalam *green industry*. Mengingat *green industry* tidak hanya terbatas pada isu lingkungan semata, melainkan juga mengenai efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan serta menjaga kelestarian lingkungan dalam proses produksinya. Kebijakan tentang *green industry* merupakan pelaksanaan amanat dari UU Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian (UU Perindustrian), dan telah diintegrasikan dalam program kerja Kementerian Perindustrian. Akan tetapi di dalam UU Perindustrian tersebut tidak mengatur secara detail mengenai penerapan *green industry* di Indonesia serta belum adanya *guideline* yang komprehensif dalam menerapkan *green industry* secara umum. Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia hanya mengatur terkait Standar Industri Hijau (SIH) untuk beberapa industri saja, misalnya industri cat berbasis air, industri kertas dan pulp, industri barang lainnya dari kaca dan sebagainya. Sehingga dapat dikatakan untuk regulasi dan ketentuan *green industry* terkait dengan biomassa ramah lingkungan melalui limbah sawit tidak diatur dengan jelas. Maka, diperlukan regulasi yang komprehensif dan penegakan hukum yang efektif, serta kerjasama antara pemerintah, industri, dan masyarakat dalam mewujudkan praktik *green industry* yang lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, Tim Penulis mendasarkan tulisan ini pada inti argumen bagaimana regulasi di Indonesia terkait penerapan *green industry era 4.0* dalam implementasi biomassa melalui limbah sawit berbasis *sustainable development* serta bagaimana tantangan dan hambatan dalam implementasi biomassa energi ramah lingkungan melalui limbah sawit di Indonesia.

II. MATERIAL DAN METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah yuridis normatif, dimana kajian mendalam terhadap doktrin ilmu hukum dan perundang-undangan (*statute approach*) menjadi kunci utama. Pendekatan ini dilakukan untuk meneliti kerangka hukum yang menjadi fondasi atau payung hukum dari implementasi industri hijau (*green industry*) di era 4.0, dengan fokus utama pada pemanfaatan limbah sawit berbasis *sustainable development*. Mengenai penelitian dengan pendekatan yuridis normatif lazimnya juga disebut "*legal research*" atau "*legal research instruction*" (Soekanto & Mamudji, 2006). Penelitian hukum semacam ini tidak mengenal penelitian lapangan (*field research*) karena yang diteliti adalah bahan-data sehingga dapat dikatakan sebagai *library based, focusing on reading and analysis of the primary and secondary materials* (Ibrahim, 2006). Dalam konteks regulasi, UU PPLH tidak secara spesifik mendefinisikan atau memberikan ciri-ciri *green industry*, melainkan hanya mengatur pelestarian fungsi lingkungan hidup. Kekurangan regulasi yang komprehensif ini dapat menyebabkan degradasi lingkungan, ketidakstabilan ekonomi, dan ketidakstabilan sosial. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan untuk menyinkronkan ketentuan hukum yang ada dengan norma dan peraturan yang relevan untuk mendukung praktik *green industry* di lapangan.

Data penelitian diperoleh melalui studi kepustakaan (*documentary study*), dilakukan dengan cara mempelajari, membaca, mencatat, memahami dan mengutip data-data yang diperoleh dari beberapa literatur berupa buku-buku, peraturan hukum, yang berkaitan dengan permasalahan. Data yang diperoleh atau terkumpul selanjutnya diolah dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Seleksi Data: Seleksi data yaitu memilih data yang sesuai dengan objek yang akan dibahas dalam penelitian.
- b. Klasifikasi Data: Klasifikasi data yaitu pengelompokan data menjadi pokok bahasan sehingga sesuai dengan tujuan agar mudah menganalisis data yang akan ditentukan.
- c. Sistematisasi Data: Data yang telah diklasifikasi kemudian ditempatkan dengan sesuai dengan posisi pokok permasalahan secara sistematis.

Peneliti mendapatkan data yang akurat dan otentik dengan mengumpulkan sumber data berupa data sekunder, yang disesuaikan dengan pendekatan penelitian. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka yang meliputi perundang-undangan, yurisprudensi dan buku literatur hukum tertulis lainnya. Data sekunder dibedakan menjadi bahan hukum primer, bahan hukum sekunder dan bahan hukum tersier. Dalam penelitian ini penulis memperoleh data yang diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Bahan hukum primer (*primary law material*) merupakan data yang bersifat mengikat berupa perundang-undangan yang relevan dengan penelitian ini yang terdiri dari:
 1. Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
 2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140).
 3. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 4).
 4. Undang-Undang Nomor 46 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement* (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 204).
 5. Peraturan Presiden Nomor 28 tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional.
 6. Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.
 7. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 44 Tahun 2015 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT Perusahaan Listrik Negara Persero dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota.
- b. Bahan hukum sekunder yaitu bahan yang diperoleh dari studi kepustakaan yang berupa literatur-literatur yang berkaitannya dengan permasalahan yang ditulis oleh peneliti, misalnya buku, jurnal hukum, artikel ilmiah, dan literatur hukum.
- c. Bahan hukum tersier yaitu bahan yang memberikan penjelasan, analisis, atau interpretasi terhadap bahan hukum primer yaitu putusan pengadilan, pendapat ahli, bahan-bahan diluar bidang hukum, seperti majalah dan pencarian data melalui internet, serta dokumen-dokumen resmi lainnya yang digunakan dalam penelitian.

Penelitian ini menggunakan analisis kualitatif terhadap data yang dikumpulkan untuk mengevaluasi regulasi dan tantangan dalam implementasi biomassa pada green industry era 4.0. Data sekunder dari Undang-Undang Perindustrian, Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH), dan peraturan terkait lainnya dianalisis untuk menjawab pokok permasalahan. Teori, prinsip, dan asas yang relevan dikelompokkan sesuai sub-bab pembahasan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan sejauh mana perkembangan regulasi atau hukum positif di Indonesia merespons perkembangan green industry era 4.0, khususnya dalam penerapan biomassa ramah lingkungan.

III. HASIL

3.1 *Regulasi di Indonesia Terkait Penerapan Green Industry Era 4.0 dalam Implementasi Biomassa Melalui Limbah Sawit Berbasis Sustainable Development*

Green industry merupakan sebuah konsep yang menekankan pada komitmen untuk meminimalisir dampak negatif aktivitas industri terhadap lingkungan. Pencapaian ini dilakukan dengan penggunaan sumber daya secara efisien, penerapan teknologi ramah lingkungan dan rendah karbon secara berkelanjutan (Alrasyid, 2016). Di Indonesia, *green industry* merupakan wujud nyata dari komitmen pemerintah dan industri untuk menerapkan pembangunan berkelanjutan. Dengan berlandaskan pada peraturan yang kuat dan berbagai manfaat yang ditawarkan, green industry diharapkan dapat menjadi solusi untuk mencapai keseimbangan antara kemajuan ekonomi dan pelestarian lingkungan di Indonesia. Prinsip-prinsip *sustainable development* terdefiniskan dalam Pasal 1 ayat (3) UU No 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (yang selanjutnya disebut sebagai UU PPLH) dan Perpres No 59 Tahun 2017 tentang Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Hal tersebut merupakan usaha terencana serta terintegrasi sebagai kunci untuk mencapai pembangunan berkelanjutan yang bermanfaat bagi semua pihak (Cahyani, 2020).

Gagasan *sustainable development* telah dimasukkan ke dalam Pasal 33 ayat (4) UUD NRI Tahun 1945 yang merupakan hasil dari Amandemen Undang-Undang (yang selanjutnya disebut sebagai UUD NRI 1945), sehingga sekarang menjadi prinsip etika dan kewajiban yang harus diikuti dalam pembangunan ekonomi. UUD NRI 1945 Pasal 33 ayat (4) menegaskan bahwa pada intinya mengintegrasikan prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam kerangka hukum nasional. Hal ini menegaskan komitmen bangsa Indonesia untuk mencapai keseimbangan antara kemajuan ekonomi, kelestarian lingkungan, dan kesejahteraan rakyat (Kementerian Perindustrian, 2021). Kebijakan *green industry* di Indonesia diatur dalam UU No 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian (yang selanjutnya disebut sebagai UU Perindustrian) dan juga terkait dengan UU No 46 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement. Dalam konteks ini, *green industry* diterapkan dengan menekankan pada keefisienan dan keefektifan dalam pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan. Tujuan dari upaya ini adalah untuk mencapai keseimbangan antara perkembangan industri dan pelestarian lingkungan, sekaligus memberikan manfaat bagi masyarakat. (Mina, 2017).

Indonesia telah lama menginisiasi perjalanan dalam membangun industri berkelanjutan. Tonggak penting dalam upaya ini adalah Perpres No 28 Tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional, yang diterbitkan pada tahun 2008 dan menetapkan tujuan jangka panjang bagi pembangunan industri nasional. Hal ini menunjukkan komitmen awal Indonesia untuk menyeimbangkan kemajuan industri dengan kelestarian lingkungan. Komitmen ini diperkuat dengan integrasi aspek-aspek industri hijau dalam 11 prioritas Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional tahun 2010-2014. Langkah ini menunjukkan keseriusan pemerintah dalam mendorong penerapan praktik industri yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pada era Presiden Joko Widodo yang berfokus pada pembangunan berkelanjutan, dasar-dasar kebijakan industri hijau di Indonesia sebenarnya telah dimulai sejak era Presiden Susilo Bambang Yudhoyono. UU Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian menjadi bukti nyata komitmen awal tersebut. Undang-undang ini mengatur tentang pengembangan industri nasional yang berwawasan lingkungan, termasuk penerapan teknologi ramah lingkungan dan pengelolaan limbah industri yang bertanggung jawab.

Komitmen Indonesia terhadap industri hijau tidak hanya ditunjukkan melalui kebijakan, tetapi juga diwujudkan dalam peraturan. UU Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian menjadi landasan hukum yang mengintegrasikan konsep *green industry* dalam pengembangan industri nasional. Undang-undang ini mengatur tentang penerapan teknologi ramah lingkungan, pengelolaan limbah industri yang bertanggung jawab, dan efisiensi penggunaan sumber daya alam. Komitmen Indonesia terhadap *green industry* juga dipengaruhi oleh berbagai rezim internasional, termasuk Protokol Kyoto 1997 yang merupakan amandemen Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC), mendorong upaya global untuk mengatasi pemanasan global. Hal ini mendorong Indonesia untuk menerapkan praktik industri yang lebih ramah lingkungan dan meminimalisir emisi gas rumah kaca. Indonesia juga mengadopsi standar internasional untuk industri hijau, seperti *British Standard* No. 7750, yang kemudian berkembang menjadi ISO 14000. Standar ini menyediakan panduan untuk menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan (EMS) yang membantu industri dalam mengelola dampaknya secara efektif. *Environmental Management and Auditing Scheme* (EMAS) dari Jerman, yang diadopsi oleh Uni Eropa, juga menjadi acuan penting dalam pengembangan EMS di Indonesia. Standar ini kemudian diintegrasikan ke dalam ISO 14001, standar internasional yang diakui secara global untuk EMS.

Di Indonesia, peraturan mengenai energi baru dan terbarukan (EBT) diatur dalam berbagai peraturan menteri dan undang-undang (Hadjon, 1999). Peraturan Menteri ESDM Nomor 53 Pasal 3 tentang Energi Baru dan Terbarukan (EBT) mencerminkan akuntabilitas pemerintah dalam berbagai aspek. Peraturan ini melindungi konsumen dengan memastikan bahwa EBT aman dan berkualitas. Selain itu, peraturan ini juga mengutamakan pelestarian lingkungan, menekankan bahwa pemanfaatan EBT harus dilakukan dengan memperhatikan keberlanjutan lingkungan hidup. Bahkan, Pemerintah, melalui Kementerian ESDM, telah memulai pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) di Belitung, yang menggunakan bahan bakar 100% CPO (*Crude Palm Oil*). Hal ini merupakan suatu inovasi teknologi yang menunjukkan potensi besar EBT untuk mencapai swasembada energi dan meminimalisir ketergantungan pada sumber energi fosil seperti minyak bumi dan gas alam. Dalam hal ini, penerapan EBT terutama melalui pemanfaatan biomassa dari limbah sawit, harus dilakukan secara ramah lingkungan. Hal ini sesuai dengan Asas Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang tercantum dalam UU PPLH. Asas-asas PPLH tersebut meliputi:

1. Asas kelestarian dan keberlanjutan. Asas tersebut menyatakan, jika tanggung jawab setiap individu untuk menjaga kelestarian lingkungan dan memastikan ketersediaan energi bagi generasi penerus. Di era krisis iklim dan kelangkaan energi fosil, energi baru dan terbarukan (EBT) menjadi solusi yang mendesak. Teknologi Industri 4.0 hadir sebagai pahlawan penyelamat dalam pengelolaan biomassa energi berkelanjutan. Dengan kecanggihannya, teknologi ini memungkinkan penggunaan biomassa yang lebih efisien, meminimalkan pemborosan, dan memaksimalkan potensi energinya. Pemerintah Indonesia harus menjadikan EBT sebagai prioritas utama, dalam rangka peralihan ke energi terbarukan bukan hanya tentang meninggalkan bahan bakar fosil yang menciptakan energi yang bersih dan peduli lingkungan (Najicha, 2021).

2. Asas keanekaragaman hayati. Asas ini menjelaskan bahwa perlunya melestarikan lingkungan hidup dan sumber daya alam hayati. Hal ini menjadi landasan penting dalam penerapan energi baru terbarukan (EBT) seperti biomassa. Ekosistem merupakan perpaduan unsur hayati (nabati dan hewani) dan nonhayati yang saling berhubungan dan memberikan dukungan satu sama lain. Keberadaan, keragaman, dan keberlanjutan sumber daya alam hayati sangatlah penting untuk keseimbangan dan kesehatan ekosistem, di mana penggunaan EBT menjadi alternatif bagi energi tak terbarukan yang dapat membahayakan dan mengurangi keanekaragaman hayati.
3. Asas Ekoregion. Asas ini yang menekankan pada mempertimbangkan karakteristik dari sumber daya alam, ekosistem, kondisi geografis, warisan budaya lokal, dan pengetahuan tradisional menjadi dasar yang krusial dalam pemanfaatan energi terbarukan. Dengan demikian, di tengah krisis iklim dan kelangkaan energi fosil. Salah satu potensi energi terbarukan yang menjanjikan merupakan biomassa sawit, yang dapat diolah menjadi energi ramah lingkungan melalui teknologi *green industry* 4.0.
4. Asas Kemanfaatan. Asas ini menekankan keselarasan antara usaha dan aktivitas pembangunan yang memanfaatkan potensi sumber daya alam dan lingkungan hidup menjadi landasan penting dalam menciptakan kesejahteraan masyarakat dan harkat manusia secara harmonis. Dalam konteks ini, *green industry* 4.0 dan pengolahan biomassa energi ramah lingkungan dari limbah sawit hadir sebagai solusi yang tepat untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat dan merawat keberlangsungan kehidupan di bumi.
5. Asas Keadilan. Asas ini menjelaskan terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup bukan hanya tentang menjaga kelestarian alam, tetapi juga memastikan keadilan dan keseimbangan bagi semua orang. Bahwa upaya pelestarian lingkungan harus dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan semua warga negara, tanpa memandang asal, generasi, atau jenis kelamin. Kebijakan yang dibuat untuk mengelola dan melindungi lingkungan hidup harus berorientasi pada keberlanjutan dan pemulihan yang memadai. Hal ini berarti bahwa kebijakan tersebut harus memastikan akses yang merata terhadap sumber daya alam dan menjaga kelestariannya untuk generasi mendatang. Dengan demikian, Energi Baru Terbarukan dianggap sebagai upaya yang tepat untuk mencapai tujuan tersebut.
6. Asas Tanggung jawab Negara. Asas ini menjelaskan bahwa menjaga keberlangsungan lingkungan hidup bukanlah semata-mata tugas pemerintah, melainkan tanggung jawab bersama masyarakat. Satu langkah esensial dalam manajemen dan perlindungan lingkungan yang efektif adalah menggunakan limbah sawit sebagai sumber energi biomassa yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, mengubah limbah sawit menjadi energi bisa membantu mengurangi emisi gas rumah kaca serta menjaga keberlanjutan lingkungan. Langkah-langkah pelaksanaannya dapat mencakup:

Pemerintah berkomitmen untuk memanfaatkan sumber daya alam secara optimal demi meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup seluruh rakyat, baik pada masa sekarang maupun ke depan, hal ini dijamin dengan kepastian bahwa pengelolaan sumber daya alam akan dilakukan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan;

Pemerintah Indonesia bertekad untuk menjamin bahwa setiap warga negara memiliki hak terhadap lingkungan yang bersih dan sehat. Ini merupakan hak dasar yang dijamin dalam Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 28H dan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup; dan

Pemerintah Indonesia bertekad untuk mempertahankan keberlanjutan lingkungan dan melindungi masyarakat dari dampak buruk penggunaan sumber daya alam yang tidak bertanggung jawab. Dengan demikian, berbagai upaya pencegahan telah dilakukan untuk menghentikan kegiatan eksploitasi alam yang berbahaya.

Dalam proses pelaksanaannya, penerapan Energi Baru Terbarukan melalui *green industry* era 4.0 dalam biomassa energi ramah lingkungan melalui limbah sawit di Indonesia hingga kini telah dimulai secara bertahap dan terus didorong oleh pemerintah sebagai bagian dari upaya untuk menyediakan energi bagi kebutuhan masyarakat, termasuk pasokan tenaga listrik dan bahan bakar. Kesadaran akan pentingnya hal ini telah meningkat di kalangan masyarakat dan pemerintah, terutama seiring dengan tren global yang mengarah pada penggunaan energi terbarukan. Selain memberikan solusi terhadap masalah lingkungan, biomassa energi melalui limbah sawit juga memiliki peran penting dalam mengatasi tantangan energi nasional saat ini. Misalnya, dalam kondisi energi nasional saat ini, sekitar 90% dari energi yang digunakan berasal dari sumber energi fosil yang jumlahnya terus menurun, yang juga menjadi faktor utama dalam perubahan iklim. (Setyono & Kiono, 2021).

3.2 Tantangan dan Hambatan dalam Implementasi Biomassa Energi Ramah Lingkungan Melalui Limbah Sawit di Indonesia

Pemerintah mendorong pengimplementasian biomassa energi ramah lingkungan dalam rangka penerapan *green industry* untuk menggantikan energi fosil. Meskipun Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan limbah sawit sebagai sumber energi biomassa ramah lingkungan, terdapat beberapa tantangan dan hambatan yang perlu diatasi. Menghadapi

perubahan iklim merupakan salah satu tantangan menuju industri 4.0. Dengan target untuk memberikan manusia kualitas hidup penuh dan terbaik maka industri 4.0 juga harus memberikan solusi terhadap permasalahan dan ancaman lingkungan hidup yang tengah terjadi dan di masa yang akan datang. Masyarakat di era industri 4.0 diharapkan memiliki ekspektasi jangka hidup yang panjang, tentu hal ini masih menjadi persoalan ketika lingkungan hidup mengalami ancaman dan bisa mempengaruhi secara langsung ekspektasi jangka hidup masyarakat. Indonesia kaya akan sumber daya dan cadangan energi baru terbarukan, namun pemanfaatannya belum maksimal. Pemerintah dihadapkan pada berbagai tantangan dalam mengembangkan teknologi berbasis biomassa energi ramah lingkungan dari limbah sawit, salah satunya adalah kesenjangan geografis antara lokasi sumber energi dan kebutuhannya. Berikut beberapa tantangan lainnya:

- 1) **Infrastruktur dan Teknologi:** Kurangnya infrastruktur yang memadai untuk pengolahan dan pemanfaatan limbah sawit, seperti pabrik pengolahan biogas dan bioetanol. Konversi biomassa menjadi energi terbarukan bagaikan pisau bermata dua. Di satu sisi, ia menawarkan solusi menarik untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca. Di sisi lain, prosesnya terbilang rumit dan membutuhkan pendekatan terpadu. Metode konversi seperti pirolisis, gasifikasi, dan fermentasi menjanjikan hasil maksimal jika dilakukan dengan pengaturan yang presisi dan pemilihan teknologi yang tepat. Namun, tantangan teknologi masih membayangi pemanfaatan biomassa secara optimal.
- 2) **Tantangan Ekonomi dan Kebijakan:** Pengembangan energi alternatif biomassa, meskipun menjanjikan masa depan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan, dihadapkan pada tantangan ekonomi dan kebijakan yang kompleks. Biaya produksi energi biomassa saat ini masih tergolong tinggi dibandingkan dengan energi fosil, menjadikannya kurang kompetitif di pasar. Hal ini menjadi hambatan utama dalam mendorong adopsi energi biomassa secara luas. Subsidi dapat menciptakan inefisiensi dan distorsi pasar, serta membebani keuangan negara. Oleh karena itu, kebijakan yang tepat dan berkelanjutan menjadi kunci untuk membuka potensi penuh energi biomassa (Nusantara, 2023).
- 3) **Sosial:** Permasalahan dalam bidang ini berkaitan erat dengan bidang politik yaitu tidak adanya regulasi khusus tentang energi terbarukan di Indonesia, yang tertuang dalam Undang-Undang, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan sosial. Salah satu konsekuensinya adalah rendahnya minat investasi di bidang ini. Hal ini berdampak pada ketidakjelasan arah pengembangan industri energi terbarukan di Indonesia yang memungkinkan timbulnya masalah lain berupa praktik korupsi.
- 4) **Sumber Daya Manusia:** Indonesia, sebagai negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam dan manusia, memiliki potensi besar untuk mengembangkan energi terbarukan. Namun, meskipun potensinya besar, terdapat tantangan signifikan dalam pengelolaan dan pengembangan energi terbarukan secara optimal, salah satunya adalah keterbatasan ketersediaan sumber daya manusia yang berkualitas. Maka, dapat diketahui bahwa industri kelapa sawit di Indonesia, meskipun menjadi salah satu penyumbang devisa negara yang signifikan, juga menghasilkan limbah padat dan cair dalam jumlah yang substansial (Al - Huda, 2023).
- 5) **Pengelolaan limbah yang tidak tepat dapat berakibat fatal bagi lingkungan.** Oleh karena itu, perlu dikembangkan strategi pengembangan *green industry* era 4.0 limbah sawit di Indonesia untuk menghadapi tantangan biomassa ramah lingkungan. Berikut beberapa strategi yang dapat diimplementasikan:
 - a. **Pemanfaatan Teknologi 4.0.** Pemanfaatan teknologi 4.0 dalam pengelolaan limbah sawit di Indonesia melibatkan berbagai inovasi mutakhir untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan dan optimalisasi proses pengelolaan limbah sawit secara real-time. Penggunaan *platform big data* membantu menganalisis data terkait limbah sawit, sehingga dapat dirumuskan strategi pengelolaan yang lebih efektif. Selain itu, teknologi robotika diterapkan untuk mengotomatisasi proses pengelolaan, menjadikannya lebih efisien dan aman. Teknologi *artificial intelligence* (AI) juga digunakan untuk mengembangkan sistem prediksi dan deteksi dini pencemaran lingkungan akibat limbah sawit.
 - b. **Pengembangan *Biorefinery*.** Pengembangan *biorefinery* menjadi langkah strategis dengan membangun pabrik *biorefinery* untuk mengolah limbah sawit menjadi berbagai produk bio basah, seperti biofuel, bioplastik, dan biokimia. Penelitian dan pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas teknologi *biorefinery*. Kerjasama dengan industri lain juga dijalin untuk menyerap produk bio basah yang dihasilkan.
 - c. **Peningkatan Kesadaran Masyarakat.** Peningkatan kesadaran masyarakat menjadi faktor penting dalam pengelolaan limbah sawit yang ramah lingkungan. Edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan limbah sawit dilakukan secara intensif. Partisipasi masyarakat didorong melalui program komposan dan bank sampah, serta pemberian insentif bagi mereka yang mengelola limbah sawit dengan baik.
 - d. **Penguatan Regulasi.** Penguatan regulasi terkait pengelolaan limbah sawit juga menjadi prioritas. Regulasi diperkuat mencakup standar emisi dan baku mutu air limbah, disertai dengan pengawasan ketat terhadap pelaksanaannya. Sanksi tegas diberlakukan kepada pelaku usaha yang melanggar regulasi tersebut.

- e. Kolaborasi Multi-*Stakeholder*. Kolaborasi multi-*stakeholder* antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat sangat diperlukan dalam pengembangan *green industry* era 4.0 untuk limbah sawit. Penelitian dan pengembangan bersama dilakukan untuk menemukan solusi inovatif dalam pengelolaan limbah sawit. Selain itu, berbagi informasi dan pengalaman terkait pengelolaan limbah sawit antar stakeholder menjadi kunci untuk kesuksesan bersama.

IV. KESIMPULAN

Pemerintah Indonesia telah melakukan langkah-langkah yang signifikan dalam memajukan pembangunan industri berkelanjutan sejak dikeluarkannya Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 28 tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional, dengan mengintegrasikan asas-asas *green industry* dalam kebijakan nasional dan mengadaptasi standar internasional terkait perlindungan lingkungan. Komitmen terhadap energi baru dan terbarukan, khususnya melalui penggunaan biomassa dari limbah sawit, menjadi fokus utama dalam upaya menuju kemandirian energi dan mengurangi dampak lingkungan negatif. Meskipun energi terbarukan menghadirkan solusi menjanjikan untuk meminimalisir emisi karbon dan melawan perubahan iklim, aspek-aspek perlindungan lingkungan tidak boleh diabaikan dalam proses implementasinya. Penting untuk menyelaraskan pengembangan energi terbarukan dengan asas-asas perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang tercantum dalam hukum nasional.

Pemerintah mendorong pemanfaatan biomassa energi yang ramah lingkungan sebagai bagian dari inisiatif *green industry* untuk menggantikan energi fosil. Indonesia, dengan kekayaan alamnya yang melimpah, memiliki potensi besar untuk memanfaatkan limbah sawit sebagai sumber energi biomassa. Hal ini selaras dengan fokus industri 4.0 pada pengoptimalan sumber daya dan transisi energi. Namun, beberapa tantangan perlu diatasi untuk mewujudkan potensi ini secara berkelanjutan, terutama dalam konteks perubahan iklim. Dalam konteks ini, kebutuhan untuk memberikan solusi terhadap masalah lingkungan hidup yang mengancam kualitas hidup manusia menjadi semakin penting. Namun, ironisnya, potensi besar Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai tantangan seperti infrastruktur yang kurang memadai, kebijakan ekonomi yang belum mendukung, serta masalah sosial dan sumber daya manusia perlu diatasi. Dalam menghadapi tantangan ini, diperlukan strategi pengembangan *green industry* untuk mengelola limbah sawit secara efektif. Hal ini termasuk pemanfaatan teknologi 4.0, pengembangan *biorefinery*, peningkatan kesadaran masyarakat, penguatan regulasi, dan kolaborasi multi-stakeholder antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat. Dengan mengimplementasikan strategi ini, diharapkan Indonesia dapat memanfaatkan potensi biomassa energi secara optimal sambil menjaga keberlanjutan lingkungan hidup.

V. DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Perundang-Undangan:

Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. (n.d.).

UUPLH/32/2009. (2009). Undang-Undang RI No 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan. In *Setneg RI* (Vol. 2009, Issue 75, pp. 31–47).

Pemerintah Indonesia. (2014). Undang-undang (UU) Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian. In *Undang-undang (UU)*.

Undang-Undang Nomor 46 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement. (n.d.).

Presiden, P. (n.d.). Nomor 28 tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional.

Indonesia, P. R. (2017). 59 Tahun 2017 tentang Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. In *Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 136*. <https://tpb.kalbarprov.go.id/sdgs/perpres#>

ESDM, P. M. (n.d.). Nomor 44 Tahun 2015 Tentang Pembelian Tenaga Listrik Oleh Pt Perusahaan Listrik Negara Persero dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota.

Buku:

Al-Huda, A. K. N. (2021). *Transisi Energi di Indonesia*. In Buletin Pertamina (Issue October). Overview & Challenges.

Johny Ibrahim. (2006). *Teory dan Metodologi Penelitian Hukum Normatif*. In Bayu Publishing (Vol. 57, Issue 11). Bayumedia Publishing.

Pintaria, M. P. (2023). *Kebijakan Industri Hijau Pada Industri Pulp dan Kertas*. Pusat Industri Hijau Badan Standardisasi Kebijakan dan Jasa Industri.

Stocks, N. (2016). Pengantar Hukum Administrasi Indonesia.

Soerjono Seokanto, & Sri Mamudji. (2003). *Penelitian Hukum Normatif: Sebuah Tinjauan Singkat* (pp. 33–37). Rajawali Pers.

Artikel Jurnal:

- Aminah, A., & Yusriyadi, Y. (2018). Upaya Pemenuhan Komitmen Penurunan Gas Rumah Kaca Melalui Industri Hijau. *Bina Hukum Lingkungan*, 3(1), 63–80. <https://doi.org/10.24970/jbhl.v3n1.5>
- Alrasyid, M. H. (n.d.). Environmental Strategic Management Untuk Kawasan Industri Hijau. *IJEEM: Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 1(1), 104.
- Athya, A. (2015). Pengaturan Hukum Internasional Dalam Mengatasi Perubahan Iklim Yang Disebabkan Oleh Greenhouse Gases Dan Implementasinya. <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/16347>
- Cahyani, F. A. (2020). Upaya Peningkatan Daya Dukung Lingkungan Hidup Melalui Instrumen Pencegahan Kerusakan Lingkungan Hidup Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Nurani Hukum*, 2(1), 53. <https://doi.org/10.51825/nhk.v2i1.5488>
- Jaelani, A., Firdaus, S., & Jumena, J. (2017). Renewable energy policy in Indonesia: The Qur'anic scientific signals in Islamic economics perspective. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(4), 193–204.
- Jamilah, O. L., Unisba, F. H., Ranggagading, J., & Bandung, N. (2012). *Dalam Perjanjian Standar Baku*. XIII(8), 227–243.
- Mina, R. (n.d.). Pelaksanaan Izin Lingkungan di Kabupaten Banggai Sebagai Upaya Perlindungan. *Jurnal Bina Hukum Lingkungan*, 1(2), 208.
- Muhaimin, M. (2004). Perjanjian baku (standart contract) dalam kegiatan ekonomi. *Universum*, 1(1), 8–9.
- Najicha, F. U. (2021). Oil and Natural Gas Management Policy in Realizing Equal Energy in Indonesia. *Journal of Human Rights, Culture and Legal System*, 1(2), 71–80. <https://doi.org/10.53955/jhcls.v1i2.8>
- Pramudiyanto, A. S., & Suedy, S. W. A. (2020). Energi Bersih dan Ramah Lingkungan dari Biomassa untuk Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim yang Ekstrim. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 86–99. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.9990>
- Pratama, A. W., Piluharto, B., Indarti, D., Haryati, T., & Addy, H. S. (2019). Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Sifat Fisik dan Muatan Permukaan Selulosa Termodifikasi. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(2), 315. <https://doi.org/10.20961/alchemy.15.2.33756.315-328>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Vinet, L., & Zhedanov, A. (2011). A “missing” family of classical orthogonal polynomials. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 51–66. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Zaini Miftach. (2018). Analisis Biaya Pelabuhan dan Biaya Bongkar Muat Terhadap Pendapatan PT. Abdi Nusantara Indonesia Line Cabang Gresik. 53–54.

Artikel Website:

- Hartomo, G. (n.d.). *Menperin: Kontribusi Sektor Industri ke PDB Tembus 22%, Kalahkan Amerika!* <https://economy.okezone.com/read/2017/11/02/320/1807384/menperin-kontribusi-sektor-industri-ke-pdb-tembus-22-kalahkan-amerika>
- Nusantara, S. (n.d.). *Tantangan Energi Alternatif Biomassa dalam Mewujudkan Transisi Energi yang Berkelanjutan.* <https://sonus.id/tantangan-energi-alternatif-biomassa-dalam-mewujudkan-transisi-energi-yang-berkelanjutan/>