



FORSCHUNGSFORUM LAW JOURNAL

FORUM RISET DAN DEBAT MAHASISWA
FAKULTAS HUKUM UPN VETERAN JAKARTA

Vol. 1 No. 1 Tahun 2024

Revitalisasi Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang Menjadi Energi Listrik Melalui Waste-To-Energy (Komparasi Waste-To-Energy Negara Swedia)

Revitalisation Of Bantargebang Integrated Landfill (TPST) Into Electrical Energy Through Waste-To-Energy (Waste-To-Energy Comparison With Sweden)

Putri Ni'matul Maula¹

¹Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jalan RS. Fatmawati Raya, Pondok Labu, Kecamatan Cilandak, Kota Depok, Jawa Barat 12450, 2210611301@mahasiswa.upnvj.ac.id

Abstrak: Indonesia menghadapi masalah dalam hal pengelolaan sampah. Tumpukan sampah yang makin tidak terkendali tanpa diikuti dengan pengolahan sampah yang efektif menjadi permasalahan utamanya. Sudah banyak peraturan yang dibuat, tetapi implementasinya tidak berjalan sesuai yang diharapkan, struktur hukum yang belum dapat menjalankan penegakan hukum, hingga minimnya kesadaran warga dalam memilah sampah. Penelitian ini menggunakan metode penelitian yuridis normatif dengan teknik pengumpulan data melalui studi pustaka (library research) yang berkaitan dengan kajian teoritis dan beberapa referensi dari literatur-literatur ilmiah. Kemudian, teknik analisis data diolah secara deskriptif kualitatif yang menggambarkan dan menjelaskan fenomena sosial atau perilaku dalam situasi yang nyata menggunakan pendekatan perundang-undangan (statute approach) dan pendekatan kasus (case approach). Terdapat potensi yang besar di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, Bekasi untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik melalui sistem waste-to-energy (WtE) di Indonesia seperti Negara Swedia. Namun, Indonesia menghadapi kekurangan lahan, biaya yang besar, dan pemilahan sampah yang lama. Potensi pada gunung sampah di TPST Bantargebang, Bekasi belum dimanfaatkan dengan optimal menjadi energi listrik melalui sistem waste-to-energy (WtE) merujuk pada kesuksesan Swedia. Berbagai aturan yang ada tidak direalisasikan, struktur hukum belum optimal, dan budaya masyarakat tidak peduli akan pentingnya pemilahan sampah sehingga Indonesia sudah sepatutnya memaksimalkan ketiga unsur sistem hukum tersebut supaya permasalahan dapat dituntaskan secara efektif dan berkeadilan.

Kata Kunci: Sampah, Waste-To-Energy, Energi Listrik, Sistem Hukum

Abstract: Indonesia is facing a problem when it comes to waste management. The uncontrolled piling up of waste without being followed by effective waste management is the main problem. Many regulations have been made, but their implementation has not gone as expected, legal structures that have not been able to carry out law enforcement, to the lack of awareness of citizens in sorting waste. This research uses normative juridical research methods with data collection techniques through library research related to theoretical studies and several references from scientific literature. The data analysis technique is then processed descriptively qualitatively which describes and explains social phenomena or behaviour in real situations using a statute approach and case approach. There is great potential at the Bantargebang integrated waste disposal site (TPST) in Bekasi to be harnessed into electrical energy through waste-to-energy (WtE) systems in

Indonesia like Sweden. However, Indonesia faces land shortages, high costs, and lengthy waste segregation. The potential in the mountains of waste at TPST Bantargebang, Bekasi has not been optimally utilised into electrical energy through a waste-to-energy (WtE) system referring to Sweden's success. Various existing regulations are not realised, the legal structure is not optimal, and the culture of the community does not care about the importance of waste segregation so that Indonesia should maximise the three elements of the legal system so that problems can be resolved effectively and fairly.

Keywords: Waste, Waste-To-Energy, Electrical Energy, Legal System

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang dengan populasi terpadat ke-4 di dunia menghadapi masalah besar dalam hal pengelolaan sampah (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengakui bahwa pada 2020 total produksi sampah nasional telah mencapai 67,8 juta ton yang berarti terdapat sekitar 185.753 ton sampah setiap harinya dihasilkan oleh 270 juta penduduk. Dengan kata lain, setiap penduduk memproduksi sekitar 0,68 kilogram sampah per hari (Setiawan, 2021). Angka tersebut meningkat dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Sayangnya, hanya sekitar 10% sampah yang diolah dengan benar, sedangkan sisanya dibuang di tempat pembuangan sampah (TPS) secara tidak teratur sehingga menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan yang serius (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Berbagai permasalahan lingkungan hidup tersebut bersumber dari polusi dan pencemaran air, tanah, dan udara. Menjadi sebuah fenomena yang sangat memprihatinkan ketika melihat gunung sampah di tempat pembuangan akhir (TPA). Tingginya volume sampah yang berserakan menyebabkan bau tak sedap dan mendatangkan penyakit seperti malaria, diare, dan penyakit kulit. Ditambah lagi dengan air limbah yang dibuang ke sungai dan laut yang dapat mencemari perairan hingga berimbas buruk terhadap ekosistem dan sumber air. Hal tersebut dapat membuat penduduk yang tinggal di daerah tersebut jauh dari pola hidup sehat.

Salah satu hal yang menyebabkan volume sampah semakin menggunung, yaitu semakin tingginya tingkat angka kepadatan penduduk suatu negara. Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun. Sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Jumlah tersebut menjadikan Indonesia masuk urutan kedua penyumbang sampah plastik terbesar dunia pada tahun 2019

setelah Tiongkok, dan masih akan terus bertambah seiring berjalannya waktu dan bertambahnya populasi, ditambah jika belum adanya penanganan yang tepat oleh pemerintah maupun budaya masyarakatnya (INDONESIA.GO.ID, 2019). Indonesia masih mencari solusi untuk menjawab permasalahan sampah dan limbah yang semakin berdampak pada lingkungan. Sementara itu, Indonesia belakangan ini juga kerap menerima limbah impor dari negara-negara maju. Pada 2020, impor bersih sampah plastik Indonesia mencapai 138 ribu ton. Mengutip data UN Comtrade, negara asal impor sampah plastik terbesar Indonesia adalah Belanda sejumlah 51,5 ribu ton sampah plastik, 37,54 ribu dari Jerman, 17,1 ribu ton dari Slovenia, Amerika Serikat tercatat sebesar 16,4 ribu ton, dan Singapura mencapai 13,27 ribu ton. Impor sampah plastik ini biasanya dilakukan untuk daur ulang. Meski begitu, kurangnya regulasi dan pengawasan berdampak terhadap Indonesia sebagai negara pengimpor sampah plastik (UN Comtrade, 2021).

Terlebih lagi, pengelolaan sampah di Indonesia masih menghadapi banyak masalah, seperti kurangnya infrastruktur dan fasilitas yang memadai, rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pengolahan sampah, serta minimnya dukungan dari pemerintah. Permasalahan sampah di Indonesia merupakan salah satu isu penting yang patut disoroti. Pasalnya, angka timbunan sampah terus-menerus naik dari tahun ke tahun. Padahal, pemerintah telah mencetak sejumlah peraturan yang diharapkan dapat menjadi pijakan hukum bagi polemik penanganan persampahan. Mulai dari Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah; Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga; Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun; Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga; Peraturan Presiden Nomor 83 tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut; hingga Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Sampah Spesifik. Meskipun sudah banyak peraturan yang dibuat, implementasinya tidak berjalan sesuai yang diharapkan (Fachri, 2022). Realitanya, semua jenis sampah seringkali bercampur dalam tumpukan sampah tanpa adanya daur ulang terlebih dahulu. Selain itu, penegakan hukumnya (sanksi) pun tidak diberikan kepada pelanggarnya. Permasalahan sampah di lingkungan hidup masyarakat menjadi tak terkendali dan

mencemari air, udara, tanah, bahkan kesehatan masyarakat. Berangkat dari berbagai isu sosial dan lingkungan hidup maupun isu hukum yang tidak ditegakkan secara tegas, membuat Indonesia tertinggal mengenai strategi pengelolaan sampah.

Indonesia sebagai penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia, diikuti dengan sampah sisa makanan yang juga banyak dihasilkan. Padahal, sampah sisa makanan pada limbah rumah tangga yang dibiarkan menumpuk dapat sewaktu-waktu dapat terjadi ledakan gas metana yang dihasilkan, khususnya yang berada di tempat pembuangan akhir menghasilkan metana dalam jumlah yang sangat besar. Metana merupakan gas yang lebih kuat daripada karbondioksida (CO₂), yang dapat memperburuk konsekuensi negatif pada pemanasan global, yaitu perubahan iklim karena gas metana dalam sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) atau tempat pembuangan sampah (TPS) yang lepas ke atmosfer dapat menyumbang emisi gas rumah kaca (Sulaiman, 2019). Pada sisi lain, cara pemusnahan sampah secara tepat juga masih menjadi hal yang penting untuk dikaji bersama dikarenakan dewasa ini masih banyak ditemukannya warga yang umumnya memusnahkan sampah melalui cara pembakaran. Melalui pembakaran sampah dapat berimbas pada lingkungan berupa polusi udara dan kebakaran hutan, hingga terganggunya pernapasan para pelaku pembakaran itu sendiri. Hal ini sebenarnya sudah diatur dalam Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2005 tentang pengendalian pencemaran udara. Bahwasannya pembakaran sampah, baik di lingkungan rumah maupun di kawasan tempat pembuangan sampah (TPS) sudah dilarang (Badan Pengelolaan Sampah Terpadu Bantargebang, 2020).

Salah satu tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) terbesar di Indonesia adalah tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang di Bekasi, Jawa Barat. Tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang memiliki luas sekitar 110 hektar dan mampu menampung hingga 7.000 ton sampah per hari. Namun, tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang juga menghadapi masalah besar dalam pengelolaan sampah, seperti pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat akibat limbah sampah, serta penggunaan lahan yang tidak efisien. Permasalahan sampah meliputi 3 bagian yaitu bagian hilir, proses dan hulu. Pada bagian awal yaitu hilir pembuangan sampah terus mengalami peningkatan. Pada bagian proses mengalami keterbatasan sumber daya dari masyarakat maupun pemerintah. Pada bagian hulu,

kurang optimalnya sistem yang diterapkan pada pemrosesan akhir (Vedita, 2022). Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat ditarik dua rumusan masalah, yaitu bagaimana potensi revitalisasi Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang melalui pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) di Indonesia dan bagaimana adaptasi skema penerapan Waste-to-Energy (WtE) di Swedia.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian yuridis normatif, yakni suatu cara untuk mendapatkan jawaban atas problematika hukum yang sedang terjadi di masyarakat melalui produk hukum berupa peraturan, prinsip-prinsip, dan teori hukum (Muhaimin, 2020). Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data melalui studi pustaka (library research) yang berkaitan dengan kajian teoritis dan beberapa referensi dari literatur-literatur ilmiah (Sugiyono, 2012). Kemudian, teknik analisis data diolah secara deskriptif kualitatif yang menggambarkan dan menjelaskan fenomena sosial atau perilaku dalam situasi yang nyata menggunakan pendekatan perundang-undangan (*statute approach*) dan pendekatan kasus (*case approach*).

3. Pembahasan

Terdapat potensi yang besar pada gunung sampah di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, Bekasi untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik melalui sistem waste-to-energy (WtE) di Indonesia merujuk pada kesuksesan besar sistem waste-to-energy (WtE) di Swedia. Namun, proses pengolahan sampah di Indonesia masih terhambat karena kurangnya lahan, biaya yang besar, juga tercampurnya semua jenis sampah dalam tumpukan sampah yang menggunung sehingga proses pemilahan sampah pun membutuhkan waktu yang lama. Terlebih lagi, aturan yang sudah ada tidak direalisasikan, struktur hukum yang belum optimal menegakkan hukum, dan budaya masyarakat Indonesia pun tidak peduli akan pentingnya pemilahan sampah. Oleh karena itu, Indonesia wajib memaksimalkan ketiga unsur sistem hukum supaya permasalahan hukum dalam hal penanganan dan pengelolaan sampah dapat dituntaskan secara efektif dan berkeadilan.

3.1. Pembahasan 1

3.1.1 Potensi Revitalisasi Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang melalui Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Indonesia

Indonesia mempunyai sebuah tempat pembuangan akhir (TPA) terbesar ialah tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang di Bekasi, Jawa Barat. Tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) ini dikenal sebagai "gunung sampah" karena jumlahnya yang sangat besar dan tidak teratur. Namun, tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang juga memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi baru dan terbarukan. Potensi tersebut sebagai salah satu solusi pengolahan sampah menjadi sumber listrik. Pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan sampah sebagai sumber penghasil listrik. Sampah diolah menjadi listrik dengan proses termal uap supercritical steam. Pembangunan Pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) jadi salah satu cara untuk menanggulangi masalah sampah di Indonesia dengan mengubahnya jadi energi terbarukan.

Tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang memiliki luas sekitar 110 hektar dan mampu menampung hingga 7.000 ton sampah per hari. Dari jumlah tampungan tersebut, sekitar 2.000 ton dapat diolah menjadi energi melalui teknologi Waste-to-Energy (WtE). Untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, salah satu solusinya adalah dengan revitalisasi tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang menjadi energi baru dan terbarukan. Revitalisasi ini dilakukan dengan memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik atau bahan bakar gas. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi yang sudah ada, seperti incinerator atau pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa). Revitalisasi tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang dapat dilakukan dengan memanfaatkan sampah sebagai sumber energi baru dan terbarukan. Salah satu cara untuk melakukan hal ini adalah dengan menggunakan teknologi Waste-to-Energy (WtE) atau pengolahan sampah menjadi energi listrik, seperti yang dilakukan Negara Swedia. Indonesia pun mulai menerapkan sistem ini yang kemudian disebut pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa). Pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) diatur pada Undang-

Undang Nomor 18 tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah. Pemerintah menargetkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) di 12 Kota yaitu DKI Jakarta, Denpasar, Bandung, Makassar, Tangerang, Solo, Semarang, Palembang, Manado, Tangerang Selatan, Bekasi dan Surabaya.

Revitalisasi sampah pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang menjadi energi baru dan terbarukan memiliki banyak manfaat. Pertama, dapat mengurangi dampak negatif pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat (Balaindra, 2019). Pengolahan sampah menjadi energi dapat mengurangi volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan sehingga dapat mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat (Harahap & Ismail, 2018). Kedua, dapat meningkatkan pasokan energi baru dan terbarukan, yang menjadi penting mengingat ketergantungan Indonesia pada energi fosil yang semakin menipis. Sampah yang sebelumnya hanya menjadi beban lingkungan dapat diolah menjadi sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Ketiga, dapat meningkatkan kemandirian energi nasional, yang menjadi tujuan nasional dalam Roadmap for National Energy Development 2019—2038 (Ministry of Energy and Mineral Resources, 2019). Dengan demikian, melalui pemanfaatan sumber energi yang berasal dari dalam negeri, Indonesia tidak perlu bergantung pada impor energi dari negara lain. Keempat, dapat meningkatkan ekonomi lokal dengan menciptakan lapangan kerja baru, membuka peluang bisnis bagi masyarakat sekitar tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, bahkan dapat mengurangi biaya impor energi. Kelima, dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak perubahan iklim. Pengolahan sampah menjadi energi dapat menggantikan bahan bakar fosil yang berkontribusi pada emisi gas rumah kaca.

Namun, revitalisasi sampah tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang menjadi energi baru dan terbarukan juga menghadapi beberapa tantangan. Pertama, kurangnya dukungan dari pemerintah dan sektor swasta dalam pengembangan teknologi dan infrastruktur pengolahan sampah menjadi energi. Kedua, minimnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pengolahan sampah yang ramah lingkungan. Ketiga, minimnya kemampuan dan kapasitas pengelola sampah dalam pengelolaan sampah menjadi energi. Keempat, biaya investasi yang tinggi dalam pengembangan infrastruktur

pengolahan sampah menjadi energi. Dilema lainnya, yaitu pengelolaan sampah mulai dari pengumpulan, pengangkutan sampai dengan penimbunan menyebabkan landfill penuh secara cepat. Hal tersebut juga berhubungan dengan sulitnya mencari lahan landfill baru (Rohman dan Addi, 2020).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta (Aditiya & Ramadhan, 2020). Pemerintah perlu memberikan dukungan dan fasilitas untuk pengolahan sampah menjadi energi, termasuk insentif dan kepastian kebijakan dalam pengembangan teknologi dan infrastruktur (Aulia & Hidayat, 2021). Pemerintah perlu membangun fasilitas WtE yang memadai untuk mengolah sampah tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang menjadi energi. Selain itu, juga perlu dibangun sistem pengumpulan sampah yang efektif dan efisien, serta fasilitas pendukung lainnya seperti jalan dan saluran drainase yang memadai. Selain itu, juga perlu dilakukannya peningkatan teknologi pengolahan sampah menjadi energi. Pemerintah perlu berinvestasi dalam riset dan pengembangan teknologi Waste-to-Energy (WtE) yang lebih efektif dan efisien, sehingga dapat menghasilkan energi yang lebih banyak dengan biaya yang lebih murah. Dengan demikian, perlu dilakukan kerja sama antara pemerintah, perguruan tinggi, dan industri untuk mengembangkan teknologi pengolahan sampah menjadi energi yang lebih baik (Indonesia Waste Platform, 2019). Keterlibatan sektor swasta dalam pengolahan sampah menjadi energi. Swasta dapat berperan dalam membangun fasilitas Waste-to-Energy (WtE), membiayai riset dan pengembangan teknologi pengolahan sampah menjadi energi, serta mengelola pengumpulan dan pengolahan sampah di daerah tertentu. Pemerintah perlu memberikan insentif dan kepastian hukum bagi investasi swasta dalam pengolahan sampah menjadi energi. Pada lain sisi, sektor swasta juga diperlukan berperan dalam pengembangan teknologi dan infrastruktur pengolahan sampah menjadi energi, dengan memberikan investasi dan melakukan kerja sama dengan pemerintah dan masyarakat.

Selain perlu adanya pembangunan infrastruktur, upaya pemerintah yang juga sama pentingnya, yaitu perlu dilakukan adalah meningkatkan pengawasan terhadap teknologi pengolahan sampah menjadi energi. Pemerintah perlu memastikan bahwa teknologi Waste-to-Energy (WtE) yang digunakan di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST)

Bantargebang beroperasi dengan benar dan aman. Langkah pemantauan terhadap limbah yang dihasilkan dari pengolahan sampah menjadi energi sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Peran masyarakat juga perlu ditingkatkan kesadarannya akan pentingnya pengolahan sampah yang ramah lingkungan, dengan melakukan sosialisasi dan edukasi yang terus menerus. Masyarakat perlu diberi pemahaman tentang dampak negatif dari tempat pembuangan akhir (TPA) yang tidak teratur, serta manfaat dari pengolahan sampah menjadi energi. Pemerintah dan lembaga terkait perlu melakukan sosialisasi melalui berbagai media, seperti televisi, radio, surat kabar, dan media sosial. Selain itu, juga perlu dilakukan kampanye gerakan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) untuk mengurangi volume sampah yang dihasilkan yang terfokus pada pengurangan sampah mulai dari sumber (*Reduce*) dan meminimalkan pembuangan akhir (*disposal*). Walaupun sangat sulit untuk mengendalikan timbulan sampah pada sumbernya. Kemudian, langkah untuk mengatasi permasalahan sulitnya mencari lahan landfill baru, penerapan teknologi di setiap segmen pengelolaan sampah telah banyak dilakukan. *Intermediate Treatment Facility* (ITF) berfungsi sebagai fasilitas pengolahan sampah sebelum dibuang ke landfill dengan beberapa komponen didalamnya (Pemilahan, Recycling, Pemrosesan dan *Recovery Energy*). Melalui proses tersebut, selain memberikan keuntungan juga dapat menekan laju penimbunan sampah di landfill, karena hanya sampah yang tidak dapat diolah saja yang akan ditimbun.

Beberapa contoh keberhasilan dalam revitalisasi tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang menjadi energi baru dan terbarukan sudah dapat ditemukan di Indonesia. Salah satunya adalah proyek pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) Bantargebang yang dioperasikan oleh PT Jakarta Propertindo (Jakpro) dan PT Cogindo Daya Bersama (CDB). Pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) di Bantargebang telah mampu menghasilkan listrik sebesar 6,7 MW dan bahan bakar gas sebesar 9,6 ton per jam. Selain itu, Jakpro juga merencanakan pembangunan fasilitas pengolahan sampah menjadi energi lainnya di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, seperti fasilitas pengolahan sampah menjadi bahan bakar gas untuk kendaraan umum (Jakpro, 2021).

Sebagai salah satu TPS terbesar di Indonesia, tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi

baru dan terbarukan. Menurut Badan Pengelolaan Sampah Terpadu Bantargebang, sampah yang terkumpul di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang setiap harinya dapat mencapai 7.000 ton. Dari jumlah tersebut, sekitar 2.000 ton dapat diolah menjadi energi melalui teknologi Waste-to-Energy (WtE). Revitalisasi tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang dapat dilakukan dengan memanfaatkan sampah sebagai sumber energi baru dan terbarukan. Salah satu cara untuk melakukan hal ini adalah dengan menggunakan teknologi Waste-to-Energy (WtE) atau pengolahan sampah menjadi energi listrik, seperti yang dilakukan Negara Swedia. Indonesia pun mulai menerapkan sistem ini yang kemudian disebut pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa). Pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) diatur pada Undang-Undang Nomor 18 tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah. Pemerintah menargetkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) di 12 Kota yaitu DKI Jakarta, Denpasar, Bandung, Makassar, Tangerang, Solo, Semarang, Palembang, Manado, Tangerang Selatan, Bekasi dan Surabaya. Selain itu, mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, metode salah satu metode pengelolaan sampah adalah daur ulang energi. Oleh karena itu, waste-to-energy (*recovery*) merupakan solusi untuk mengontrol volume sampah yang masuk pada pembuangan akhir/disposal. Peraturan lain yaitu Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018 tentang percepatan pembangunan instalasi pengolahan sampah menjadi energi listrik, yang menjadi dasar pengembangan waste-to-energy (WtE) di Indonesia.

Dalam Rencana Pengelolaan Sampah Terpadu Bantargebang Tahun 2021—2030, Badan Pengelolaan Sampah Terpadu Bantargebang menargetkan untuk mengolah sekitar 50 persen sampah menjadi energi melalui teknologi waste-to-energy (WtE) (Badan Pengelolaan Sampah Terpadu Bantargebang, 2021). Target tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil, serta mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran sampah di tempat pembuangan yang tidak teratur. Selain itu, pengolahan sampah menjadi energi juga dapat mengurangi volume sampah yang dibuang di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang sehingga mengurangi dampak

lingkungan dan kesehatan yang diakibatkan oleh tempat pembuangan Akhir (TPA) yang tidak teratur.

Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Hammam Riza menyebutkan, peralatan utama dari PLTSa terdiri dari 4 (empat) peralatan utama yaitu bunker sebagai penampung sampah yang dilengkapi *platform* dan *grab crane* dan ruang bakar sistem *reciprocating grate* yang didesain dapat membakar sampah dengan suhu di atas 850 derajat celcius sehingga pembentukan dioxin dan furan dapat diminimalisir. Ia menjelaskan, panas yang terbawa pada gas buang hasil pembakaran sampah digunakan untuk mengonversi air dalam boiler menjadi steam untuk memutar turbin menghasilkan tenaga listrik. Unit pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) juga dilengkapi dengan unit Pengendali Pencemaran Udara untuk membersihkan bahan berbahaya yang terbawa dalam gas buang, sehingga gas buang yang keluar memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Pilot Proyek pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) ini juga dilengkapi dengan unit pre-treatment, untuk memilah sampah tertentu yang tidak diijinkan masuk pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa), seperti logam, kaca, batu, limbah B3 dan juga sampah sampah yang berukuran besar.

Pilot Proyek pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) dipilih menggunakan teknologi termal dengan tipe insinerasi menggunakan tungku jenis *reciprocating grate*. Teknologi tersebut selanjutnya dipilih karena merupakan teknologi yang sudah proven, banyak dipakai untuk waste-to-energy (WtE) di dunia, ramah lingkungan (dilengkapi dengan alat pengendali polusi), ekonomis, dan bisa digunakan untuk kondisi sampah di Indonesia, serta mempunyai potensi TKDN yang tinggi, yaitu 65%. Teknologi waste-to-energy (WtE) memungkinkan pengolahan sampah menjadi berbagai jenis energi, seperti listrik, panas, dan gas. Ada beberapa jenis teknologi waste-to-energy (WtE) yang dapat digunakan, seperti incinerator, gasifikasi, dan pyrolysis. Setiap jenis teknologi memiliki kelebihan dan kekurangan, serta biaya yang berbeda-beda. Pada tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, teknologi waste-to-energy (WtE) yang dapat digunakan adalah incinerator dan gasifikasi (Artikel Teknologi Indonesia, 2018).

Insinerasi (Incineration) adalah sebuah proses pembakaran bahan-bahan organik yang terkandung di dalam material sampah. Insinerasi dan proses-proses lain yang melibatkan temperatur tinggi termasuk ke dalam proses konversi waste-to-energy (WtE) Termo-

Kimia. Proses insinerasi sampah menghasilkan tiga produk utama yaitu abu, gas buang, dan energi panas. Abu hasil pembakaran sampah pada insinerator (alat insinerasi) biasanya berupa material anorganik yang sering berwujud jelaga padat atau partikel-partikel kecil yang ikut terbawa gas buang. Partikel-partikel abu tersebut harus ditangkap oleh sistem khusus agar tidak mencemari atmosfer. Gas buang sendiri banyak mengandung karbon dioksida dan beberapa molekul lain yang dengan kemajuan teknologi dapat diminimalisir jumlah pembuangannya ke atmosfer. Energi panas hasil pembakaran insinerator dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Pada industri modern, energi panas ini langsung dipergunakan untuk sumber panas pembangkit listrik tenaga sampah (PLT_{Sa}). Insinerator mampu mengurangi berat sampah 80 hingga 85%, dan volume sampah 95-96%, bergantung dari kandungan material logam di dalam sampah. Selain itu, limbah jelaga insinerator terbukti bermanfaat untuk digunakan sebagai bahan baku jalan raya pengganti aspal. Bahkan banyak pihak mengakui kualitas aspal dari jelaga insinerator memiliki kualitas lebih baik dari aspal konvensional.

Sementara gasifikasi sebagai teknologi pengolahan sampah yang mengubah sampah menjadi gas melalui reaksi kimia yang kompleks. Gasifikasi adalah proses pemanasan material-material organik berbasis karbon, menjadi karbon monoksida, hidrogen, dan karbon dioksida. Proses ini menggunakan panas tinggi di atas 700°C, tanpa terjadi proses pembakaran, dan mereaksikan material-material organik dengan sejumlah oksigen dan/atau uap air terkontrol. Produk dari proses gasifikasi biasa disebut dengan syngas (synthetic gas) yang merupakan bahan bakar daur ulang ramah lingkungan. Kelebihan dari proses gasifikasi ini adalah produk syngas yang dihasilkan memiliki nilai kalor yang lebih tinggi daripada jika sampah langsung digunakan sebagai bahan bakar. Hal ini karena syngas yang tersusun atas gas hidrogen (H₂) dan karbon monoksida (CO) terbakar di temperatur yang lebih tinggi daripada sampah. Dibutuhkan perlakuan khusus agar limbah produk sampingan yang bersifat korosif yakni abu klorida dan potasium dari proses gasifikasi tidak mencemari lingkungan.

Namun, penggunaan teknologi waste-to-energy (WtE) juga memiliki beberapa kendala. Salah satu kendala terbesar adalah biaya yang mahal. Selain itu, penggunaan teknologi waste-to-energy (WtE) juga dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dioperasikan dengan benar. Meskipun waste-to-energy (WtE) menguntungkan, upaya

utama yang harus dilakukan tetapkan dengan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengolahan sampah menjadi energi baru dan terbarukan karena waste-to-energy (WtE) merupakan upaya terakhir yang dapat dilakukan oleh negara yang memiliki sampah tak terkendali. Dengan demikian, kesejahteraan masyarakat dapat tercapai dengan mendapatkan kehidupan yang layak, lingkungan yang lebih sehat karena berkurangnya pencemaran dari sampah, dan ekonomi yang mendukung dengan mempekerjakan warga sekitar tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang.

3.2. Pembahasan 2

3.2.1 Adaptasi Skema Penerapan Waste-to-Energy (WtE) di Swedia

Kebersihan air, tanah, udara serta prasarana yang lain merupakan impian bagi seluruh penduduk dunia. Beberapa negara di dunia pun mencoba untuk menemukan cara yang tepat untuk mewujudkan impian tersebut. Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Hammam Riza menjelaskan bahwa studi banding sudah dilakukan ke beberapa negara, seperti Jepang sampai Skandinavia untuk membangun pembangkit listrik tenaga sampah (PLT_{Sa}) Bantar Gebang, Bekasi yang sejak tahun 2019 sudah beroperasi. Ketika membuang sampah ke tempat pembuangan akhir (TPA/landfill) sudah bukan menjadi pilihan, waste-to-energy (WtE) menawarkan beberapa manfaat, seperti mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, menghemat jutaan ton karbon dioksida, memberikan sumbangsih pada swasembada energi, serta menyediakan alternatif energi yang berkelanjutan, lokal, rendah karbon, serta berbiaya rendah (waste4change, 2022). Organisasi Confederation of European Waste-to-Energy Plants (CEWEP) mengatakan bahwa cara untuk mengelola sampah residu (sampah yang kotor, material yang terkontaminasi, material yang terdiri dari bahan campuran, material daur ulang yang turun kualitasnya, serta material yang mengandung bahan beresiko tinggi), antara lain melalui landfilling atau waste-to-energy (WtE). Kemudian, metode daur ulang maupun waste-to-energy (WtE) menjadi saling melengkapi dalam rangka mengurangi sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA). Negara-negara di Eropa, seperti Austria, Belgia, Denmark, Swedia, dan Finlandia telah menerapkan kebijakan

menutup tempat pembuangan akhir (TPA) dan mengintegrasikan daur ulang dan waste-to-energy (WtE) dalam sistem pengelolaan sampah mereka.

Salah satu negara yang menjadi acuan sebagai negara terbaik dalam mengelola limbah dan sampah yaitu Swedia. Swedia merupakan negara yang dikenal inovatif termasuk dalam hal pengelolaan sampah. Selama bertahun-tahun, Swedia secara konsisten menerapkan kebijakan pengelolaan sampah demi mewujudkan negara yang bebas sampah. Selain dari kebijakan pemerintah dan inovasi teknologi, ternyata peran serta masyarakat juga menjadi faktor utama untuk mendukung terwujudnya negara bebas sampah tersebut. Pertama, pemilahan sampah dan daur ulang. Masyarakat Swedia telah terbiasa memilah sampah yang mereka hasilkan di rumah-rumah sebelum membuangnya ke tempat pembuangan. Hal tersebut tentu saja mempermudah proses pemilahan sampah dalam skala yang lebih besar. Selain itu, ada kebijakan pemerintah yang menetapkan ketersediaan pusat daur ulang sampah setiap 300m dari wilayah pemukiman. Kedua, Warga Swedia cenderung menggunakan kembali barang-barang daripada membuang atau mendaur ulang. Ini termasuk kebiasaan mengisi ulang produk-produk, daripada membuang atau mendaur ulang wadahnya. Ketiga, pemerintah Swedia menyediakan reward dalam bentuk uang bagi setiap botol atau kaleng bekas yang ditaruh di fasilitas daur ulang. Sistem ini disebut pant system yang telah sukses mendaur ulang jutaan sampah setiap tahunnya. Pant system juga disebut sebagai salah satu faktor yang membentuk perilaku masyarakat dalam menangani sampah sehari-hari. Keempat, Pemerintah juga menghimbau pihak produsen yang memproduksi barang yang berpotensi menjadi limbah untuk berpartisipasi. Beberapa retail barang seperti perusahaan pakaian H&M akan memberikan diskon bagi pelanggan yang 'mengembalikan' pakaian yang sudah tidak dipakai lagi. Langkah terakhir, yaitu penerapan waste-to-energy (WtE) Hal yang paling signifikan dari pengelolaan sampah di Swedia adalah tersedianya fasilitas waste-to-energy (WtE). Beberapa hal tersebut menunjukkan bahwa masalah sampah adalah persoalan semua pihak dalam suatu negara. Untuk menjadi negara yang bebas sampah, juga diperlukan partisipasi pihak industri serta peran aktif masyarakat untuk mengelola sampah. Dengan penanganan yang tepat dan tunjangan teknologi, Swedia berhasil membuktikan diri sebagai negara terdepan dalam hal pengelolaan sampah (Sharif, 2019).

Negara Swedia telah berhasil melakukan pengolahan sampah dan air limbah untuk dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Negara terkaya ketujuh di dunia ini telah menekan angka limbah yang ada di negara-negara Eropa dari 38 persen menjadi 1 persen. Swedia bahkan mengimpor sampah dari negara-negara tetangganya di Eropa hingga 800 ribu ton sampah per tahun untuk diolah menjadi energi karena pasokan sampah di negara tersebut tidak mencukupi untuk memenuhi kapasitas pabrik waste-to-energy (WtE) yang ada (Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, 2020). Sistem waste-to-energy (WtE) mampu mengubah sampah menjadi energi panas yang kemudian dapat menghasilkan listrik. Keberhasilan akan revolusi daur ulang tersebut, membawa dampak positif bagi lingkungan alam negaranya, Swedia bahkan dijuluki negara tanpa sampah lebih dari 99% sampah rumah tangga bisa menjadi bahan daur ulang dan sumber energi dan kurang dari 1 persen sampah berakhir di tempat pembuangan akhir (Listrik Indonesia, 2022).

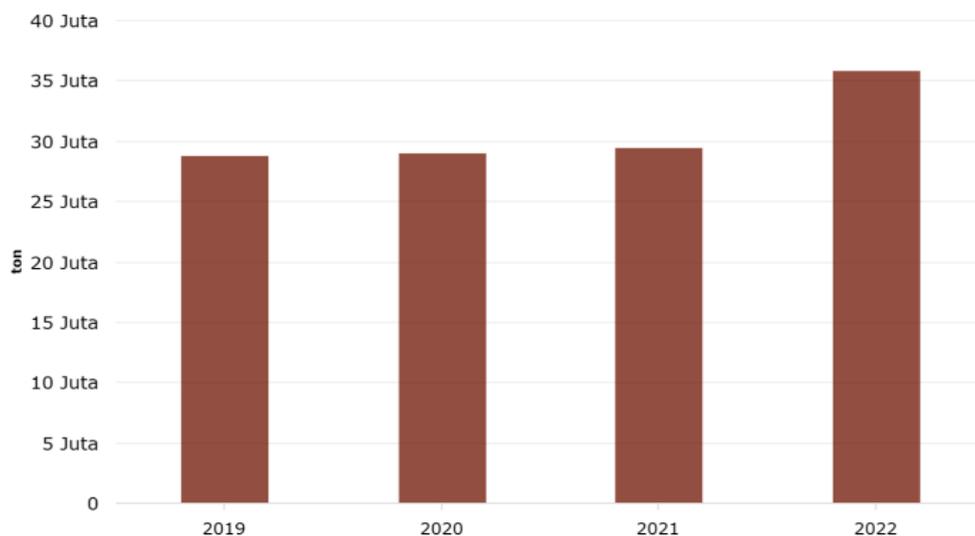
Pembangkit listrik bertenaga sampah yang dioperasikan Swedia telah memasok kebutuhan panas untuk 950.000 rumah tangga dan mampu memenuhi kebutuhan listrik untuk 260.000 rumah tangga di seluruh negerinya. Membakar sampah dalam incinerator mampu menghasilkan panas. Energi panas ini kemudian didistribusikan melalui pipa ke wilayah perumahan dan gedung komersial. Energi ini juga mampu menghasilkan listrik bagi rumah rakyatnya. Dikatakan oleh Catarina Ostlund, Penasihat Senior untuk Swedish Environmental Protection Agency, kebijakan ini bisa meningkatkan nilai dari sampah di masa depan (National Geographic Indonesia, 2012). Swedia memanfaatkan sampah untuk menghasilkan energi panas dengan cara membakar 50 persen sampah dengan temperatur tinggi. Selain itu, Swedia juga membuat bahan konstruksi jalan dari abu hasil pembakaran sampah yang menjadikan jumlah sampah di Swedia kini menurun drastis (Qonnita, 2022).

Pada sisi lain, Indonesia masih minim strategi dan kesadaran dalam halm pengelolaan sampah sehingga sudah sepatutnya Indonesia dapat mencontoh regulasi yang telah diterapkan di Negara Swedia dengan memperhatikan keselarasan komponen substansi, struktur, maupun budaya hukum dalam masyarakat sebagaimana Lawrence M Friedman dalam teori hukumnya yang dinamakan sistem hukum (*legal system*). Melalui regulasi yang tepat dan progresif, struktur atau penegak hukumnya berupaya menegakkan aturan

dengan baik dan mampu melayani warganya maka suatu karakter masyarakat Indonesia pun ikut terbentuk yang kemudian diwujudkan dalam budaya masyarakat Indonesia. Apabila ketiga unsur tersebut berjalan baik maka suatu permasalahan hukum dalam hal penanganan dan pengelolaan sampah dapat dituntaskan secara efektif dan terwujudnya keadilan kepada masyarakat supaya mampu menjalani hidupnya dengan tenteram dan sejahtera, tentunya dengan lingkungan yang sampahnya terkelola dengan baik.

3.3. Pembahasan 3

Berikut merupakan data mengenai volume sampah di Indonesia yang terus meningkat tiap tahunnya:



Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 16 Oktober 2023

Gambar 1: Volume Sampah di Indonesia

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pemerintah telah menyadari potensi penumpukan sampah menjadi energi dengan menjalankan sistem waste-to-energy (WtE) di Indonesia, khususnya di tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) Bantargebang, Bekasi. Namun, sayangnya proses yang dijalankan dan hasil yang diperoleh masih terhambat karena kurangnya lahan, biaya yang besar, juga tercampurnya semua jenis sampah dalam tumpukan sampah yang menggunung sehingga proses pemilahan sampah pun membutuhkan waktu yang lama. Jika dibandingkan dengan

Swedia dengan sistem waste-to-energy (WtE) untuk mengolah sampahnya dan ditransformasi menjadi energi listrik, di Indonesia masih berbanding jauh. Oleh karena itu, dengan adanya sistem waste-to-energy (WtE) yang sudah diadaptasi ke Indonesia melalui pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa), perlu dilakukannya kolaborasi antara pihak pemerintah, masyarakat, maupun swasta. Pemerintah perlu menciptakan regulasi, teknologi, inovasi, pengawasan yang efektif, hingga insentif fiskal. Kemudian, peran masyarakat juga perlu ditingkatkan kesadarannya akan pentingnya pengolahan sampah. Selain itu, perlu adanya investasi pengembangan infrastruktur oleh pihak swasta. Melalui berbagai upaya tersebut, harapan listrik dapat mengalir ke seluruh rumah tangga melalui sistem waste-to-energy (WtE) dapat terwujud.

Maka dari itu, penulis menyusun saran dan rekomendasi terkait hal ini. Pertama, pemerintah Indonesia perlu menegakkan regulasi pengelolaan sampah dengan tegas bagi siapa pun yang melanggarnya, maupun terhadap kebijakan impor sampah. Hal ini menjadi sangat penting mengingat regulasi merupakan bagian substansial yang perlu ditegakkan bertujuan meminimalisir munculnya isu sosial dan isu hukum terkait pengelolaan sampah. Kedua, pemerintah Indonesia perlu membuat regulasi tentang energi baru dan terbarukan (EBT) yang mendukung penggunaan sistem waste-to-energy (WtE) diintegrasikan di Indonesia, hal ini bertujuan supaya hukum pengelolaan sampah berjalan secara progresif dan mendukung energi berkelanjutan yang juga sedang diupayakan bersama sehingga Indonesia tidak ketergantungan terhadap fosil ataupun impor energi dari negara lain. Ketiga, pemerintah Indonesia perlu memberikan edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat secara masif mengenai pemilahan dan daur ulang sampah melalui pengadaan bank sampah tiap desa untuk mendorong partisipasi masyarakat Indonesia menerapkan pemilahan ataupun daur ulang mandiri, kemudian sosialisasi sistem waste-to-energy (WtE) sebagai solusi efektif menghadapi isu lingkungan hidup. Hal ini diperlukan demi tercapainya dukungan dan kolaborasi warga demi memaksimalkan sistem waste-to-energy (WtE) di Indonesia.

Daftar Pustaka

Artikel Jurnal:

Aditiya, H. B., Sari, N. M., & Ramadhan, A. M. (2020). Waste-to-energy technology in

- Indonesia: Current status, challenges, and opportunities. *Energy Reports*, 6, 213-224.
- Aulia, R. D., & Hidayat, A. (2021). Municipal solid waste management policy in Indonesia: Current issues and future challenges. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(12), 15248-15263.
- Balaindra, R. D. (2019). Waste to energy (WtE): Sustainable solution for Indonesia's waste problems. *Energy Procedia*, 157, 1259-1266.
- Harahap, I. M., & Ismail, R. (2018). Optimization of Municipal Solid Waste Management Using Life Cycle Assessment and Fuzzy Multiple Criteria Decision Making in Jakarta.

Buku:

- Muhaimin. (2020). *Metode Penelitian Hukum*. Mataram-NTB: Mataram University Press, 47.
- Sugiyono. (2012). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Halaman Web:

- Setiawan. (2021). *Membenahi Tata Kelola Sampah Nasional*. Diakses 15 Maret 2023, <https://www.indonesia.go.id/kategori/indonesia-dalam-angka/2533/membenahi-tata-kelola-sampah-nasional>
- National Geographic Indonesia. (2016). *Setelah Cina, Indonesia Tempati Posisi Kedua Penyumbang Sampah Terbesar di Dunia*. Diakses 14 Maret 2023, <https://nationalgeographic.grid.id/read/13306039/setelah-cina-indonesia-tempati-posisi-kedua-penyumbang-sampah-terbesar-di-dunia?page=all>
- Sulaiman, M. R. (2019). *Tinggi Gas Metana, Sampah Makanan Berisiko Picu Perubahan Iklim*. Diakses 14 Maret 2023, <https://www.suara.com/health/2019/10/05/050000/tinggi-gas-metana-sampah-makanan-berisiko-picu-perubahan-iklim>
- Fachri, F. K. (2022). *Meski 'Kaya' Regulasi, Penegakan Hukum Terkait Persampahan Dinilai Masih Minim*. Diakses 15 Maret 2023, <https://www.hukumonline.com/berita/a/meski-kaya-regulasi--penegakan-hukum-pengelolaan-sampah-dinilai-masih-minim-lt624436ad6eb8f?page=1>
- Vedita, N. L. (2022). *Permasalahan dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia*. Diakses 15 Maret 2023,

- <https://www.kompasiana.com/narulithalyravedita8821/629e3ee2aa3ccd559679b1f2/permasalahan-dalam-pengelolaan-sampah-di-indonesia>
- Ministry of Energy and Mineral Resources. (2019). *Roadmap for National Energy Development 2019-2038*. Diakses 14 Maret 2023, <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-roadmap-energi-nasional-2019-2038---enk-2019---2038--buku-1-.pdf>
- Rohman, A., & Addi, M. F. B. (2020). *Berbagai Isu Pengelolaan Sampah Di Indonesia*. Diakses 15 Maret 2023, <https://enviro.teknik.unej.ac.id/berbagai-isu-pengelolaan-sampah-di-indonesia/>
- Jakpro. (2021). *Pengolahan Sampah Bantargebang*. Diakses 14 Maret 2023, <https://jakpro.id/id/project/pengolahan-sampah-bantargebang>
- Artikel Teknologi Indonesia. (2019). *Macam-Macam Cara Mengubah Sampah Menjadi Energi (Waste-to-Energy)*. Diakses 14 Maret 2023, <https://artikel-teknologi.com/macam-macam-cara-mengubah-sampah-menjadi-energi-waste-energy/>
- Waste4change.com. (2020). *Waste to Energy (WTE): Jawaban Atas Permasalahan Sampah?* Diakses 14 Maret 2023, <https://waste4change.com/blog/waste-to-energy-wte-indonesia/>
- Sharif, K. (2019). *Pengelolaan Sampah Swedia, Terbaik di Dunia!* Diakses 14 Maret 2023, <https://suneducationgroup.com/news-id/pengelolaan-sampah-terbaik-di-dunia-dari-swedia/>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. (2020). *3 Rahasia Pengolahan Sampah di Swedia*. Diakses 14 Maret 2023, <https://dlh.semarangkota.go.id/3-rahasia-pengolahan-sampah-di-swedia/>
- Listrik Indonesia. (2022). *Mengelola Sampah Menjadi Energi Ala Negara-negara Skandinavia*. Diakses 14 Maret 2023, https://www.listrikindonesia.com/mengelola_sampah_menjadi_energi_ala_negara-negara_skandinavia_5485.htm
- National Geographic Indonesia. (2012). *Maju dalam Pengelolaan Limbah, Swedia Kini Kekurangan Sampah*. Diakses 14 Maret 2023, <https://nationalgeographic.grid.id/read/13283092/maju-dalam-pengelolaan-limbah-swedia-kini-kekurangan-sampah>

Qonnita. (2022). *Pengelolaan Sampah di Luar Negeri Unik dan Keren!* Diakses 14 Maret 2023, <https://reportasee.com/pengelolaan-sampah-di-luar-negeri/>

Peraturan Perundang-Undangan

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah

Undang-Undang Nomor 18 tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah

Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga

Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga

Peraturan Presiden Nomor 83 tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut

Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Sampah Spesifik

Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2005 tentang pengendalian pencemaran udara