PENGELOLAAN LIMBAH *BANTEN* SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN DENGAN TEKNOLOGI RDF BERKUALITAS TINGGI

I Gusti Ngurah Adia Atmika[1], Gusti Putu Suryawan[2]
[1]Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Udayana
[2]Program Studi Matematika Universitas Pendidikan Ganesha
E-mail: gusti.atmika@danone.com

ABSTRAK

Upacara keagamaan Hindu di Bali dalam pelaksanaannya banyak menghasilkan limbah *banten*. Limbah *banten* sulit terurai menjadi kompos. Pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar atau Refuse Derived Fuel (RDF) merupakan salah satu pilihan dalam mengatasi permasalahan sampah banten di Bali. Ada berbagai proses yang dapat diterapkan untuk menghasilkan RDF, antara lain melalui *biodrying*. *Biodrying* merupakan salah satu bagian dari teknologi *Mechanical-Biological Treatment* yang bertujuan untuk menurunkan kadar air limbah dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik sehingga diharapkan terjadi peningkatan nilai kalor. RDF mengacu pada pemisahan fraksi yang memiliki nilai kalor tinggi dari proses pemisahan. Produksi RDF dirancang untuk mengubah fraksi sampah kota yang mudah terbakar menjadi bahan bakar. Dalam proses pembuatan RDF, limbah sisa dari sesaji bekas melewati berbagai tahap pemanasan dan pencetakan. RDF yang dihasilkan berkualitas tinggi dan telah teruji dengan rendemen 4.000 kkal/kg. RDF yang sudah jadi dapat digunakan sebagai bahan bakar, salah satunya telah digunakan sebagai bahan bakar *boiler* pada usaha laundry di Badung Bali. Penggunaan RDF dapat menggantikan sumber energi tak terbarukan yang sudah mulai habis dan digantikan dengan energi baru terbarukan dengan konsep *waste to energy*.

Kata kunci: limbah banten, energi terbarukan, Refuse Derived Fuel (RDF)

ABSTRACT

Hindu religious ceremonies in Bali in their implementation produce a lot of banten waste. Banteng waste is difficult to decompose as compost. Utilization of waste as fuel or Refuse Derived Fuel (RDF) is one option in overcoming the problem of waste waste in Banten in Bali. There are various processes that can be applied to produce RDF, including through biodrying. Biodrying is one part of Mechanical-Biological Treatment technology which aims to reduce the water content of waste by utilizing the heat generated from the activity of microorganisms in degrading organic matter so that an increase in calorific value is expected. RDF refers to the separation of the fraction which has a high calorific value from the separation process. RDF production is designed to convert the combustible fraction of municipal solid waste into fuel. In the process of making RDF, the residual waste from the former offerings goes through various stages of heating and printing. The resulting RDF is of high quality and has been tested with a yield of 4.000 kcal/kg. The finished RDF can be used as

fuel, one of which has been used as boiler fuel in a laundry business in Badung Bali. The use of RDF can replace non-renewable energy sources that have started to run out and are replaced with new renewable energy with the concept of waste to energy.

***Keywords**: waste banten, renewable energy, Refuse Derived Fuel (RDF)*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sampah menjadi masalah pelik yang susah ditangani dan jumlahnya semakin besar setiap tahunnya seiring pertumbuhan penduduk. Selama ini sampah kota menjadi salah satu masalah lingkungan yang memerlukan penanganan yang sangat serius. Masalah yang sering muncul dalam penanganan sampah kota yang terus bertambah jumlahnya adalah biaya operasional yang tinggi dan semakin sulitnya ruang yang pantas untuk pembuangan, sehingga dalam penanganan sampah kota sering menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan (Setiyo, 2017). Data Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (2018) menyebutkan bahwa timbunan sampah di Indonesia sudah mencapai 65,2 juta ton per tahun pada 2016. Timbunan sampah diprediksi akan bertambah hingga lebih dari 5,9 juta ton pada 2025. Pemerintah pun telah melakukan berbagai upaya untuk menanggulangi persoalan tersebut dengan target pengurangan sampah sebesar 30 persen pada 2030. Di Bali, kegiatan upacara atau ritual keagamaan di tempat suci pura rata-rata menghasilkan sampah sekitar 2000 L/hari. Sebagai bagian yang sangat penting dari budaya Bali, sesajen yang terdiri dari bunga, daun kelapa (busung), buah-buahan dan bambu disajikan di setiap upacara keagamaan. Sekitar 3 juta umat Hindu yang melakukan persembahyangan di Pura juga turut berpengaruh terhadap produksi sampah sisa upacara adat (Sugiyanti, dkk, 2018), pPeningkatan produksi sampah tersebut belum diikuti dengan upaya pengelolaan sampah yang sesuai, sehingga, sampah dari Pura umumnya dikumpulkan dan diangkut ke TPA untuk ditimbun bersama jenis sampah lainnya. Pemilahan yang dilakukan di rumah tangga juga tergolong rendah, sehingga sampah canang masih tercampur dengan sampah lainnya.

Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan industri di Indonesia beriringan dengan meningkatnya timbulan sampah dan kebutuhan energi. Hal ini mendatangkan dua permasalahan, yaitu semakin penuhnya lahan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah dan timbulnya kelangkaan Sumber Daya Mineral. Solusi yang dapat mengatasi dua permasalahan tersebut adalah dengan pengembangan energi terbarukan di Indonesia. Komitmen pemerintah di sektor energi juga telah tertera dalam Peraturan Presiden nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi

Nasional, yakni pemerintah menargetkan pengolahan energi terbarukan pada tahun 2025 mencapai 23%. Sumber energi yang belum banyak dimanfaatkan adalah energi yang berasal dari biomassa, salah satunya adalah sampah (*waste to energy*) (Finstein, dkk, 2016). Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menyatakan, reduksi volume sampah perlu dilakukan dengan membatasi timbulan sampah dari sumber (*reduce*), penggunaan ulang sampah (*reuse*) dan mendaur ulang sampah (*recycle*). Untuk mengimplementasikan amanat Undang-Undang tersebut, telah ditetapkan Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah pada Peraturan Presiden nomor 97 tahun 2017, yang isinya menjelaskan potensi sampah pada tahun 2025 dikurangi sebesar 30% dan ditangani sebesar 70%. Saat ini jumlah timbulan sampah nasional yaitu 67,1 juta ton/hari, diperkirakan timbulan sampah nasional tahun 2025 yaitu sebesar 71,3 juta ton/hari, maka ditargetkan pengurangan sebesar 21,4 juta ton/hari dan dapat ditangani sebesar 49,9 juta ton/hari (Kazstelan, 2017). Teknologi untuk menangani sampah sebenarnya telah banyak dikembangkan terutama oleh negara-negara maju yaitu di antaranya teknologi *sanitary landfill, incineration, gasification*, dan *anaerobic digestion*. Salah satu cara pengolahan sampah yang dipandang cukup prospektif dilakukan adalah mengolah sampah kota menjadi RDF (Refused Derived Fuel), yaitu mengolah sampah kota menjadi char/arang melalui proses pirolisis dan kemudian memadatkannya sehingga menjadi briket char.

Sampah yang berpotensi dijadikan RDF adalah sampah organik yang mudah terbakar. RDF (Refuse Derived Fuel) merujuk kepada terpisahkannya fraksi yang memiliki nilai kalor yang tinggi dari proses pemisahan Municipal Solid Waste (MSW). Metode biodrying adalah pengeringan secara biologis yang disertai dengan aerasi. Secara umum, drying berarti proses mengurangi kandungan air dalam material. Setelah sampah dicacah dan kandungan airnya berkurang, hasilnya dapat digunakan sebagai sumber energi ramah lingkungan pengganti batu bara (Sriwijaya, 2016). Produksi RDF didesain untuk mengubah fraksi sampah yang mudah terbakar dari limbah padat perkotaan untuk dijadikan bahan bakar. RDF merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari daur ulang sampah yang menghasilkan energi panas yang tinggi. Sampah merupakan sisa material yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Pengelolaan sampah adalah pengumpulan, pengangkatan, pemrosesan, pendaurulangan atau pembuangan dari material sampah (Sarc, dkk, 2013). Pemanfaatan sampah menjadi RDF bisa menjadi solusi yang menjanjikan untuk menyelesaikan masalah sampah. Proses pembuatan RDF dari sampah kota pada umumnya terdiri dari

beberapa tahap yaitu pemilihan langsung di sumbernya, pemisahan sampah sesuai jenisnya dengan menggunakan mesin, pemotongan sesuai dengan ukuran yang diinginkan, pemisahan kembali, pencampuran dengan bahan-bahan tambahan lain, pengeringan, pembungkusan dan penyimpanan. Penerapan RDF selain menjadi alternatif pengganti bahan bakar batu bara juga dapat meminimalisir timbulan sampah yang dikelola di TPA Suwung Kota Denpasar (Rania, dkk 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi sampah Kota Denpasar untuk dijadikan bahan bakar RDF. Analisis potensi dilakukan terhadap timbulan, komposisi dan karakteristik sampah Kota Denpasar yang memenuhi kriteria standar RDF sesuai ketentuan yang berlaku. Analisis dilakukan dengan pengujian karakteristik masing-masing komponen sampah melalui uji proximate analysis dan nilai kalor. Dari hasil uji karakteristik ini dapat ditentukan komponen sampah yang memenuhi kriteria sebagai RDF sehingga dapat ditentukan potensi timbulan dan komposisi sampah yang bisa dijadikan RDF. Hasil yang diharapkan dari penelitian adalah adanya data potensi sampah Kota Denpasar menjadi bahan baku RDF dari segi teknis, sehingga dapat dijadikan pertimbangan untuk pembangunan RDF di Kota Denpasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di TPST Samtaku, Kabupaten Badung, dengan objek utama pengelolaan limbah banten yang sulit terurai dan banyak menumpuk mengkategorikan sampah menjadi organik dan non organik. Pura Besar Kota Denpasar. Penelitian dilakukan mulai Bulan Maret sampai dengan Bulan Mei 2022. Setelah dilakukan pengambilan sampling, dapat diketahui diantaranya: kondisi sampah banten di Pura Besar, kesadaran warga akan penanganan sampah, dan karakteristik sampah yang memenuhi syarat sebagai materi RDF. Banyak tempat sampah yang tidak dimanfaatkan sehingga banyak sampah berceceran, mengakibatkan lingkungan pura sebagai salah satu daya tarik wisata menjadi kurang bersih. Pengelolaan sampah dengan metode Refuse Derived Fuel (RDF) adalah metode pengolahan sampah yang susah untuk didaur ulang atau jika dibuang tanpa pengolahan akan mencemari kondisi tanah, dengan mengubah sampah tersebut menjadi bahan bakar yang dapat dimanfaatkan. Objek dalam penelitian ini adalah timbulan dan komposisi sampah yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan RDF.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang merupakan metode analisis dengan mengumpulkan data dan informasi tanpa menggunakan proses perhitungan tertentu yang merupakan hasil dari wawancara

langsung dilapangan maupun pengumpulan data dari berbagai sumber atau dokumen. Pada penelitian ini, informasi yang dikumpulkan berasal dari hasil wawancara, studi pustaka dari peraturan maupun kebijakan dari pemerintah, serta publikasi dari beberapa jurnal baik jurnal nasional maupun internasional. Wawancara dilakukan kepada tokoh masyarakat terkait kegiatan yang sudah dilakukan dalam mengelola sampah terutama sampah pura di Kota Denpasar serta program yang dilakukan pemerintah dalam mendukung hal tersebut baik dari sisi peraturan maupun kebijakan yang telah dilakukan pemerintah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Pengelolaan Limbah sebagai Implementasi Ekonomi Sirkular

Ekonomi sirkular adalah sistem ekonomi dengan akhir siklus hidup produk dengan konsep utama mengurangi, memakai ulang, dan memperbaiki materi dalam proses produksi maupun distribusi dan konsumsi. Ekonomi sirkular menurut bertujuan untuk memanfaatkan penggunaan barang produksi dan untuk mengimbangi pertumbuhan ekonomi dengan pembangunan lingkungan dan sumber daya alam. Kegiatan ini dapat dilaksanakan dalam level mikro (perusahaan, konsumen), level meso (kawasan *ecoindustrial*), dan level makro (kota, daerah, negara) dengan tujuan untuk mencapai ekonomi berkelanjutan, menciptakan kualitas lingkungan hidup yang baik, kesejahteraan ekonomi dan keadilan social (Haryanti, dkk, 2020). Ekonomi sirkular dapat dimungkinkan dengan menciptakan bisnis model baru dan prilaku konsumen yang bertanggung jawab sebagai konsep ekonomi hijau yang diterapkan untuk mengurangi ekonomi karbon.

Pengelolaan limbah banten adalah salah satu bentuk implementasi ekonomi sirkular. Beberapa sarana utama dalam prosesi persembahyangan umat Hindu di Bali antara lain: janur, canang sari, daksina, dupa, air, bunga, buah-buahan akan menjadi sampah organik setelah persembahyangan berakhir. Semuanya merupakan sampah organik yang bisa dijadikan kompos. Implementasi ekonomi sirkular limbah banten antara lain: pertama, untuk mendesain limbah, produk-produk yang dikonsumsi dapat didaur ulang dan dijadikan sumber produksi kembali. Kedua, terpilahnya limbah jangka panjang dan jangka pendek. Ketiga, energi yang diperlukan pada sistem ini adalah energi hijau, sekaligus untuk mengurangi pemakaian sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Pengelolaan limbah sebagai desain utama konsep ekonomi sirkular dengan menelaah komponen produk dan memperhatikan sumber energi yang dipakai untuk mengelola produk tersebut.

Kebijakan Implementasi Ekonomi Sirkular Intervensi kebijakan sangat diperlukan dalam mendukung implementasi ekonomi sirkular (Yugiantoro, 2016). Pada level terkecil yaitu rumah tangga, sesuai dengan Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah disebutkan bahwa pengelolaan sampah rumah tangga salah satunya adalah pengurangan sampah. Dalam Undang - undang tersebut juga menjelaskan hal-hal yang terkait dengan kebijakan tersebut melalui beberapa cara antara lain dengan mengurangi timbulan sampah melalui proses daur ulang sampah serta pemanfaatan kembali sampah baik dalam fungsi yang sama maupun pada fungsi yang berbeda. Dalam hal ini pemerintah yang mempunyai peran dalam membuat kebijakan, mempunyai tugas menetapkan sasaran dan jangka waktu dalam hal pengurangan sampah tersebut. Pemerintah juga harus menjadi fasilitator dengan menyediakan berbagai fasilitas yang mendukung kepada para pelaku yang terlibat dalam implementasi ekonomi sirkular dengan mengutamakan penggunaan teknologi ramah lingkungan, pelabelan produk yang ramah lingkungan, peningkatan kapasitas sumberdaya manusia dalam hal pengetahuan terkait prosesdaur ulang sampah, serta menjembatani produk-produk yang dihasilkan dari proses daur ulang tersebut dapat diterima oleh pasar sehingga mendatangkan manfaat secara ekonomi.

Pengelolaan limbah adalah aspek penting dalam ekonomi sirkular, dimana dalam aktivitas *reduce, reuse* dan *recycle* tersebut akan berpengaruh ke siklus produksi. Pengelolaan limbah (limbah biotik) juga dapat mengurangi konsumsi sumber energy, dengan menggunakan limbah tersebut sebagai energi baru dan terbarukan seperti biogas dan dapat diurai juga menjadi pupuk untuk menunjang kesuburan tanah. Model sirkular seperti ini memberikan manfaat tidak hanya untuk manusia tetapi juga untuk lingkungan, titik beratnya adalah pada desain mikro, dimana eksternalitas (limbah) dapat dikelola dengan baik, sehingga limbah juga dapat bermanfaat pada siklus ekonomi dan juga memberikan nilai tambah bagi lingkungan dengan mengurangi dampak polusi yang menerapkan prinsip 5R antara lain: (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace, Repair*). Sampah tersebut diproduksi ulang sehingga mengurangi dampak limbah buangan yang berbahaya bagi lingkungan dan dapat digunakan kembali sebagai produk baru atau sebagai bahan baku produk lain.

Pengelolaan Limbah *Banten* Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dengan Teknologi RDF Berkualitas Tinggi

Limbah banten merupakan timbulan sampah upacara adat terjadi saat kegiatan upacara adat, persembahyangan atau ritual. Jumlah

sampah tersebut terkadang juga dapat melebihi ketersediaan wadah sampah yang disediakan di Pura, sehingga banyak sampah yang tercecer. Sampah yang telah dikumpulkan kemudian diangkut langsung ke TPA tanpa adanya proses pengolahan sampah terlebih dahulu. Minimnya ketersediaan fasilitas pengelolaan sampah menyebabkan tidak adanya pengolahan sampah pura yang umunya didominasi oleh sampah organik. Berdasarkan hasil pengamatan komposisi sampah upacara adat di skala rumah tangga, timbulan sampah upacara rata-rata mencapai 0,8 kg/hari saat hari biasa dan 2,4 kg/hari saat upacara hari suci. Komposisi sampah upacara adat meliputi bunga, daun, kelapa, buah, bambu, sisa makanan, kain dan plastik. Paradigma pengelolaan sampah yang bertumpu pada pembuangan di TPA harus berganti dengan memanfaatkan sampah menjadi sebuah energi (Waste to Energy). Konsep Waste to Energy dapat dilaukan pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS) untuk mengurangi beban sampah di TPA. Salah satu implementasi dari konsep Waste to Energy adalah dengan pembuatan Refused Derived Fuel (RDF).

Gambar 1. Proses pengiriman sampah dari TIV Mambal ke TPST Samtaku Untuk Diolah menjadi RDF

Refused Derived Fuel (RDF) merupakan bahan bakar padat alternatif yang berasal dari sampah perkotaan. Pembuatan RDF diharapkan mampu menekan timbulan sampah yang masuk ke dalam TPA. Dalam hal ini, proses pemanfaatan sampah menjadi bahan bakar RDF bergantung pada karakteristik fisik dan kimia yang terkandung dalam sampah. Karakteristik fisik yang dimaksud adalah meliputi kadar air yang terkandung didalam sampah, semakin tinggi nilai kelembapan maka akan semakin kecil potensi sampah untuk dimanfaatkan sebagai RDF. Begitupun juga pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar RDF dipengaruhi oleh karakterisitk kimia. Dalam hal ini, semakin besar nilai kadar abu yang terkandung dalam sampah maka akan semakin kecil potensi untuk pemanfaatan sebagai RDF. Kadar abu menentukan efektifitas dari proses pembakaran, maka semakin kecil nilai kadar abu maka efektifitas dari proses pembakaran sampah akan semakin tinggi. Hal tersebut berbanding terbalik dengan nilai kalor. Dalam pemanfaatan sampah menjadi bahan bakar RDF dibutuhkan nilai kalor yang tinggi. Nilai kalor dalam sampah menjadi dasar dari potensi pemanfaatan sebagai RDF (Rania, dkk, 2019). Pemanfaatan RDF diharapkan dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil seperti batu bara dalam industri semen dan pembangkit listrik. Adapun menurut standar dari Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, nilai kalor yang dibutuhkan oleh RDF untuk menggantikan batu bara minimal sebesar ≥ 3000 kkal/kg.

Produksi RDF merupakan bagian dari sistem pengolahan *thermal*, yang bertujuan untuk *valorize* bagian dari aliran limbah dengan memulihkan konten energi. Pembakaran RDF, dapat terjadi pada tempat yang sama atau RDF dapat diangkat untuk pembakaran di tempat yang lain. Produk dari hasil pengolahan Refuse Derived Fuel (RDF) merupakan bahan bakar yang diciptakan dari hasil pemrosesan sampah untuk menjadi bahan bakar atau bahan baku yang memiliki kualitas yang konsisten. Biasanya sampah dipilah-pilah untuk mendapatkan sampah yang mudah terbakar seperti plastik, sampah mudah terurai, yang kemudian dikeringkan dan kemudian dicacah untuk menaikkan nilai kalornya. Direncanakan proses pengolahan ini direkomendasikan untuk 1 (satu) tempat, sehingga seluruh sampah pura di Kota Denpasar akan diolah dan dapat meingkatkan nilai manfaat. Dalam proses pengelolaan RDF, pertama, limbah domestik TIV Mambal termasuk sampah dari bekas sesajen berupa daun kelapa (janur) dikirim ke TPA suwung untuk di landfill melalui DKP setempat. Kemudian, sampah bekas sesajen berupa daun kelapa (janur) dikirim ke TPST Samtaku dan diolah menjadi RDF dengan kualitas tinggi.

Sampah sebelumnya dipilah dengan menggunakan mesin, kemudian melewati proses pengayakan, sebelum dilanjutkan ke proses pembuatan RDF. Dalam proses pembuatan RDF, sampah residu dari bekas sesajen ini melalui berbagai tahapan pemanasan dan pencetakan. RDF yang dihasilkan berkualitas tinggi dan sudah dilakukan pengujian dengan hasil 4.000 Kcal/Kg. RDF yang sudah jadi bisa digunakan sebagai bahan bakar, salah satunya sudah digunakan sebagai bahan bakar boiler di salah satu bisnis loundry di Badung Bali. Penggunaan RDF ini dapat menggantikan sumber energi tidak terbarukan yang sudah mulai habis dan digantikan dengan energi baru terbarukan dengan konsep *waste to energy*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitain dapat disimpulkan bahwa: dalam proses pengelolaan RDF, pertama, limbah domestik TIV Mambal termasuk sampah dari bekas sesajen berupa daun kelapa (janur) dikirim ke TPA suwung untuk di landfill melalui DKP setempat. Kemudian, sampah bekas sesajen berupa daun kelapa (janur) dikirim ke TPST Samtaku dan diolah menjadi RDF dengan kualitas tinggi. Sampah sebelumnya dipilah dengan menggunakan mesin, kemudian melewati proses pengayakan, sebelum dilanjutkan ke proses pembuatan RDF. Dalam proses pembuatan RDF, sampah residu dari bekas sesajen ini melalui berbagai tahapan pemanasan dan pencetakan. RDF yang dihasilkan berkualitas tinggi dan sudah dilakukan pengujian dengan hasil 4.000 Kcal/Kg. RDF yang sudah jadi bisa digunakan sebagai bahan bakar, salah satunya sudah digunakan sebagai bahan bakar boiler di salah satu bisnis loundry di Badung Bali. Penggunaan RDF ini dapat menggantikan sumber energi tidak terbarukan yang sudah mulai habis dan digantikan dengan energi baru terbarukan dengan konsep *waste to energy*.

Saran

Hal yang dapat disarankan dalam penelitian ini adalah penerapan ekonomi sirkular di tingkat masyarakat dalam pengelolaan limbah banten secara kontinyu membutuhkan komitmen dari masyarakat sebagai konsumen dan pemangku kebijakan. Dengan adanya koordinasi yang serius, transparan dan baik maka siklus akan berjalan baik dengan sendirinya

DAFTAR PUSTAKA

Finstein M.S., Miller, F.C., and Strom, F. 2016. Waste Treatment Composting As A Controlled System. *Journal Biotechnology*, 8(2), 366-396.

Haryanti, S., Evi, G, Mahendra, W. 2020. Pengelolaan Lingkungan Hidup di Kota Yogyakarta. *Jurnal Bioeksperimen*, 6(1), 60-68.

Kasztelan, Armand. 2017. Green Growth, Green Economy and Sustainable Development:

Terminological and Relational Discourse. *Prague Economic Papers*, 26, 487-499.

Rania, Mutiara Fadila, I Gede Eka Lesmana, and Eka Maulana. 2019. Analisis Potensi Refuse Derived Fuel (RDF) Dari Sampah Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Di Kabupaten Tegal Sebagai Bahan Bakar Incinerator Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(1), 51–59.

Sarc, R, K E Lorber. 2013. Production, Quality and Quality Assurance of Refuse Derived Fuels (RDFs). International Journal Waste Management 33(9): 185-194.

Setiyo, Y, Hadi, K. P, Subroto, M. A, Yuwono, A. S. 2017. Pengembangan Model Simulasi Proses Pengomposan Sampah Organik Perkotaan. *Journal Forum Penelitian*, 3(1), 11-18).

Sriwijaya, Sayid Bahri. 2016. Analisa Potensi Sampah Di TPSA Cilowong Sebagai Bahan Baku Refuse Derived Fuel (RDF). *Jurnal Teknobiz*, 6(3), 174-182.

Sugianti, I.G.A.N., Trihadiningrum, Y. 2018. Pengelolaan Sampah Di Kawasan Pura Besakih, Kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem Dengan Sistem TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi* VII, 25-68.

Yusgiantoro, Purnomo. 2016. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor : 047 Tahun 2006, 1-21.