

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.13937>

## **Pengelolaan Sistem Perairan di Mandalika Dengan Memanfaatkan Limbah Sampah Organik Menjadi *Eco-Briquette* Dalam Mewujudkan SDGS 45 Dengan Evaluasi Penerapan Penelitian di TPA Kabupaten Blora**

Utilization of Marine Organic Waste in Aquatic Resource Management in Indonesia

Tun Sriana<sup>1)</sup>, Raihan Azmi Simatupang<sup>1)\*</sup>, Yusup Guridno<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl.Gajah Mada No.38, Kec.Cepu Kab.Blora-Jawa Tengah

\*E-mail: raihanazmisimatupang@gmail.com

### **ABSTRAK**

Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen. Plastik dibuat menggunakan bahan baku salah satunya adalah *naphtha* yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sifat plastik secara umum tahan korosi, berat jenis cukup rendah, ulet dan kuat, lunak terhadap suhu yang rendah. Di Kabupaten Blora, produksi sampah meningkat 10 ton/hari sebelum dan sesudah lebaran 2019. Sampah berasal dari rumah tangga, jenis serupa, dan spesifik dengan volume harian masing-masing 1000m<sup>3</sup>, 103 m<sup>3</sup>, dan 8,53 m<sup>3</sup>. Pengelolaan sampah mencapai 73%, sedangkan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) mengurangi 26% dari jumlah total sampah. Penelitian ini mengilustrasikan proses pengolahan sampah menjadi briket sebagai bahan bakar alternatif. Tahapannya mencakup pengeringan, karbonisasi, pencetakan dengan binder kanji, dan pengeringan akhir untuk mengurangi kadar air briket. Kualitas briket diukur berdasarkan parameter standar mutu seperti kadar air, abu, nilai kalor, dan ketahanan. Hasil pengujian membandingkan karakteristik briket dengan standar mutu briket sesuai SNI No.01-6235-2000. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendukung program SDGs 2045 dengan mengurangi polusi dari timbulan sampah di Kabupaten Blora. Pengolahan sampah plastik menjadi briket memiliki dampak positif ekonomi dan sosial yang signifikan. Dengan pengurangan 10% kapasitas sampah plastik setiap 5 tahun, diharapkan dapat mengurangi 50% total kapasitas saat ini. Ini akan mendorong kesadaran lingkungan masyarakat dan memberikan peluang ekonomi melalui pengolahan sampah menjadi briket. Inovasi ini diharapkan dapat memotivasi masyarakat untuk memanfaatkan sampah sebagai sumber ekonomi yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Briket, Lingkungan, Perairan, Program SDGs 45, Sampah.

### **ABSTRACT**

Plastic is a polymer compound whose main constituents are carbon and hydrogen. Plastics are made using raw materials, one of which is naphtha, which is a material produced from refining petroleum or natural gas. Plastic properties are generally corrosion resistant, fairly low specific gravity, ductile and strong, soft to low temperatures. In Blora Regency, waste production increased by 10 tons/day before and after Eid 2019. Waste comes from households, of similar types, and specific with daily volumes of 1000 m<sup>3</sup>, 103 m<sup>3</sup>, and 8.53 m<sup>3</sup>, respectively. Waste management reached 73%, while 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) reduced 26% of the total amount of waste. This study illustrates the process of processing waste into briquettes as an alternative fuel. The stages include drying, carbonization, moulding with starch binder, and final drying to reduce the moisture content of the briquettes. The quality of the briquettes was measured based on quality standard parameters such as moisture content, ash, calorific value, and durability. The test results compare the briquette characteristics with the briquette quality standard according to SNI No.01-6235-2000. The purpose of this research is to support the SDGs 2045 program by reducing pollution from waste generation in the Blora Regency. Processing plastic waste into briquettes has significant positive economic and social impacts. With a 10% reduction in plastic waste capacity every 5 years, it is expected to reduce 50% of the total current capacity. This will encourage community environmental awareness and provide economic opportunities through processing waste into briquettes. This innovation is expected to motivate the community to utilize waste as a sustainable economic resource.

Keywords: Briquettes, Environment, Waters, SDGs 45 Program, Waste.

## **Pendahuluan**

Sampah laut, juga dikenal sebagai sampah laut, merupakan ancaman langsung terhadap habitat laut, kesehatan manusia, dan keselamatan navigasi, dan menyebabkan kerugian sosial- ekonomi yang signifikan. 14 miliar ton sampah dibuang di lautan setiap tahun, yang merupakan jumlah sampah yang sangat memprihatinkan (Hetherington et al., 2005). Indonesia juga merupakan negara kedua terbesar penyumbang sampah dengan 3,2 juta ton, akibat peningkatan pencemaran yang pesat. Kita hanya berada di bawah Tiongkok di tingkat pertama. Kedua, setidaknya 12,7 juta ton sampah telah dibuang ke laut dari 192 negara pesisir, termasuk Indonesia (Purba, 2017).

Plastik adalah senyawa polimer dengan komponen utama karbon dan hidrogen. Naphta, bahan yang dibuat dari penyulingan minyak bumi atau gas alam, adalah salah satu bahan yang digunakan untuk membuat plastik. Plastik memiliki sifat yang tahan terhadap korosi, berat jenis yang rendah, kuat, dan lunak pada suhu yang rendah. Oleh karena itu, tumpukan sampah plastik sulit terurai di alam, sehingga dapat mengganggu lingkungan sekitar dan membahayakan kesehatan manusia (Kumar et al., 2010).

Karena fakta bahwa manusia adalah bagian dari lingkungan itu sendiri, aktivitas manusia tidak dapat terlepas dari lingkungannya (Ningsih et al., 2018). Untuk meningkatkan kesadaran rumah tangga tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan, literasi pengelolaan sampah dapat digunakan. Seseorang yang memahami lingkungannya memiliki tanggung jawab untuk melindungi lingkungan (Shanmuganathan & Karpudewan, 2015). Seseorang dianggap memiliki kemampuan literasi lingkungan jika mereka mampu bertindak terhadap masalah lingkungan. Beberapa komponen penting literasi lingkungan termasuk pengetahuan (knowledge), keterampilan kognitif (cognitive skills), sikap (attitude), dan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan (Hollweg et al., 2011).

Dalam kehidupan sehari-hari, plastik merupakan produk berbagai jenis barang yang memiliki berbagai bentuk, fungsi dan sangat populer karena banyak digunakan masyarakat. Plastik Dalam bentuk produk dapat berupa berbagai barang kebutuhan rumah tangga seperti botol bayi, garpu, piring, gelas, sendok dan peralatan makan. Plastik tidak hanya digunakan secara luas oleh masyarakat umum, tetapi telah terbukti

sangat bermanfaat bagi kesehatan dan lingkungan. Beberapa waktu lalu, seekor ikan dari spesies *Physeteri Macrocephalu* singgah di perairan Pulau Kapota, Kabupaten Wakatobi, Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara. dan tiga ekor penyu mati di perairan Pulau Pali, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara. Telah ditemukan desa nelayan disekitarnya (Nelson JS, Grande TC, Wilson MVH. 2016).

Hukum ini melindungi organisme yang diamati dari menelan plastik yang benar-benar tidak dapat dicerna didalam perut. Hal ini membuka mata kita bahwa plastik tidak terurai oleh air laut dan sangat berbahaya bagi kehidupan laut karena banyak orang membuangnya ke laut sebagai sampah plastik dalam berbagai bentuk dan jenis. . Jenis sampah plastik yang tertimbun di dalam tanah ini sulit atau sulit terurai (*non-biodegradable*) (Wahyudi, 2018:58).

Karena tertelan plastik yang tidak dapat dicerna dalam perutnya, matinya mahluk hidup sangat dilindungi oleh undang-undang ini. Hal ini menunjukkan bahwa plastik tidak dapat diurai oleh air laut, dan sangat berbahaya bagi mahluk hidup di laut karena masyarakat telah membuang banyak plastik dalam berbagai bentuk dan jenis (Qodriyatun 2018:18).

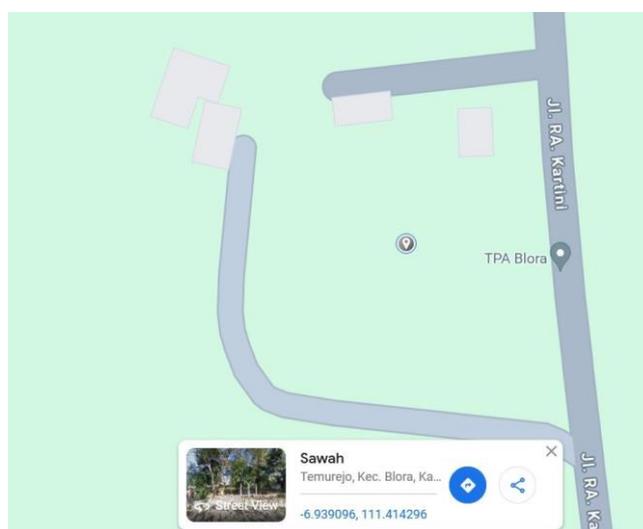
Plastik membutuhkan beberapa generasi sebelum terurai atau terurai dari tanah selama ratusan tahun. Mengelola sampah plastik berdasarkan konsep 3R—singkatan dari Reuse, Reduce, dan Recycle—adalah metode yang populer dan umum untuk mengurangi efek buruk sampah plastik (Wahyudi, 2018:58).

Pada dasarnya, sampah plastik dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Sampah plastik dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk menggantikan batu bara dalam bentuk briket. Bahan bakar padat yang digunakan sebagai sumber energi alternatif dikenal sebagai briket. Briket adalah bubuk dengan bentuk seragam yang diperoleh melalui pengepresan dan berukuran kecil atau tidak beraturan. Briket sampah plastik (HDPE) memiliki nilai kalor 10,956 kal/g, dan dapat dicampur dengan tempurung kelapa untuk meningkatkan kualitasnya. Minyak goreng bekas dan sampah plastik dapat meningkatkan kualitas briket. Penelitian dilakukan untuk menggabungkan limbah kertas dengan limbah plastik untuk menghasilkan briket, berdasarkan hasil beberapa penelitian tersebut di atas (Gunadi, 2018).

## Bahan dan Metode Penelitian

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Blora. Pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan pada bulan April – Juli 2023. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Lokasi penelitian ini dilakukan berdasarkan aspek timbulan sampah yang dihasilkan dan juga peran mahasiswa yang peduli terhadap lingkungan sekitarnya. Secara administratif letak lokasi penelitian ini terletak di Jl. R.A. Kartini, Sawah, Temurejo, Kec. Blora Kab. Blora. Mayoritas pekerjaan warga di daerah ini ialah perdagangan dan pertanian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pengolahan Limbah Sampah di TPA Blora

### Metode Penelitian

Pengumpulan data sampah dilakukan sebanyak 4 kali dalam 3 bulan dan dilakukan 3 ulangan pada setiap bulannya. Waktu pengambilan datanya dilakukan pada siang hari di hari *weekdays* dan *weekend*.

Data sampah dikumpulkan empat kali selama tiga bulan dan diulang tiga kali setiap bulan. Pengambilan data dilakukan pada siang hari selama minggu dan akhir pekan.

Proses kerjanya terdiri dari observasi awal dan studi literatur, penentuan lokasi pengambilan sampel, dan pengambilan sampah berdasarkan jenisnya. Untuk mengembangkan hipotesis awal dan merencanakan penelitian, observasi awal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi TPA Blora dan menemukan masalah. Selanjutnya, penelitian literatur dilakukan tentang masalah yang akan diteliti. Tujuan dari penelitian

ini adalah untuk memperkuat teori-teori dan metodologi penelitian serta menentukan perumusan masalah penelitian. Lokasi dan titik sampling dipilih melalui teknik desain sampling acak. Penerapan metode tersebut dilakukan dengan dasar agar setiap sampel mempunyai peluang atau kesempatan yang sama untuk dijadikan sampel.

Menurut SNI 19-2454-2002, sistem pengelolaan sampah terdiri dari lima (lima) komponen: teknis operasional, organisasi dan manajemen, hukum dan peraturan, pembiayaan, peran, dan masyarakat. Model analisis menggunakan kedua pendekatan kuantitatif dan deskriptif.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Dasar Hukum Pengelolaan Sampah**

Hukum yang mengatur pengelolaan persampahan di Kabupaten Blora termasuk Peraturan Daerah Kabupaten Blora Nomor 1 Tahun 2011, Peraturan Daerah Nomor 11 Tahun 2016 Tentang Pembentukan Dan Susunan Perangkat Daerah Kabupaten Blora, dan Peraturan Bupati Blora Nomor 10 Tahun 2018 Tentang Perubahan Tarif Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan. Organisasi Perangkat Daerah yang dikelola oleh Bidang Kebersihan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Blora untuk mengelola persampahan dan TPA. Bagian Kebersihan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Blora saat ini menangani sampah dan limbah bahan berbahaya dan racun. Pelayanannya mencakup 24 kecamatan.

Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang mencakup pengurangan dan penanganan sampah. Saat ini, model pengelolaan sampah termasuk penimbunan, penanganan di tempat, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Pengelolaan sampah di Kabupaten Blora masih menggunakan metode konvensional, seperti yang dilakukan oleh kota-kota Provinsi lainnya di Indonesia. Sumber sampah terbagi menjadi dua jenis: domestik dan non-domestik. Sumber domestik berasal dari aktivitas rumah tangga, sedangkan sumber non-domestik dapat berasal dari berbagai sumber. Sumber non-domestik dibagi menjadi tiga kategori: komersial, institusional, dan industri. Tabel 1 berikut menunjukkan jumlah timbulan sampah total di Kabupaten Blora :

Tabel 1. Data Timbulan Sampah per Kecamatan di Kabupaten Blora pada Tahun 2021

| Kecamatan    | Jumlah<br>Penduduk<br>(Jiwa) | Volume Timbulan      |                      |                      |        |
|--------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
|              |                              | Pedesaan             | Perkotaan            | Total                |        |
|              |                              | m <sup>3</sup> /Hari | m <sup>3</sup> /Hari | m <sup>3</sup> /Hari | (%)    |
| Jati         | 45.773                       | 80,68                | 33,75                | 114,43               | 10,47% |
| Randublatung | 75.096                       | 123,74               | 64,01                | 187,74               | 17,79% |
| Kradenan     | 39.387                       | 38,07                | 60,40                | 98,47                | 11,23% |
| Kedungtuban  | 57.409                       | 96,12                | 47,40                | 143,52               | 13,49% |
| Cepu         | 73.099                       | 58,00                | 124,75               | 182,75               | 21,73% |
| Sambong      | 25.297                       | 39,84                | 23,40                | 63,24                | 6,12%  |
| Jiken        | 40.461                       | 64,30                | 36,86                | 101,15               | 9,75%  |
| Jepon        | 60.395                       | 106,26               | 44,73                | 150,99               | 13,83% |
| Blora        | 92.778                       | 104,97               | 126,98               | 231,95               | 25,36% |
| Tunjungan    | 45.918                       | 90,48                | 24,32                | 114,80               | 9,83%  |
| Banjarejo    | 57.904                       | 118,54               | 26,22                | 144,76               | 12,08% |
| Ngawen       | 56.876                       | 119,85               | 22,35                | 142,19               | 11,63% |
| Kundurana    | 62.947                       | 124,76               | 32,61                | 157,37               | 13,43% |
| Todanan      | 57.767                       | 131,86               | 12,56                | 144,42               | 11,10% |
| Bogorejo     | 23.882                       | 52,19                | 7,52                 | 59,71                | 4,75%  |
| Japah        | 33.949                       | 65,10                | 19,78                | 84,87                | 7,40%  |
| Total        | 848.938                      | 1.415                | 708                  | 2.122                | 100%   |

Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan timbulan sampah yang dihasilkan dapat semakin meningkat apabila populasi manusia di Kabupaten Blora juga semakin meningkat. Oleh karena itu pentingnya peran masyarakat serta pemerintah dalam fokus menangani peningkatan timbulan sampah yang dihasilkan.

### Metode Pengolahan Limbah Sampah menjadi Energi Alternatif

#### Proses Pengerinan dan Pencacahan Sampah

Pengolahan sampah menjadi bahan bakar energi alternatif (briket) sangat sederhana. Sampah ini cukup dijemur terlebih dahulu dibawah sinar matahari langsung. Sebelum dijemur, sampah dicacah menjadi beberapa potongan- potongan kecil lebih cepat dan dilanjutkan pada pengeringan. Proses pengeringan dapat memakan waktu sekitar 3-5 hari, tergantung cuaca hari itu. Kadar air material sebelum dilakukan proses pembriketan maupun sesudah proses pengarangan tidak lebih dari 12% dan ukuran partikel maksimal sebesar 15 mm.

#### Proses Karbonisasi

Setelah bahan baku dikeringkan, dapat dilakukan tahap karbonisasi. Proses smoldering adalah proses untuk meningkatkan nilai kalor dan untuk pembakaran yang bersih dan rendah asap. Proses karbonisasi menghasilkan arang yang terdiri dari jelaga. Temperatur karbonasi sangat berpengaruh pada hasil akhir arang, jadi penggunaan

temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang. Pada penelitian ini digunakan tungku pembakaran untuk melakukan proses karbonisasi. Sampah organik kering dan sabut kelapa dipotong kecil-kecil agar mudah dimasukkan ke dalam alat yang digunakan dan dipanaskan dalam tungku pembakaran dengan suhu 400°C selama 1 jam.

Penggunaan yang terlalu lama pada suhu yang terlalu tinggi akan mempengaruhi kadar air dan juga tingkat volatilitas yang rendah, tetapi kadar abu yang tinggi. Arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi kemudian dilakukan penumbukan. Pada penelitian ini menggunakan mesin *disk mill* untuk menumbuk hasil arang dari proses karbonisasi. Kemudian dilakukan pengayakan menggunakan ayakan dengan ukuran 50 *mesh*. Proses pengayakan dilakukan untuk menyamakan ukuran partikel briket. Ukuran *mesh* yang paling baik untuk briket adalah 50 *mesh*. karena ukuran tersebut memiliki kerapatan yang lebih tinggi. Kerapatan partikel penyusun briket akan berdampak pada nilai kalor yang dihasilkan.

#### **Proses Penyetakan Briket**

Setelah dikarbonisasi briket dicetak. Dalam pencetakan briket pemilihan bahan perekat (*binder*) sangat penting. Pemilihan binder yang tepat dapat meningkatkan mutu briket. Menurut penggunaan yang membandingkan binder aspal, kanji dan molase untuk nilai kalor tertinggi adalah penggunaan aspal. Namun, dilihat dari sisi kemudahan mendapatkannya lebih mudah dan murah jika menggunakan kanji. Penelitian yang dilakukan menunjukkan nilai perekat kanji lebih efektif dari molase.

#### **Proses Pengeringan Briket**

Briket yang sudah dicetak menjadi bentuk tertentu tidak bisa langsung dibakar karena masih banyak mengandung air yang berasal dari *binder mlasses* yang berwujud cair untuk merekatkan butiran-butiran bahan baku dan bahan campuran. Kadar air yang tinggi pada briket bisa dikurangi dengan mengeringkan briket dalam alat seperti *microwave oven* atau alat lain bahkan bisa dilakukan secara manual dengan dikeringkan di tempat terbuka, tetapi pengeringan di tempat terbuka kurang efektif karena pemanasan yang didapatkan kurang maksimal dalam arti energi panas yang diterima kurang tinggi sehingga tidak bisa menguapkan air yang terkandung pada briket bagian paling dalam.

### Kualitas uji kelayakan dari briket

Kualitas briket dapat dikatakan baik jika memenuhi beberapa kriteria yaitu briket mengandung karbon yang besar, menghasilkan sedikit abu saat dibakar, dapat menghasilkan energi panas yang tinggi serta tahan lama.

Tabel 2. Standar Kelayakan Briket

| Parameter                         | ndar Mutu Briket Arang (SNI) |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Kadar Air (%) Kadar Abu (%) Kadar | $\leq 8$                     |
| Terikat (%)                       | $\leq 8$                     |
| Nilai Kalor (Kal/gr)              | $\geq 77$                    |
|                                   | $\geq 5000$                  |

### Manfaat Penelitian

Briket perlu mendapat perhatian cukup serius dalam pengembangan verifikasi energi di Indonesia karena semakin menipisnya ketersediaan cadangan minyak bumi, dan krisis energi fosil yang semakin sedikit, Maka dengan inovasi ini diharapkan agar dapat dikembangkan guna untuk menghindari terjadinya *gap* (jarak) kebutuhan (*demand*) masyarakat terhadap energi fosil yang semakin tinggi sedangkan *supply* (ketersediaan) energi fosil yang semakin menipis. Briket yang berkualitas rendah akan berpotensi merusak ekologi hutan yaitu pada saat dibakar akan menimbulkan emisi karbon yang cukup besar dan menyebabkan bau menyengat, tidak mudah dinyalakan, dan tidak tahan lama waktu penyimpanannya. Briket yang baik mempunyai kalori sebanyak 5000 kalori dan mempunyai kandungan abu sekitar 8%.

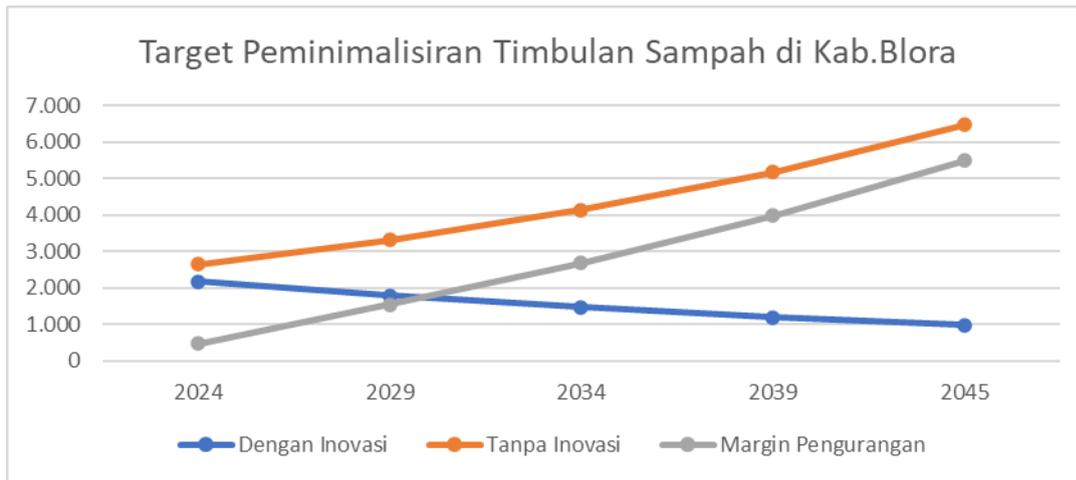
Berdasarkan pengujian mutu yang telah dilakukan didapatkan nilai karakteristik dari tiap-tiap komposisi briket arang yang kemudian dibandingkan dengan parameter SNI No.01-6235-2000 tentang mutu briket seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Mutu Briket berdasarkan Standard Nasional Indonesia (SNI)

| Parameter            | Standar Mutu Briket Arang (SNI) | Briket Limbah Sampah |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Kadar Air (%) Kadar  | $\leq 8$                        | 5,858                |
| Abu (%) Kadar        | $\leq 8$                        | 6,509                |
| Terikat (%)          | $\geq 77$                       | 80,370               |
| Nilai Kalor (Kal/gr) | $\geq 5000$                     | 5.572,265            |

### Target dari Penelitian Penerapan Pemanfaatan Briket Sampah

Target yang ingin dicapai dari penelitian ini tentu nya untuk mengurangi polusi yang dihasilkan sampah bagi lingkungan dalam mewujudkan program SDGs 2045 di bidang *Net Zero Emission* yang diinisiasi dari kami. Seperti grafik yang menggambarkan target dari penelitian ini dalam meminimalisir kenaikan timbulan sampah di Kabupaten Blora:



Gambar 2. Target Peminimalisiran Timbulan Sampah di Kab.Blora

### Simpulan

Pengolahan sampah plastik menjadi briket akan menguntungkan banyak pihak, terutama dalam bidang ekonomi dan sosial. Grafik yang telah dipaparkan sebelumnya yang menunjukkan bahwa apabila dilakukan pengolahan sampah plastik menjadi briket akan diperoleh 5 tahun terakhir kapasitas sampah plastik yang ada diasumsikan menurun sebanyak 10 % dari kapasitas aslinya. Jadi, beberapa tahun kedepan jika terus dilakukan pengolahan ini, maka kapasitas sampah plastik yang ada akan semakin menurun. Sehingga ditargetkan dapat mengurangi sebesar 50 % dari total kapasitas sampah plastik yang ada untuk saat ini. Masyarakat akan lebih sadar

Penerapan inovasi pengolahan briket ini dipotensikan dapat bermanfaat bagi lingkungan, ekonomi, dan sosial. Dimana masyarakat akan mulai sadar terhadap lingkungan nya , kemudian masyarakat akan berpikir untuk memanfaatkan sampah untuk diolah menjadi briket untuk mendapatkan keuntungan ekonomi bagi masyarakat sekitar.

## Persantunan

Segenap puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, dan juga pihak kampus Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu sehingga kami dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul “ Pemanfaatan Limbah Organik menjadi Energi Alternatif (*Eco-Briquette*) dalam Meminimalisir Peningkatan Limbah Sampah di Kabupaten Blora.”

## Daftar Pustaka

- Aschenbrenner A, Ferreira BP, Rooker JR. 2016. Spatial and temporal variability in the otolith chemistry of the Brazilian snapper *Lutjanus alexandrei* from estuarine and coastal environments. *Journal of Fish Biology*, 89(1):753-769.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Gunadi, R. Andi Ahmad; Aswir. (2018) Pemanfaatan Sampah Sebagai Sumber Belajar Siswa SD. Jakarta: UMJ Press
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C., & Zoido, P. 2011. Developing a framework for assessing environmental literacy. Washington, DC: North American Association for Environmental Education.
- Kumar S, Panda, A.K, dan Singh, R.K, 2011. A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling Vol. 55 893– 910.
- Nelson JS, Grande TC, Wilson MVH. 2016. *Fishes of the World, 5th Edition*. John Wiley and Sons, Hoboken. 752 pp
- Nur M, Rahardjo MF, Simanjuntak CPH, Djumanto, Krimono. 2020a. Morphometric and meristic characteristics of an endemic *Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860 in the rivers of Maros and Walanae Cenranae Watersheds. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(2): 189-203.
- Nur M, Rahardjo MF, Simanjuntak CPH, Djumanto, Krimono. 2020b. Length-weight relationship and condition factor of an endemic *Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860 in Rivers of the Maros Watershed. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(3): 263-270.
- Qodriyatun, Sri Nurhayati. (2018). Sampah Plastik: Dampaknya terhadap Pariwisata dan Solusi. *Info Singkat, Kajian Singkat terhadap Isu Aktual dan Strategis* 10(23) : 124-132.
- Shamuganathan, S., & Karpudewan, M. (2015). Modeling Environmental Literacy of Malaysian Pre-University Students. *International Journal of environmental and Science Education*, 10(5), 757-771.
- Skripsianti, A. 2008. Aspek Inovasi dalam Implementasi 3R Sampah: kajian dalam Perspektif Institusional. Tesis diterbitkan. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Wahyudi, Jatmiko. Hermain Teguh Prayitno. Arieyanti Dwi Astuti. (2018).  
Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar  
Alternatif. *Jurnal Litbang XIV* (1): 58- 67.