

Inovasi Biobriket Berbasis Limbah Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa dengan Penambahan Limbah Masker Sebagai Peningkat Kualitas dan Daun Bunga Sepatu Sebagai Perekat

Nadia Fissa'adah^{1*}, Fira Rohmadini¹, Dimas Kharisma Rezkie Pamungkas¹, Zeni Ulma¹

¹Politeknik Negeri Jember 1; nadiafissaadah@gmail.com

¹Politeknik Negeri Jember 1; firarohmadini@gmail.com

¹Politeknik Negeri Jember 1; dimasrezkie@gmail.com

¹Politeknik Negeri Jember 1; zeni@polije.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.xxxxx/xxxxx>

*Correspondensi: Nadia Fissa'adah
Email: nadiafissaadah@gmail.com

Published: Januari, 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Pandemi Covid-19 yang terjadi di Indonesia menjadi penyebab semakin bertambahnya limbah yang ada, yakni limbah masker. Limbah tongkol jagung dan tempurung kelapa masih menjadi penyumbang limbah biomassa yang dapat berdampak pada lingkungan sekitar. Salah satu upaya dalam mengurangi limbah tersebut maka diperlukan konversi dari limbah menjadi bahan utama pembuatan bahan bakar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengurangi limbah masker medis, tempurung kelapa dan tongkol jagung untuk dijadikan sebagai bahan baku dari biobriket. Inovasi tersebut diharapkan dapat mengatasi limbah masker dimasa dan pasca pandemi serta, mengurangi limbah biomassa dengan output yang dihasilkan berupa produk ramah lingkungan. Variabel penelitian yang digunakan yaitu rasio bahan baku arang tongkol jagung, arang tempurung kelapa, dan perekat daun bunga sepatu dengan 3 variasi sampel. Data yang diambil meliputi data parameter karakteristik biobriket (kadar air, kadar abu, *volatile metter*, *fixed carbon*, densitas, dan nilai kalor). Hasil pengujian kadar air nilai tertinggi pada komposisi BB3, kadar abu tertinggi terdapat pada komposisi BB3, *volatile metter* tertinggi pada komposisi BB1, *fixed carbon* tertinggi terdapat pada BB2, densitas nilai tertinggi terdapat pada BB3, dan nilai kalor tertinggi terdapat pada BB1 dengan nilai kalor sebesar 9000 kal/gr. Berdasarkan penelitian biobriket berbahan tongkol jagung, tempurung kelapa, dan limbah masker diperoleh komposisi terbaik pada variasi BB1 dengan 27,5% arang tempurung kelapa dan 27,5% arang tongkol jagung serta, 40% perekat. Selain itu, dengan adanya penambahan limbah masker dapat meningkatkan nilai kalor pada biobriket dimana, nilai kalor yang didapatkan adalah 9.000 kal/gr, kadar air 0,9%, kadar abu 0,14%, dan *fixed carbon* 76,87%.

Keywords: biobriket; limbah masker; tempurung kelapa; tongkol jagung.

PENDAHULUAN

Indonesia dua tahun belakangan ini memberikan dampak signifikan terhadap lingkungan. Salah satu dampak yang meresahkan bagi lingkungan adalah limbah masker medis. Masalah limbah masker di

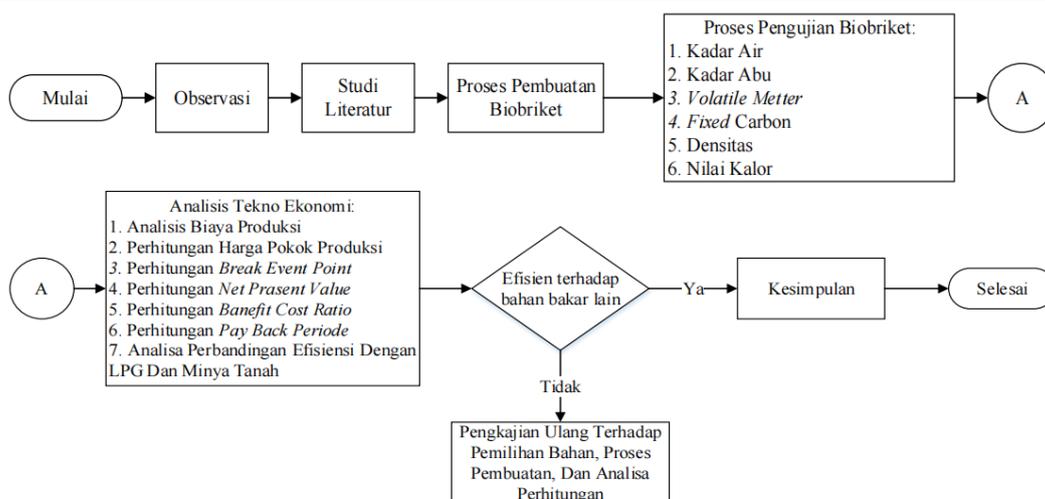
Indonesia bertambah parah dengan tidak adanya inisiatif masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya, serta tidak memperhatikan solusi yang diberikan oleh pemerintah. Selain itu, di Indonesia masih belum memiliki tempat sampah khusus limbah masker yang dapat menyulitkan petugas kebersihan dalam memilah sampah medis dan sampah rumah tangga sehingga, akan terjadi penularan pasif terhadap petugas kebersihan dan pemulung. Limbah masker sendiri merupakan produk yang sulit terurai karena, bahannya yang berasal dari plastik jenis *polypropylene* (PP). Sehingga dalam pengolahannya harus dilakukan secara fisika maupun kimia.

Selain dari limbah masker, Indonesia yang kaya akan sumber daya alam juga kerap kali menyumbang limbah biomassa yang berdampak pada pencemaran lingkungan. Salah satunya adalah limbah tongkol jagung dan limbah tempurung kelapa yang belum banyak dimanfaatkan saat ini. Menurut (Agrofarm,2022) produksi jagung dalam 5 tahun kedepan akan terus ditingkatkan, dengan jumlah produksi tahun 2022 (23,1 juta ton), 2023 (30 juta ton) dan tahun 2024 sebanyak (35,3 juta ton). Begitu juga dengan produksi kelapa nasional yang mencapai 15,5 miliar butir/ tahun (Arfadiani and Larasati, 2013). Dimana, dalam setiap hasil panen diperkirakan rendemen yang dihasilkan adalah 60% dan 40% dalam bentuk limbah (Kalsum, 2016). Tongkol jagung dan tempurung kelapa keduanya berpotensi untuk dijadikan sebagai produk ramah lingkungan berupa biobriket. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan kandungan lignoseselulosa di dalamnya. Tempurung kelapa memiliki kandungan bahan kimia berupa kadar selulosa (34%), hemiselulosa (21%), lignin (27%) dan nilai kalor sebesar 2114,22 cal/gr sedangkan unsur yang terkandung yakni terdapat 74,3%C, 21,9%O, 0,2% Si,1,4% K, 0,5% S dan 1,7%P (Gobel and Arief, 2022). Sedangkan tongkol jagung memiliki kandungan serat kasar yang cukup tinggi yakni 33 %, dengan kandungan selulosa 44 % dan lignin 33,3 % (Suryono, 2018).

Berdasarkan permasalahan dari limbah masker yang terus menerus meningkat pasca pandemi serta tidak adanya solusi dalam mengurangi limbah masker medis ini, dan dengan potensi dari boimassa yang melimpah di Indonesia maka penulis inovasi penelitian ilmiah berjudul “Inovasi Biobriket Berbasis Limbah Tongkol Jagung Dan Tempurung Kelapa Dengan Penambahan Limbah Masker Sebagai Peningkat Kualitas Dan Daun Bunga Sepatu Sebagai Perekat”. Keterbaruan dari penelitian ini yakni menggunakan limbah masker sebagai peningkat kualitas dari nilai kalor biobriket yang kemudian dikombinasikan dengan bahan utamanya yakni limbah tongkol jagung dan tempurung kelapa. Penggunaan daun bunga sepatu sebagai perekat juga merupakan keterbaruan dari penelitian ini dimana mayoritas perekat yang digunakan untuk perekat biobriket masih bertentangan dengan bahan pangan. Dengan adanya inovasi tersebut diharapkan dapat mengatasi limbah masker dimasa dan pasca pandemi serta, mengurangi limbah biomassa (tempurung kelapa dan tongkol jagung) dengan output yang dihasilkan berupa produk ramah lingkungan.

METODE

Pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini adalah studi experimental. Variabel penelitian yang digunakan yaitu rasio bahan baku arang tongkol jagung, arang tempurung kelapa, dan perekat daun bunga sepatu dengan 3 variasi sampel. Data yang diambil meliputi data parameter karakteristik biobriket (kadar air, kadar abu, *volatile metter*, *fixed carbon*, densitas, dan nilai kalor). Pada penelitian ini penulis juga menganalisis tekno ekonomi (HPP, BEP, laba, NPV (*net prasant value*), *pay back periode*, dan *benefit cost ratio*) serta, membandingkan dengan bahan bakar lain seperti minyak tanah dan LPG dari segi ekonomi. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Komposisi Bahan Baku dan Perekat

Simbol	Arang tongkol jagung	Arang tempurung kelapa	Limbah masker	Perekat
BB1	27,5%	27,5%	5%	40%
BB2	25%	25%	5%	45%
BB3	22,5%	22,5%	5%	50%

Pada tabel 1. Dapat di lihat bahan baku biobriket 1,2 dan 3 memiliki kandungan tongkol jagung, arang tempurung kelapa dan perekat yang berbeda, variasi bahan baku yang kami lakukan untuk menentukan komposisi bahan baku terbaik untuk pembuatan biobriket agar dapat sesuai dengan standart yang ada.

Alat dan Bahan

Alat: grinder, cawan porselen, blender, neraca analitik, Sieve Shaker 40 mesh, oven, kaleng bekas atau kiln, gunting, beker glass, furnace, gelas ukur, anglo, bom kalorimeter, stopwatch, alat press biobriket (alat kempa), desikator, dan pengaduk.

Bahan: limbah masker, tempurung kelapa, tongkol jagung, minyak tanah, daun bunga sepatu, dan air.

Tahap pembuatan biobriket:

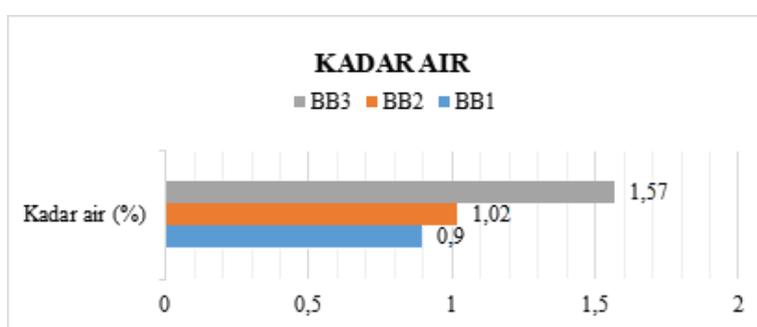
1. Mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan seperti arang tongkol jagung, tempurung kelapa, limbah masker dan daun bunga sepatu.
2. Mengecilkan ukuran dari limbah masker hingga mudah untuk dibakar dan tercampur dengan arang.
3. Haluskan arang tempurung kelapa dan tongkol jagung hingga menjadi halus.
4. Haluskan perekat dengan tambahan air sesuai dengan perbandingan.
5. Campuran arang tongkol jagung, tempurung kelapa, limbah masker dan perekat sesuai dengan komposisi yang diinginkan.
6. Cetak briket sesuai dengan ukuran yang diharapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Uji Biobriket

a. Kadar air

Analisis kandungan air pada biobriket sangat diperlukan karena akan mempengaruhi nilai kalor dan laju pembakaran yang dihasilkan. Semakin rendah kandungan air, maka semakin baik kualitas dari bioriket. Hal tersebut dikarenakan air yang terkandung dalam briket akan menggunakan sebagian kalor yang dihasilkan briket ketika terbakar untuk berubah fase menjadi gas (menguap) sehingga nilai kalor bioriket menurun, serta menyulitkan penyalaan karena meningkatnya energi awal yang dibutuhkan untuk membakar biobriket tersebut. Pengujian kadar air dilakukan dengan metode ASTM D5241-02 pada setiap percobaan. Hasil pengujian kadar air disajikan pada Gambar 2.

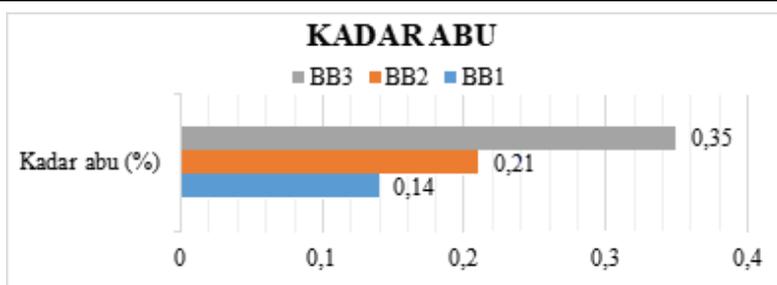


Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kadar Air Biobriket

Hasil pengujian kadar air nilai tertinggi pada komposisi BB3 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 22,5%, limbah masker 5%, dan perekat 50% dengan nilai 1,57%. Kadar air terendah terdapat pada komposisi BB1 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 27,5%, limbah masker 5%, dan perekat 40% dengan nilai 0,9%. Pengujian kadar air menggunakan metode pengeringan oven, dimana penambahan perekat berbanding lurus dengan kadar air yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Rahmanto, dll., 2020) bahwa kadar air briket berkaitan dengan penambahan perekat, semakin tinggi penambahan kadar perekat pada pembuatan bioriket semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan. Berdasarkan pengujian tersebut bahan baku menguap dengan baik sehingga, diperoleh kadar air sesuai standart SNI (Standart Nasional Indonesia) yaitu $\leq 8\%$.

b. Kadar abu

Pengujian kadar abu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar bahan yang sudah tidak dapat terbakar dan tidak memiliki unsur karbon lagi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah ASTM D5142-02. Kadar abu berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan, semakin rendah kadar abu maka semakin tinggi nilai kalornya begitu juga sebaliknya. Salah satu penyusun abu adalah silikat, kalsium, dan magnesium oksida (Koto, dll., 2019). Hasil pengukuran kadar abu disajikan pada Gambar 3.

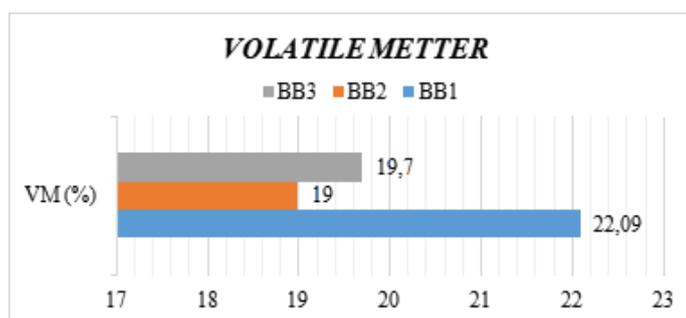


Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kadar Abu Biobriket

Berdasarkan Gambar 3 kadar abu tertinggi terdapat pada komposisi BB3 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 22,5%, limbah masker 5%, dan perekat 50% dengan nilai 0,35%. Nilai kadar abu terendah terdapat pada BB1 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 27,5%, limbah masker 5%, dan perekat 40% dengan nilai 0,14%. Hasil pengujian kadar abu berbanding lurus dengan persentase perekat. Semakin banyak penambahan perekat maka kadar abu yang dihasilkan semakin tinggi dan semakin sedikit penambahan perekat kadar abu yang dihasilkan semakin rendah. Hasil tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh (Malakauseya, dll., 2013) menyatakan kadar abu yang semakin tinggi pada biobriket disebabkan oleh semakin banyaknya persentase bahan baku perekat yang ditambahkan dalam pembuatan biobriket. Akan tetapi, pada penelitian ini kadar abu yang dihasilkan sudah sesuai dengan standart SNI Bioriket No.1/6235/2000 yaitu $\leq 8\%$.

c. *Volatile metter*

Pengujian *volatile metter* (VM) berhubungan dengan kecepatan pembakaran. Semakin tinggi VM maka, waktu penyalaan akan semakin lama dan waktu pembakaran semakin cepat (Asip, dll., 2014). VM yang terlalu tinggi akan menyebabkan kandungan carbon dalam arang akan hilang sehingga, akan mempengaruhi kualitas dari biobriket itu sendiri. Pengujian VM pada penelitian ini menggunakan metode ASTM D 5142-02 dengan suhu 950°C. Adapun hasil pengujian VM disajikan pada Gambar 4.

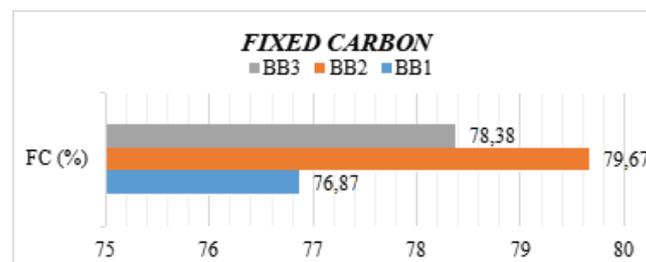


Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian *Volatile Metter* Biobriket

Gambar 4. Menunjukkan trend semakin tinggi persentase perekat, maka kadar VM semakin rendah. Hal ini karena semakin banyak penambahan perekat maka, kadar air yang terkandung pada bahan semakin tinggi yang menyebabkan kadar VM juga semakin tinggi. Disisi lain, penambahan limbah masker yang berasal dari plastik PP meningkatkan kadar VM. Hal ini disebabkan plastik PP menyumbang kadar VM terbesar yaitu 99,73%. Kadar VM yang tinggi pada plastik PP yang menyebabkan plastik cepat penyalaan dan tinggi kecepatan terbakarnya. Penambahan limbah masker inilah yang menyebabkan *range* kadar VM menjadi tinggi.

d. *Fixed Carbon (FC)*

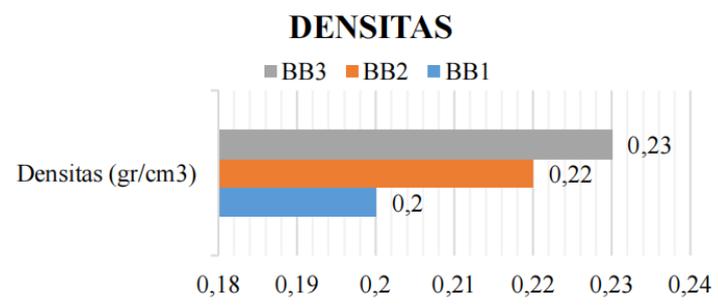
Kadar karbon terikat (FC) adalah fraksi karbon (C) dalam biobriket, selain fraksi air, zat mudah menguap, dan abu. Perhitungan FC pada penelitian ini menggunakan metode ASTM D5142-02. Pada kadar karbon terjadi proses oksidasi dari hasil proses penguraian oksidasi senyawa kimia yang merupakan hasil dari proses pembakaran, hal ini lah yang menyebabkan efek panas pada briket (Kholil, 2017). FC dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu kadar air, kadar abu, dan *volatile metter*. Menurut (Sukarta and Ayuni, 2016) *fixed carbon* ialah kadar karbon sisa dari bahan bahan yang memiliki sifat mudah menguap (*volatile metter*). Hasil pengukuran FC disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian *Fixed Carbon* Biobriket

e. *Densitas*

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan biobriket dengan perbandingan masa dan volume bahan. Densitas berpengaruh terhadap daya tekan yang dihasilkan. Densitas dipengaruhi oleh kehomogenan dan ukuran arang biobriket, semakin halus arang yang digunakan maka nilai kerapatannya semakin tinggi karena ikatan antar partikelnya semakin baik. Menurut (Febriani, dll, 2022) menyatakan bahwa tingginya nilai densitas yang terdapat pada briket dapat menjadikan daya tahan briket terhadap suatu tekanan menjadi semakin kuat, karena rongga udara yang terdapat pada briket ini menjadi semakin sedikit dan ikatan yang terdapat antar bahan menjadi semakin rapat. Pengujian densitas dilakukan dengan prinsip hukum Archimedes dimana, hasil pengujiannya disajikan pada Gambar 6.



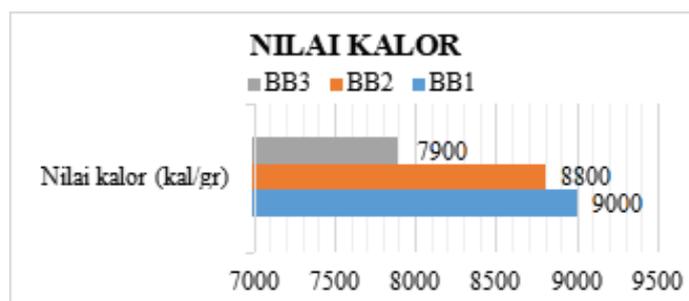
Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Densitas Biobriket

Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan densitas tertinggi terdapat pada komposisi BB3 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 22,5%, limbah masker 5%, dan perekat 50% dengan nilai 0,23%. Nilai densitas terendah terdapat pada BB1 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 27,5%, limbah masker 5%, dan perekat 40% dengan nilai 0,2%. Berdasarkan hal tersebut nilai densitas berbanding lurus dengan penambahan perekat, semakin banyak persentase perekat maka densitas yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan penambahan perekat dengan persentase tinggi menyebabkan rongga pada biobriket

semakin sedikit. Menurut (Faiz, dll, 2015) besar dan kecilnya kerapatan yang terdapat pada briket dapat dipengaruhi oleh ukuran dan tingkat homogen dari arang penyusun dalam proses pembuatan briket. Hasil pengujian densitas pada penelitian ini sudah sesuai dengan standart SNI yaitu $\geq 0,4407 \text{ gr/cm}^3$.

f. Nilai kalor

Nilai kalor merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas biobriket. Semakin tinggi nilai kalor maka, kualitas biobriket yang dihasilkan semakin baik. Hasil pengujian nilai kalor disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Nilai Kalor Biobriket

Berdasarkan Gambar 7. nilai kalor tertinggi terdapat pada komposisi BB1 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 27,5%, limbah masker 5%, dan perekat 40% dengan nilai 9000 kal/gr. Nilai densitas terendah terdapat pada BB3 yaitu arang tongkol jagung dan tempurung kelapa 22,5%, limbah masker 5%, dan perekat 50% dengan nilai 7900 kal/gr. Berdasarkan pengujian tersebut semakin banyak konsentrasi perekat pada biobriket maka, nilai kalor yang dihasilkan semakin rendah. Kadar air dan kadar abu yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Amin, dll., 2017) besar kesilnya nilai kalor biobriket dipengaruhi oleh kadar perekat, semakin tinggi kadar perekat pada pembuatan bioriket maka, nilai kalor yang dihasilkan mengalami penurunan. Hasil pengujian nilai kalor pada penelitian ini telah sesuai dengan standart SNI $\geq 5000 \text{ kal/g}$.

Analisis Perbandingan Biobriket Hasil Penelitian Dengan Standart SNI

Analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, yaitu dengan membandingkan penelitian yang dilakukan dengan Standart Nasional Indonesia. Adapun data yang dibandingkan meliputi kadar air, kadar abu, *volatile metter*, *fixed carbon*, densitas, dan nilai kalor. Semua data hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Perbandingan Hasil Penelitian dengan SNI Biobriket No.1/6235/2000

Parameter	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	<i>Volatile metter</i> (%)	<i>Fixed carbon</i> (%)	Densitas (gr/cm^3)	Nilai kalor (kal/gr)
SNI	<8	<8	<15	>77	>0,44	>5000
BB1	0,9	0,14	22,093	76,87	0,2	9000
BB2	1,02	0,21	19,0	79,67	0,22	8900
BB3	1,57	0,35	19,7	78,38	0,23	7900

Perbandingan biobriket hasil penelitian dengan standart SNI bioriket No.1/6235/2000 dapat disimpulkan bahwa karakteristik biobriket yang dihasilkan sudah sesuai dengan SNI seperti, kadar air, kadar abu, *fixed carbon*, dan nilai kalor. Hasil terbaik terdapat pada komposisi BB1 dengan 27,5% arang tempurung

kelapa dan 27,5% arang tongkol jagung serta, 40% perekat. Hasil tersebut membuktikan dengan penambahan limbah masker yang berasal dari plastik PP dapat meningkatkan nilai kalor biobriket.

Analisis Tekno Ekonomi

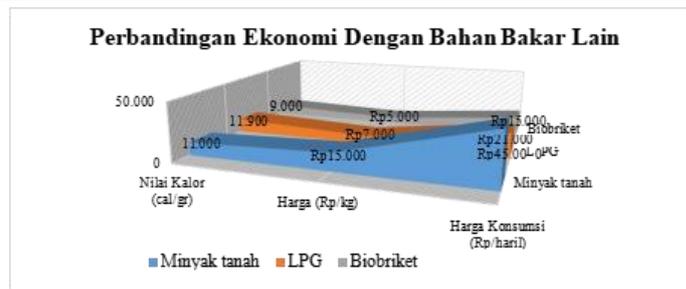
Analisis kelayakan ekonomi bertujuan untuk mengetahui keuntungan dan kerugian, serta berapa besar modal yang digunakan dalam memproduksi biobriket dari campuran limbah masker. Apabila gagasan ini diproduksi secara masal akan menjadi bisnis yang menjanjikan dan meningkatkan ekonomi masyarakat. Disisi lain, biobriket yang dihasilkan dari penelitian ini tidak hanya digunakan sebagai energi panas bahan bakar alternatif, melainkan juga dapat dikonversi ke energi lain seperti energi listrik dan gerak. Sehingga limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai produk sampingan yang bernilai ekonomi dan dapat memberikan manfaat dalam upaya pengembangan *green enviroment* demi menyongsong Indonesia emas. Pada Tabel 4. Disajikan anaisis tekno ekonomi dari briket.

Tabel 4. Analisis Tekno Ekonomi

No	Perhitungan Tekno Ekonomi	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	HPP/Unit	Rp3.383/kg	-
2	Harga Jual Produk (HJP)	Rp5.000	Lebih murah dari harga minyak tanah dan LPG yang ada dipasaran.
3	BEP	a. BEP (Unit): 31.596 kg b. BEP (Rp): Rp157.981.761	-
4	Laba	Rp218.268.504	Produksi memperoleh keuntungan \geq Rp200.000.000/tahun
5	NPV (<i>Net Present Value</i>)	Rp218.268.504	Dengan NPV bernilai positif maka, produk layak untuk diproduksi
6	<i>Pay Back Periode</i>	3,09	3 tahun
7	<i>Benefit Cost Ratio</i>	1,47	$BCR \geq 1$ investasi layak (<i>feasible</i>)

Perbandingan Efisiensi Bahan Bakar Dari Minyak Tanah, LPG Dan Bioriket Berbahan Tongkol Jagung, Tempurung Kelapa, Dan Limbah Masker

Berdasarkan analisis pada Lampiran 4. Dapat terlihat bahwa harga per kilo kalori biobriket berbahan tongkol jagung, tempurung kelapa, dan limbah masker lebih murah dibandingkan dengan minyak tanah dan LPG yaitu 0,55 Rp/kal. Sedangkan menurut grafik pada Gambar 10. Nilai efisiensi biobriket memang lebih tinggi dikarenakan harga perkilogramnya lebih murah yaitu Rp5.000/kg dengan nilai kalor diatas standart SNI.



Gambar 8. Perbandingan Ekonomi Dengan Bahan Bakar Lain

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian biobriket berbahan tongkol jagung, tempurung kelapa, dan limbah masker diperoleh komposisi terbaik pada variasi BB1 dengan 27,5% arang tempurung kelapa dan 27,5% arang tongkol jagung serta, 40% perekat. Selain itu, dengan adanya penambahan limbah masker dapat meningkatkan nilai kalor pada biobriket dimana, nilai kalor yang didapatkan adalah 9.000 kal/gr, kadar air 0,9%, kadar abu 0,14%, dan *fixed carbon* 76,87%. Apabila produk dari penelitian ini dijadikan sebuah usaha komersil, maka dipastikan dapat meningkatkan ekonomi masyarakat karena, berdasarkan analisis tekno ekonomi produk tersebut memiliki HJP lebih murah dibandingkan dengan minyak tanah dan LPG yaitu Rp5000/kg atau 0,55 Rp/kal. Disisi lain, produk tersebut dapat memperoleh omset atau keuntungan \geq Rp200.000.000/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrofarm,(2022), *Kementan Targetkan Produksi Jagung 23,1 Juta Ton*. [Online] Available at: <https://www.agrofarm.co.id/2022/02/44331/> [Diakses 2 April 2022].
- Amin, A. z., Pramono, P. & Sunyoto, S., (2017). Pengaruh variasi jumlah perekat tepung tapioka terhadap karakteristik briket arang tempurung kelapa. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(2), pp. 111-118.
- Arfadiani, D. & Larasati, D.,(2013). Pemanfaatan limbah tempurung kelapa muda melalui pengembangan desain produk alat makan. *Desain Produk*, 2(1),p. 162197.
- Asip, F., Anggun, T. & Fitri, N., (2014). Pembuatan Briket Dari Campuran Limbah Plastik Ldpe, Tempurung Kelapa Dan Cangkang Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*,20(2).
- CNN, I., (2021). *KLHK: Ada 18 Ribu Ton Limbah Medis Berbahaya Selama Pandemi*. [Online] Available at: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20210728143345-20-673357/klhk-ada-18-ribu-ton-limbah-medis-berbahaya-selama-pandemi> [Diakses 9 Mei 2022].
- Faiz, T. A., Harahap, L. A., & Daulay, S. B. (2015). Pemanfaatan tongkol jagung dan limbah teh sebagai bahan briket. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 4(3), 427-432.

-
- Febriani, S. D. A., Kusuma, F. W., Rahmanto, D. E., & Prasetyo, D. A. (2022). Analisis kualitas briket arang kulit kacang tanah dengan perekat biji nangka. *Jurnal Teknik Terapan*, 1(2), 42-46.
- Gobel, A. P., & Arief, A. T. (2022). Pengaruh Karbonisasi Terhadap Karakteristik Tempurung Kelapa Berdasarkan Uji Proksimat Dan Nilai Kalor. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 5(1), 48-54.
- Kalsum, U., (2016). Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian Dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka. *Distilasi*, 1(1), pp. 42-50.
- Kholil, A. (2017). Analisis fisis briket arang berbahan alami kulit buah Salak dan pelepah Salak *Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Koto, I., S , S. & Lisyanto, (2019). Bioarang Organik Energi Alternatif..
- Malakauseya, J. J., Sudjinto & M, N. S., (2013). Pembuaran dan Analisis Campuran Briket Limbah Serbuk Kayu Gergajian dan limbah Kayu Putih Terhadap Nilai Kalor dan Pembakaran. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(3), pp. 194-198.
- Nur'aini, D., (2013). *Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta*, pp. Kandungan Vitamin C dan Organoleptik Selai Bunga Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) Dengan Penambahan Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *Microcarpa*), Gula Pasir, dan Tepung Maizena..
- Rahmanto, D. E., Fitroni, . H. E. & Rudiyanto, B., (2020). Pemanfaatan Daun Biduri(*Calotropis Gigantea*) sebagai Perekat Pembuatan Briket. *Journal Homepage*,13(1).
- Sukarta, I. N., & Ayuni, P. S. (2016). Analisis proksimat dan nilai kalor pada pellet biosolid yang dikombinasikan dengan biomassa limbah bambu. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 5(1).
- Suryono, A., (2018). Pengaruh Variasi Campuran Arang Tongkol Jagung Pada Pembakaran Briket Arang Ampas Tebu Dengan Bahan Perekat Tepung Kanji. *Disertasi Doktor Universitas Muhammadiyah Malang*.