

Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Briket dari Arang Pelepah Nipah Menggunakan Tepung Tapioka Sebagai Perekat

Mohamad Arifin¹, Rosita Dwityaningsih^{2*}, Taufan Ratri Harjanto³

^{1, 2, 3} Program Studi DIV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

^{1, 2, 3} Jln. Dr. Soetomo No.1 Karangcengis Sidakaya, Kabupaten Cilacap, 53212, Indonesia

E-mail: mohamadarifin072@gmail.com¹, rosita.dwityaningsih@pnc.ac.id², taufanratriharjanto@pnc.ac.id³

Abstrak

Info Naskah:

Naskah masuk: 31 Mei 2023

Direvisi: 3 Juli 2023

Diterima: 30 Juni 2023

Pelepah nipah adalah biomassa yang berpotensi dijadikan briket karena mempunyai selulosa yang tinggi. Nilai kalor pelepah nipah yang rendah akan menyebabkan kualitas briket yang jelek. Tujuan dari penelitian ini ingin mengetahui pengaruh penambahan arang tempurung kelapa pada kualitas briket dari arang pelepah nipah. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah mencampur arang dari tempurung kelapa dengan arang pelepah nipah dengan berbagai variasi komposisi dan menggunakan tepung tapioka sebagai perekatnya sebanyak 10% dari total berat arang bahan briket. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa penambahan arang tempurung kelapa berhasil menaikkan kualitas briket sesuai standar SNI No.1/6235/2000 dengan perbandingan komposisi terbaik yaitu arang pelepah nipah:arang tempurung kelapa yaitu 20%:80%. Briket mempunyai nilai kadar air 2,43%, kadar abu 7,3%, nilai kalor 6779,64 Kal/g serta kerapatan 1 gram/cm² dan laju pembakaran 0,0393 gram/menit.

Abstract

Keywords:

briquettes;

coconut shell charcoal;

nipa palm.

Nipa Palm fronds is one of the biomass that has potential to be used as briquettes because it has high cellulose. The calorific value of nipa palm frond will cause low briquettes quality. The aims of this study is to determine the effect of the addition of coconut shell charcoal. The research method used was by mixing coconut shell charcoal with nipa palm charcoal with various compositions and using tapioca flour as an adhesive as much as 10% of the total weight of briquettes. It was found that the addition of coconut shell charcoal can improve the quality of briquettes according to SNI No.1/6235/2000 with the best composition ratio palm charcoal:coconut shell charcoal which is 20%:80%. Briquettes have a moisture content 2,43%, ash content 7,3%, a calorific value 6779,64 Kal/gram, density 1 gram/cm² and a burning rate of 0,0393 gram/minute.

*Penulis korespondensi:

Nama Penulis

E-mail: rosita.dwityaningsih@pnc.ac.id

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi yang semakin meningkat dikarenakan banyaknya aktivitas industri di Indonesia mengakibatkan sumber energi dari bahan fosil juga semakin menipis. Sehingga pencarian sumber energi alternatif terbarukan sekarang ini sedang dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satu material yang dapat digunakan sebagai sumber energi adalah limbah biomassa. Pelepah nipah merupakan salah satu biomassa yang belum dimanfaatkan dengan maksimal yang masuk dalam salah satu anggota family *Arecaceae* (palem).

Nipah (*Nypa Frutican*) biasanya tumbuh di daerah pasang surut di dekat pantai yang berair payau [1]. Pelepah nipah mempunyai komposisi hemiselulosa 12,73 %, kimia selulosa 41,21%, protein kasar 4,83% dan lignin 18,93%, [2]. Kandungan lignin dan selulosa dari pelepah nipah yang cukup tinggi berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku briket.

Briket merupakan salah satu sumber pengganti bahan bakar fosil karena sifatnya dapat diperbaharui. Penggunaan briket sebagai bahan bakar mempunyai keuntungan yaitu panas yang dihasilkan cukup baik, murah dan asap yang dihasilkan sedikit sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan [3]. Penelitian tentang pemanfaatan briket dari kulit nipah ini sudah dilakukan oleh [4] dengan menghasilkan bahan bakar briket berbahan dasar pelepah nipah dengan bahan perekat putih telur ayam hybrid dengan nilai kalor 4446 kal/g. Hal itu menunjukkan bahwa briket yang dibuat dari pelepah nipah masih mempunyai nilai kalor dibawah nilai kalor SNI yaitu 5000 kal/g. Sehingga untuk meningkatkan kualitas briket dari pelepah nipah maka diperlukan pencampuran dengan biomassa yang mempunyai nilai kalor yang tinggi.

Biomassa tempurung kelapa memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga diharapkan dalam penelitian ini dengan menambahkan tempurung kelapa dalam briket pelepah nipah dapat meningkatkan kualitas mutu briket. Briket dari tempurung kelapa memiliki nilai kalor diatas 5000 Kal/gram[5]. Penelitian ini akan mengkaji tentang pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap kualitas briket dari pelepah nipah. Briket dari bahan pelepah nipah dilakukan pencampuran dengan tempurung kelapa dengan variasi komposisi campuran arang pelepah nipah dengan arang tempurung kelapa menggunakan tepung tapioka sebagai perekat.

Pembuatan briket dimulai dari proses pengarangan dengan metode karbonisasi tanpa menghadirkan oksigen (pirolisis). Pirolisis dilakukan dengan pembakaran pelepah nipah dan tempurung kelapa menggunakan tanur tertutup dengan suhu 300°C selama 4 jam. Setelah menjadi karbon, kemudian dihaluskan menjadi butiran dengan ukuran 60 mesh dan dicampur dengan tepung tapioka dengan komposisi tertentu. Briket kemudian dianalisis mutunya mengacu standar SNI briket No. 1/6235/2000 dengan parameter kadar air, kadar abu, kerapatan, dan nilai kalor dan parameter tambahan adalah laju pembakaran. Pada Tabel 1 merupakan tabel parameter uji briket standar SNI.

Tabel 1. Parameter Kualitas briket standar SNI No.1/6235/2000[6]

No.	Parameter	Standar SNI
1.	Kadar Air (%)	≤ 8
2.	Kadar Abu (%)	≤ 8
3.	Kadar Karbon (%)	≥ 77
4.	Nilai Kalor (kal/g)	≥ 5000
5.	Kadar Zat Menguap (%)	≤ 15

2. Metode

2.1 Alat dan Bahan

Pelepah nipah dan tempurung kelapa yang digunakan didapatkan di Desa Banyusrep, Kelurahan Lomanis, Kecamatan Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap. Sedangkan tepung tapioka didapatkan dari Pasar Sidodadi, Tambaksari, Sidanegara, Kabupaten Cilacap. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi tungku pirolisis, alat cetak briket, peralatan pengepres briket, bom *calorimeter* merk *IKA 2000 Basic*, timbangan digital merk *Shimadzu*, oven merk *memmert*, *furnace* merk *Nabertherm*, ayakan ukuran 60 *mesh*, kompor listrik, beaker glass 100 mL, jangka sorong digital.

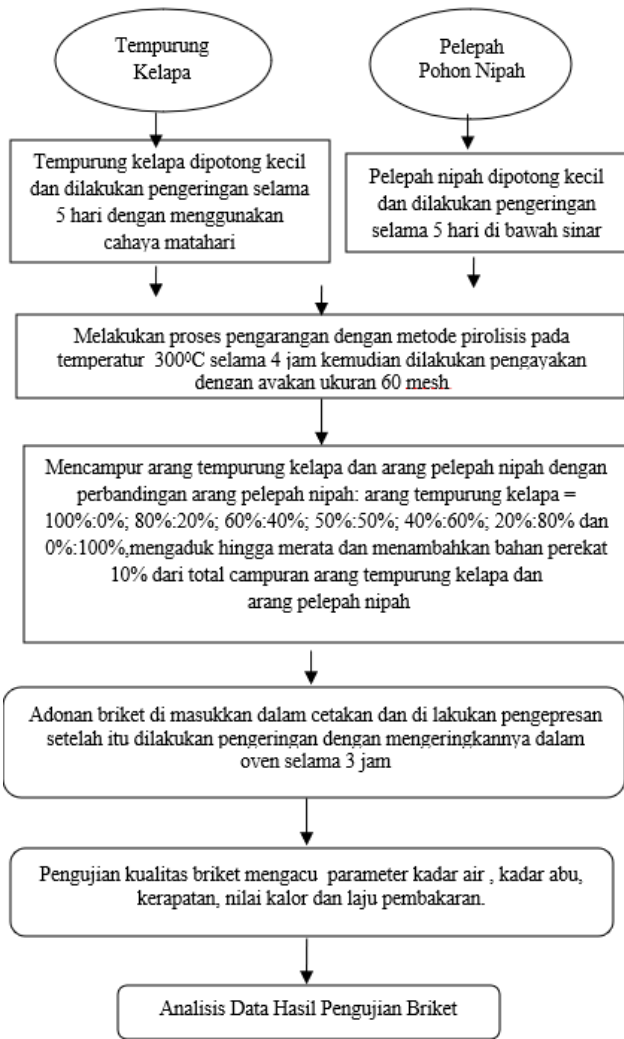
2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Juli 2022. Tempat pembuatan briket dilaksanakan di laboratorium Politeknik Negeri Cilacap dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mencampurkan bahan briket yaitu arang pelepah nipah dengan arang tempurung kelapa dengan rasio perbandingan perbandingan arang pelepah nipah: arang pelepah nipah yaitu 100%:0%; 80%:20%; 60%:40%; 50%:50%; 40%:60%; 20%:80% dan 0%:100%. Kedua bahan arang dicampur dengan berat total arang 50 gram dan ditambahkan tepung tapioka sebanyak 5 gram sebagai perekat. Pengarangan dilakukan dengan menggunakan pembakaran tertutup tanpa kehadiran oksigen dengan temperatur 300°C selama 4 jam. Hasil campuran bahan briket kemudian dilakukan analisis parameter kualitas briket sesuai standar SNI No.1/6235/2000 tentang standar kualitas briket arang kayu. Penggunaan standar SNI briket arang kayu tersebut dilakukan karena standar SNI briket tempurung kelapa maupun briket pelepah nipah belum ada.

Metode penelitian menggunakan metode percobaan dengan tujuan mengetahui sebab akibat. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi perbandingan antara tempurung kelapa dengan pelepah nipah untuk menghasilkan briket dengan kualitas terbaik. Terdapat 7 variasi komposisi antara perbandingan jumlah arang tempurung kelapa dengan arang pelepah nipah yaitu variasi arang tempurung kelapa: arang pelepah nipah = 100%:0%; 100%:0%; 80%:20%; 60%:40%; 50%:50%; 40%:60%; 20%:80% dan 0%:100% dengan variabel tetap adalah komposisi perekat tepung tapioka yaitu 10% dari total campuran arang. Kemudian data hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang bertujuan mengetahui hubungan antara komposisi bahan campuran dengan parameter kualitas briket.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

2.4 Pengujian Kualitas Briket

2.4.1. Pengujian Kadar Air

Pengujian Kadar Air dilakukan dengan mengukur berat sampel sebelum dilakukan pengovenan dan berat sampel setelah dilakukan pengovenan. Menyiapkan sampel briket sebanyak 3 gram dan meletakkannya pada cawan porselen. Mengukur berat sampel dan cawan sebelum dilakukan pengovenan. Kemudian melakukan pengovenan sampel tersebut pada oven selama 3 jam. Mengukur kembali berat cawan dan sampel setelah dilakukan pengovenan. Melakukannya berulang kali sampai berat konstan.

Perhitungan kadar air pada sebuah benda menggunakan persamaan (1).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

m_0 = massa bahan sebelum dipanaskan (gram)

m_1 = massa bahan setelah dipanaskan (gram)

2.4.2 Pengujian Kadar Abu.

Pada pengujian ini dilakukan dengan memasukkan 3 gram sampel briket 1 dalam krus porselen yang telah ditimbang berat kosong setiap cawan, setelah itu dimasukkan ke dalam *furnace* selama 2 jam pada suhu 600°C. Kemudian masukan cawan beserta isinya ke dalam desikator selama 1 jam. Perhitungan kadar abu dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (2).

$$\text{Kadar abu} = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

A : Massa abu (gram)

B : Massa sampel awal (gram)

2.4.3 Pengujian Kerapatan Briket

Pengujian kerapatan briket dilakukan dengan cara membandingkan massa briket dengan volume dari masing masing briket. Lakukan pengukuran diameter briket, tinggi briket dan massa briket dengan jangka sorong. Catat hasil pengukuran, masukan hasil pengukuran kedalam rumus perhitungan. Untuk melakukan uji densitas (kerapatan) menggunakan rumus persamaan (3).

$$\rho = m \cdot v \quad (3)$$

Dimana:

ρ : kerapatan (gram/cm²)

m : Massa briket (gram)

v : volume briket (cm³)

2.4.4 Pengujian Nilai Kalor.

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan *automatic bomb calorimeter*. Perangkat tersebut adalah alat yang dipakai dengan tujuan pengukuran nilai kalori dan bahan bakar suatu material [7] dengan persamaan (4).

Rumus perhitungan nilai kalor:

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{(T_2 - T_1) \times c}{m} \quad (\text{cal/gr}) \quad (4)$$

Dimana:

$c = 2575,6$ (Cal/°C) adalah tetapan dari material yang dibakar untuk menaikkan 10°C suhu air dan alat bomb calorimeter..

T_1 = Suhu awal selama pengujian (°C)

T_2 = Suhu akhir selama pengujian (°C)

Pengujian nilai kalor dilakukan untuk mengetahui kualitas briket dari biomassa. Nilai tersebut menunjukkan jumlah panas yang terdapat dalam bahan bakar, dimana nilai kalor yang tinggi dari suatu briket maka kualitas dari briket tersebut bertambah baik[8].

2.4.5 Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan menghitung berat briket yang habis terbakar dalam waktu tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama menyala suatu briket dengan *stop watch* kemudian massa yang terbakar ditimbang

dengan menggunakan neraca digital [9]. Penghitungan laju pembakaran dapat menggunakan persamaan (5).

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa briket terbakar (gram)}}{\text{Waktu pembakaran (menit)}} \quad (5)$$

Keterangan:

Massa briket terbakar (gram) = massa briket awal – masa briket sisa

3. Hasil dan Pembahasan

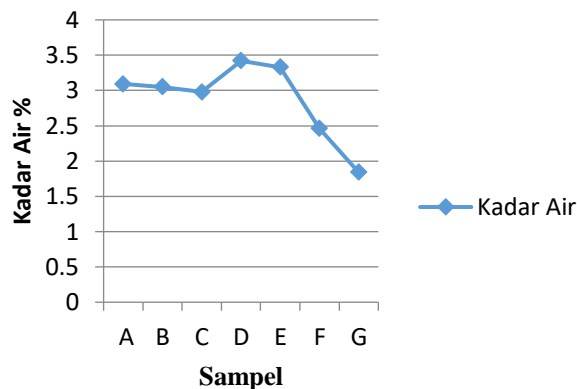
Briket dari Pelepah Nipah pengikat tepung tapioka dilakukan pengujian terhadap pengaruh penambahan tempurung kelapa terhadap kualitas briket. Hasil pengujian disajikan pada tabel 2.

3.1 Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kadar Air.

Kadar air pada briket akan berpengaruh pada kualitas briket arang. Semakin besar kadar air briket semakin buruk kualitasnya. Kadar air yang semakin tinggi cenderung akan mengakibatkan penurunan nilai kalor briket dan sebaliknya [10]. Kadar air pada briket yang tinggi juga mengakibatkan briket sulit untuk dinyalakan dan menimbulkan asap pada saat dinyalakan. Kadar air yang semakin menurun pada briket akan meningkatkan laju pembakaran briket. Peningkatan kadar air akan meningkatkan waktu yang dibutuhkan untuk membuat briket terbakar hal ini berarti semakin menurunkan laju pembakaran [11].

Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai kandungan air seiring dengan berkurangnya komposisi arang pelepah nipah. Hal ini mungkin dikarenakan kandungan air dari pelepah nipah relatif besar daripada tempurung kelapa. Karena mengingat tanaman nipah adalah tanaman yang tumbuh di daerah pantai yang sangat lembab sehingga mengandung air yang tinggi [12]. Sedangkan kelapa tumbuh di daerah yang lebih kering daripada tanaman nipah. Sehingga dengan penambahan

arang tempurung kelapa pada briket dari pelepah nipah dapat memperkecil kadar air. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [13] yang menyatakan bahwa briket dari tempurung kelapa dengan perekat tepung tapioka mempunyai kadar air 2,72 %.



Gambar 2. Grafik pengujian kadar air briket

Kadar air yang kecil tersebut akan membuat kadar air campuran briket menjadi menurun juga. Penurunan kadar air pada briket dengan bertambahnya kandungan arang tempurung kelapa sejalan dengan bertambahnya nilai kalor. Nilai kadar air pada briket dari campuran arang pelepah nipah dengan arang tempurung kelapa sudah masuk dalam nilai briket standar SNI yaitu maksimum 8%.

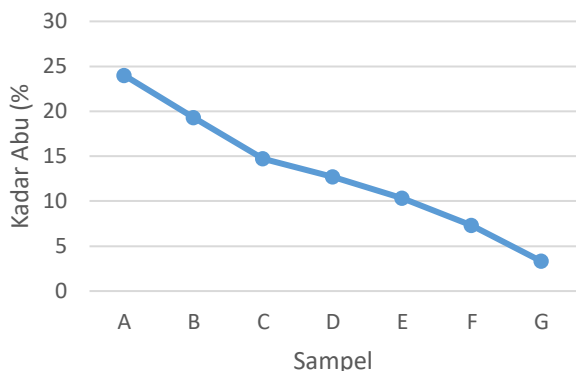
3.2 Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kadar Abu

Pada bahan bakar, kadar abu memperlihatkan banyaknya mineral silika yang berpengaruh kurang bagus terhadap nilai kalor briket [14]. Salah satu Kadar abu menunjukkan bagus atau tidaknya briket itu sendiri. Nilai kadar abu yang bertambah disisakan dari briket akan menurunkan kualitas briket tersebut. Nilai kalor briket dipengaruhi kadar abu. Peningkatan kadar abu akan

Tabel 2. Data Hasil Penelitian Kualitas Briket Campuran Arang Dari Pelepah Nipah dan Arang Dari Tempurung Kelapa Dengan Tepung Tapioka Sebagai Perekat

No	Sampel	Arang Pelepah Nipah: Arang Tempurung Kelapa	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kerapatan (gram/cm ²)	Nilai Kalor (Kal/g)	Laju Pembakaran (gram/menit)
1.	A	100%:0%	5,78	24	1,26	5067,59	0,0335
2.	B	80%:20%	5,05	19,3	1,12	5403,89	0,0347
3.	C	60%:40%	6,73	14,7	1,01	5851,96	0,0357
4.	D	50%:50%	2,81	12,7	1,06	6161,75	0,0371
5.	E	40%:60%	3,74	10,3	1,08	6404,89	0,0416
6.	F	20%:80 %	2,43	7,3	1	6779,64	0,0385
7.	G	0%:100%	2,73	3,3	1,23	7261,39	0,0393

menyebabkan menurunnya kadar karbon dan mengakibatkan penurunan nilai kalor [15]. Grafik Hasil uji kadar abu briket campuran arang pelepah nipah dengan arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Gambar 3.

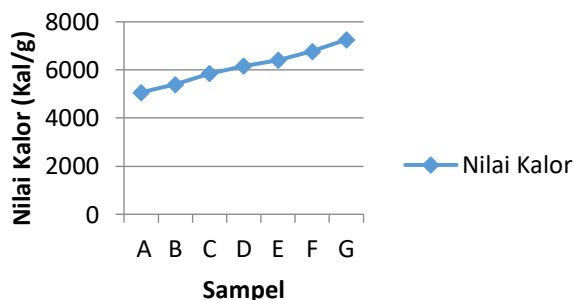


Gambar 3. Grafik pengujian kadar abu briket

Pada gambar 3 dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya komposisi arang tempurung kelapa yang ditambahkan kadar abunya menurun. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa mempunyai kadar abu yang lebih rendah daripada pelepah nipah, sehingga dengan penambahan arang tempurung kelapa akan membantu menurunkan kadar abu. Terdapat 2 variasi komposisi campuran arang pelepah nipah dan arang tempurung kelapa yaitu sampel F dan G. Sampel F dan G mempunyai variasi komposisi arang pelepah nipah: arang tempurung kelapa yaitu 20%: 80% dan 0%:100% mempunyai kadar abu yang sudah sesuai standar SNI. Sedangkan untuk komposisi yang lain mempunyai kadar abu yang belum sesuai dengan standar SNI.

3.3 Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan besarnya panas yang didapatkan melalui pembakaran yang sempurna [16]. Nilai kalor merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor maka kualitas briket semakin bagus. Nilai kalor sangat terpengaruh dengan kadar abu dan kadar air dalam sebuah briket dimana kadar air dan kadar abu meningkat maka nilai kalor menurun [17]. Berikut ini merupakan grafik nilai kalor pada berbagai variasi komposisi campuran.

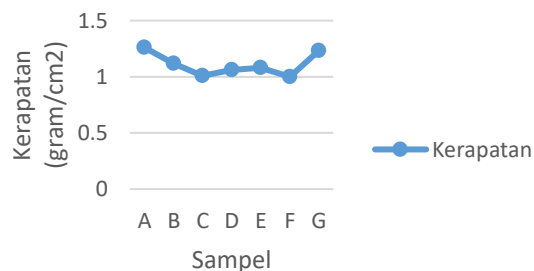


Gambar 4. Grafik pengujian Nilai Kalor

Melalui gambar 4 disimpulkan bahwa komposisi arang tempurung kelapa yang bertambah pada briket pelepah nipah sangat berpengaruh dalam menaikkan nilai kalor. Pada sampel A yang merupakan briket pelepah nipah tanpa penambahan arang tempurung kelapa mempunyai nilai kalor terendah yaitu 5067,59 Kal/g. Sedangkan pada sampel G dimana merupakan briket dari arang tempurung kelapa saja tanpa campuran arang pelepah nipah mempunyai nilai kalor yang paling tinggi yaitu 7261,39 Kal/g. Semakin bertambahnya komposisi arang tempurung kelapa semakin tinggi nilai kalor. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan arang tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai kalor dari briket dari pelepah nipah. Nilai kalor dari briket Pelepah nipah dengan penambahan arang tempurung kelapa mempunyai kualitas yang sudah sesuai standar SNI yaitu diatas 5000 kal/g.

3.4 Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kerapatan Briket

Kerapatan sangat mempengaruhi kualitas briket dimana nilai kerapatan yang tinggi dari suatu briket maka kualitas briket akan bertambah bagus [18]. Grafik pada Gambar 5 merupakan hasil pengujian penambahan komposisi arang tempurung kelapa pada briket pelepah nipah terhadap nilai kerapatan briket.

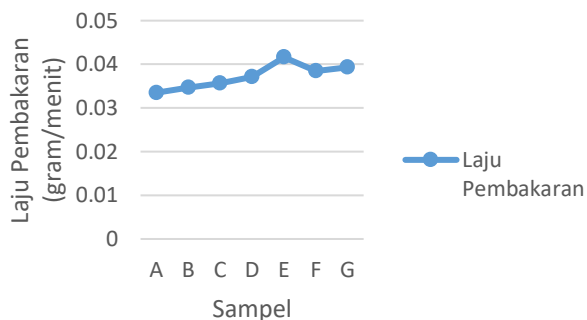


Gambar 5. Grafik pengujian kerapatan.

Pada grafik Gambar 5 terlihat ada penurunan kerapatan briket pada sampel A, B dan C. Dimana pada sampel tersebut terdiri dari perbandingan komposisi arang pelepah nipah dan tempurung kelapa yaitu 100%:0%; 80%:20%; 60%:40%. Penurunan kerapatan tersebut mungkin disebabkan arang dari pelepah nipah belum bisa bercampur dengan baik dengan arang dari tempurung kelapa sehingga menimbulkan rongga-rongga di dalamnya. Adanya rongga-rongga di dalam briket mengakibatkan menurunkan nilai kerapatan. Sedangkan pada komposisi arang tempurung kelapa yang lebih banyak daripada pelepah nipah, nilai kerapatan semakin meningkat yaitu pada sampel C sampai G. Penurunan nilai kerapatan pada sampel A, B dan C dimungkinkan karena kurangnya daya tekan dalam pembuatan briket sehingga terjadi penurunan kerapatan. Kerapatan briket sangat dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan pada saat pembuatan[19]. Akan tetapi secara pola grafik pada gambar 5 semakin bertambahnya komposisi arang tempurung kelapa akan meningkatkan nilai kerapatan briket.

3.5 Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kerapatan Briket

Laju pembakaran merupakan parameter yang tidak masuk dalam standar SNI untuk briket. Akan tetapi parameter tersebut perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui sejauh mana efektifitas briket tersebut untuk dijadikan bahan bakar. Laju pembakaran mempunyai pengaruh yang besar terhadap nilai kalor. Semakin tinggi laju pembakaran maka semakin tinggi pula nilai kalornya [19]. Pada Gambar 5 merupakan grafik yang menggambarkan pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap laju pembakaran briket.



Gambar 5. Grafik pengujian Laju pembakaran

Pada grafik Gambar 5 dapat dilihat terjadi kenaikan laju pembakaran sejalan dengan kenaikan penambahan komposisi arang tempurung kelapa. Hal ini sesuai dengan kenaikan nilai kalor yang terjadi sejalan dengan penambahan arang tempurung kelapa.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan arang tempurung kelapa terhadap briket dari pelepah nipah sangat berpengaruh terhadap peningkatan kualitas briket. Kualitas briket ditinjau dari parameter kadar air, kadar abu, nilai kalor, kerapatan dan laju pembakaran. Briket yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar SNI yaitu briket dengan komposisi arang pelepah nipah : arang tempurung kelapa yaitu 20%:80% dan 0%:100%. Sedangkan untuk kadar abu pada briket variasi komposisi arang pelepah nipah:arang tempurung kelapa yaitu 100%:0%:80%:20%; 60%:40%; 50%:50%; dan 0%:60% belum sesuai dengan standar SNI.

Daftar Pustaka

- [1] T. Dalming, H. A. Wardani, and U. A. Annisa, "p ISSN : 2775-8567 p ISSN : 2775-8567," *J. Farm. Pelamonia*, vol. 2, no. 1, pp. 49–53, 2020.
- [2] S. Suryadi and H. Syafria, "Pengaruh Level Inokulum Jamur Tiram Putih Terhadap Kandungan Fraksi Serat Pelepah Nipah," *J. Peternak. Indones. (Indonesian J. Anim. Sci.)*, vol. 24, no. 3, p. 298, 2022, doi: 10.25077/jpi.24.3.298-303.2022.
- [3] T. Zulfadli, M. Kafrawi, and M. Abd, "Optimalisasi Hasil Produksi Briket Cangkang Kelapa Dengan Memanfaatkan Teknologi Tepat Guna Berbahan Bakar Minyak Solar," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 2, pp. 335–340, 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i2.1550.
- [4] Mustafa, Firman, and M. . Syam, "Pembuatan Briket Dari Arang Pelepah Nipah Menggunakan Perakat Putih Telur Ayam Hybrid," *Maj. Tek. Ind.*, vol. 29, no. 2, pp. 14–21, 2022.
- [5] R. W. A. Jaswella, Sudding, and Ramdani, "Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa," *Chemica*, vol. 23, no. 1, pp. 7–19, 2022.
- [6] N. Iskandar, S. Nugroho, and M. F. Feliyana, "Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI," *Momentum*, vol. 15, no. 2, 2019.
- [7] N. S. Harahap and E. Jumiati, "Analisis Sifat Fisika dan Kimia terhadap Pembuatan Briket Arang Limbah Biji Salak dengan Variasi Perakat Tepung Tapioka dan Tepung Sagu," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 1, pp. 115–123, 2022, doi: 10.25077/jfu.12.1.115-123.2023.
- [8] A. Sugiharto and Z. 'Ilma Firdaus, "Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif," *J. Inov. Tek. Kim.*, vol. 6, no. 1, pp. 17–22, 2021, doi: 10.31942/inteka.v6i1.4449.
- [9] M. Masthura, "Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang," *Elkawnie*, vol. 5, no. 1, p. 58, 2019, doi: 10.22373/ekw.v5i1.3621.
- [10] A. Sutikno *et al.*, "Pembuatan Arang Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Industri Pandai Besi," *J. Community Empower.*, vol. 2, no. 2, pp. 16–23, 2022.
- [11] A. D. Rinanda, W. Nuriana, and S. Sutrisno, "Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air Dan Laju Pembakaran Pada Biobriket Limbah Kayu Mahoni," *J. PILAR Teknol. J. Ilm. Ilmu Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–24, 2021, doi: 10.33319/piltek.v6i1.67.
- [12] T. Evila, P. Sri, M. Nurhilal, and R. Dwityaningsih, "Analisis Proksimat dan Bilangan Yodium Sebagai Kajian Awal Aarang Tempurung Nipah Sebagai Bahan Intermediate Karbon Keras," *Rekayasa Hijau*, vol. 6, no. November, pp. 248–260, 2022.
- [13] E. W. Kurniawan, M. Rahman, and R. K. Pemuda, "Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perakat Briket," *Bul. Loupe*, vol. 15, no. 01, pp. 31–37, 2019.
- [14] R. M. Saputra, J. Sumarjo, and I. N. Gusniar, "Pemanfaatan Limbah Pasca Panen Getah Karet dan Kayu Pohon Karet Sebagai Briket Arang Untuk Kemandirian Energi," *Media Bina Ilm.*, vol. 16, no. 11, pp. 7719–7726, 2022.
- [15] A. P. Gobel and A. T. Arief, "Pengaruh Karbonisasi Terhadap Karakteristik Tempurung Kelapa Berdasarkan Uji Proksimat Dan Nilai Kalor," *J. Miner. Energi, dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, p. 48, 2022, doi: 10.31315/jmel.v5i1.5370.
- [16] D. M. Kamal, "Penambahan Serbuk Ampas Kopi Sebagai Upaya Meningkatkan Nilai Kalor Briket Limbah Kertas," *J. Inov. Peeltitan*, vol. 2, no. 12, pp. 3913–3920, 2022.
- [17] A. P. A. Z. Syaiful, and M. Tang, "Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa dengan Metode Pirolisis," *J. Saintis*, vol. 1, no. 2, 2020, [Online]. Available: <https://www.ejournalfakultasteknikunibos.id/index.php/saintis/article/download/130/44>
- [18] F. Y. Sugiyati, B. Sutiya, and Y. -, "Karakteristik Briket Arang Campuran Arang Akasia Daun Kecil (*Acacia auliculiformis*) dan Arang Alaban (*Vitex pubescens vhal*)," *J. Sylva Sci.*, vol. 4, no. 2, p. 274, 2021, doi: 10.20527/jss.v4i2.3337.
- [19] H. Anizar, E. Sribudiani, and S. Somadona, "Pengaruh Bahan Perakat Tapioka dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah," *Parential*, vol. 16, no. 1, pp. 11–17, 2020.