

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI PEREKAT TEPUNG TAPIOKA TERHADAP KARAKTERISTIK BIOBRIKET CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN JANGGEL JAGUNG

Muhammad Faza Abdillah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhammadfaza.20087@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: indrasiregar@unesa.ac.id

Abstrak

Energi merupakan salah satu permasalahan utama di dunia saat ini, karena kebutuhannya yang selalu hadir dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan bertambahnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil tumbuhan maupun hewan menandakan kebutuhan energi yang semakin bertambah setiap tahunnya. Pembuatan biobriket yang berasal dari biomassa limbah tempurung kelapa dan janggel jagung yang melimpah ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi alternatif dalam pencegahan menumpuknya limbah tersebut sekaligus menjaga cadangan energi yang terdapat di Indonesia. Tujuan penelitian ini untuk (1) membuat biobriket arang dari bahan dasar limbah organik tempurung kelapa dan janggel jagung; (2) menentukan variasi konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku yang tepat agar menghasilkan biobriket dengan kualitas yang baik; (3) mengetahui karakteristik biobriket arang terbaik yang meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon terikatnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan beberapa tahapan sebagai berikut: (1) persiapan bahan; (2) karbonisasi; (3) penghancuran dan pengayakan arang; (4) pencampuran arang dengan perekat; (5) pembriketan; (6) pengeringan biobriket; (7) uji laboratorium; dan (8) pengumpulan data. Penelitian ini menggunakan ayakan mesh ukuran 80, tekanan pengepresan sebesar 100 kg/cm², dengan variasi komposisi perbandingan arang tempurung kelapa dan janggel jagung 85% : 15%, 50% : 50%, dan 15% : 85%, serta kadar konsentrasi perekat yang digunakan sebesar 5%, 7%, dan 9%. Hasil penelitian terbaik didapat pada konsentrasi 5% dengan variasi komposisi perbandingan biobriket arang tempurung kelapa dan janggel jagung 85% : 15% dengan nilai kalor 6171,35 Cal/gram; kadar air sebesar 2,03%; kadar abu sebesar 9,84%; kadar zat terbang sebesar 27,04%; serta kadar karbon terikat sebesar 61,09%. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat biobriket yang karakteristiknya sesuai dengan SNI 01-6235-2000 dan ASTM D 5142-02, oleh karena itu biobriket dapat menjadi bahan bakar alternatif energi terbarukan.

Kata Kunci: biobriket, perekat, tempurung kelapa, janggel jagung, karakteristik briket.

Abstract

Energy is one of the main problems in the world today, because its need is always present in everyday life. Along with the increase in human activities that use fuel oil derived from plant and animal fossils, this means that energy needs are increasing every year. It is hoped that making biobriquettes from the abundant biomass of coconut shell waste and corn kernels can be an alternative solution in preventing the accumulation of this waste while maintaining energy reserves in Indonesia. The aims of this research are (1) to make charcoal biobriquettes from organic waste from coconut shells and corn kernels; (2) determine the right variations in adhesive concentration and raw material composition to produce good quality biobriquettes; (3) find out the characteristics of the best charcoal biobriquettes which include calorific value, water content, ash content, volatile matter content and bound carbon content. The method used in this research is an experimental method with several stages as follows: (1) preparation of materials; (2) carbonization; (3) crushing and sieving charcoal; (4) mixing charcoal with adhesive; (5) briquetting; (6) drying biobriquettes; (7) laboratory tests; and (8) data collection. This research used a size 80 mesh sieve, pressing pressure of 100 kg/cm², with variations in the composition ratio of coconut shell charcoal and corn kernels of 85% : 15%, 50% : 50%, and 15% : 85%, as well as the adhesive concentration levels. used at 5%, 7%, and 9%. The best research results were obtained at a concentration of 5% with variations in the composition ratio of coconut shell charcoal biobriquettes and corn kernels of 85%: 15% with a calorific value of 6171.35 Cal/gram; water content of 2.03%; ash content of 9.84%; volatile matter content of 27.04%; and bound carbon content of 61.09%. From the results of the tests that have been carried out, it can be concluded that there are biobriquettes whose characteristics comply with SNI 01-6235-2000 and ASTM D 5142-02, therefore biobriquettes can be an alternative renewable energy fuel.

Keywords: briquettes, adhesives, coconut shells, corncob, characteristics of briquettes.

PENDAHULUAN

Permasalahan utama dunia saat ini adalah energi, karena kebutuhannya yang selalu hadir dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan bertambahnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil tumbuhan maupun hewan menandakan kebutuhan energi yang semakin bertambah setiap tahunnya (Maryono *et al.*, 2013). Persediaan minyak bumi tidak dapat diperbaharui dan sangat terbatas. Hal ini mengakibatkan hampir semua kalangan masyarakat merasakan kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar, baik masyarakat sipil maupun industri. Karena diperlukan waktu yang cukup lama untuk cadangan minyak bumi terisi kembali, sementara itu kebutuhan manusia akan energi tidak dapat ditunda (Gandhi, 2010).

Prof. Dr. Jumina, Kepala Pusat Studi Energi (PSE) UGM, mengungkapkan bahwa dalam 11 tahun mendatang, stok minyak bumi Indonesia sebanyak 9 miliar barel akan habis jika tidak ditemukan sumur-sumur minyak baru. Hal ini menandakan perlunya peningkatan efisiensi energi di berbagai sektor di Indonesia. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden (Perpres) No. 5 Tahun 2006 mengenai Kebijakan Energi Nasional dan Instruksi Presiden (Inpres) No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BNN) sebagai alternatif bahan bakar. Dalam peraturan tersebut, Pemerintah berupaya mensosialisasikan pengurangan peran minyak bumi sebagai sumber energi pada tahun 2025, yang diharapkan tidak lebih dari 25%, dan target penurunan hingga kurang dari 20% pada tahun 2050. (Sulistyaningarti L & Utami B., 2017).

Salah satu solusi yang diterapkan adalah menggunakan energi biomassa untuk mengatasi penurunan cadangan minyak bumi. Energi biomassa diperoleh dari sisa-sisa pertumbuhan tanaman atau materi organik yang melimpah dan mudah ditemukan. Oleh karena itu, energi biomassa dapat dianggap sebagai salah satu opsi sumber energi terbarukan, seperti cangkang kelapa, tongkol jagung, sekam padi, limbah kayu, dan serbuk ampas tebu. Limbah biomassa yang melimpah ini dapat menciptakan sumber energi alternatif dan bernilai ekonomis. Biobriket merupakan salah satu bentuk pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan bakar padat. Setiap biobriket harus memiliki bahan dengan sifat tertentu dan perlu mempunyai sifat termal yang tinggi (Maryono *et al.*, 2013).

Limbah dari tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai sumber energi biomassa yang memiliki potensi besar bagi masyarakat Indonesia. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa produksi kelapa (*Cocos nucifera L.*) di

Indonesia merupakan salah satu yang terbesar di dunia, mencapai total produksi sebanyak 17,13 juta ton pada tahun 2019. Jumlah ini menjadikan Indonesia sebagai produsen terbesar diikuti oleh Filipina dengan 14,77 juta ton, dan India dengan 14,68 juta ton (FAO, 2020). Sektor pertanian tanaman kelapa di Indonesia memiliki peran yang sangat penting, dengan 99% tanaman kelapa dimiliki oleh masyarakat dalam skala usaha kecil hingga menengah.

Mayoritas produksi kelapa di Indonesia digunakan untuk menghasilkan kopra, mencapai 57,3%, sementara 34,7% digunakan untuk menghasilkan santan, dan 8% untuk minyak kelapa (Alouw & Wulandari, 2020). Produksi tanaman kelapa di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 2,85 juta ton, mengalami kenaikan sebesar 1,47% dari tahun sebelumnya yang mencapai 2,81 juta ton. Meskipun demikian, produksi kelapa di Indonesia cenderung mengalami penurunan dalam satu dekade terakhir, dimulai dari jumlah produksi awal sebesar 3,17 juta ton. Angkanya pun menurun 7,43% menjadi 2,94 juta ton pada tahun berikutnya. Produksi kelapa di Indonesia sempat naik 3,85% menjadi 3,05 juta ton pada tahun 2013. Kenaikan tersebut hanya bertahan setahun. Angka produksi kelapa di Indonesia terus turun hingga 2020 (BPS, 2021).

Pemanfaatan sumber energi biomassa selain tempurung kelapa yaitu pemanfaatan limbah jagung yang juga sangat potensial bagi masyarakat di Indonesia. Salah satu negara produsen terbesar tanaman jagung di dunia adalah Indonesia dengan rata-rata jumlah produksi sebesar 24,27 juta ton pada tahun 2014-2018 (FAO, 2020). Kontribusi Indonesia terhadap produksi jagung di dunia mencapai 2,19%, sementara India dan Perancis memiliki rata-rata produksi masing-masing sekitar 25,84 juta ton (2,34%) dan 14,22 juta ton (1,29%). Negara yang paling dominan dalam produksi jagung secara global adalah Amerika Serikat, dengan kontribusi sebesar 34,52% dan rata-rata produksi mencapai 381,78 juta ton. Tiongkok menduduki posisi kedua dengan rata-rata produksi sekitar 252,1 juta ton (22,79%). Produksi tanaman jagung di Indonesia menurun 0,38% pada tahun 2020 yang mencapai 22,5 juta ton jika dibandingkan dengan tahun 2021 yang mencapai 22,58 juta ton. Jumlah produksi tanaman jagung ini cenderung meningkat sejak 2010-2018 dengan rekor tertinggi mencapai jumlah produksi sebanyak 30,25 juta ton pada tahun 2018. Pada tahun 2019 produksi jagung ini mengalami penurunan yang signifikan sebesar 25% menjadi 22,59 juta ton (FAO, 2021). Nilai ekspor jagung Indonesia mencapai 2539 ribu ton atau mencapai US\$ 4,24 juta pada tahun 2021 (BPS, 2021). Kemampuan meningkatnya produksi jagung dalam negeri masih cukup besar dengan pemanfaatan lahan-lahan kering yang belum optimal

dengan persentase baru sekitar 19% menurut Kementerian Pertanian.

Dengan potensi limbah tempurung kelapa dan limbah janggel jagung di Indonesia yang sangat melimpah ini, sedangkan pemanfaatan limbah kedua biomassa tersebut yang belum dimaksimalkan secara optimal. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan upaya memanfaatkan limbah tempurung kelapa dan limbah janggel jagung sebagai bahan pembuatan biobriket arang dengan variasi konsentrasi perekat yang digunakan dan diharapkan dapat mengendalikan permasalahan meningkatnya limbah tempurung kelapa dan limbah janggel jagung, menyempurnakan penampilan dan mutu, menambah nilai ekonomis dari tempurung kelapa dan janggel jagung, serta mengetahui komposisi yang terbaik menggunakan perekat tepung tapioka.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi perekat terhadap karakteristik biobriket yang dihasilkan dengan komposisi terbaik biobriket melalui rasio komposisi bahan baku yang digunakan yaitu serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk arang janggel jagung yang dicampur dengan konsentrasi perekat tepung tapioka sesuai dengan (SNI 01-6235-2000).

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Penelitian ini menggunakan variabel bebas diantaranya jumlah rasio bahan biobriket yang digunakan 85% : 15%; 50% : 50%; dan 15% : 85% serta konsentrasi perekat tepung tapioka yang digunakan 5%, 7%, dan 9%.

2. Variabel Terikat

Penelitian ini menggunakan variabel terikat diantaranya Nilai Kalor, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Zat Terbang, dan Kadar Karbon Terikat.

3. Variabel Kontrol

Penelitian ini menggunakan variabel kontrol sebagai berikut:

- Perekat menggunakan air dengan perbandingan 1:10 (10 gr perekat : 100 ml air).
- Pengayakan dilakukan menggunakan ayakan mesh 80.
- Suhu karbonisasi tempurung kelapa dan janggel jagung mencapai kisaran 400-600°C selama 60 menit.
- Biobriket dicetak secara manual dalam bentuk, ukuran, dan tekanan yang sama di 100 kg/cm².

- Proses pengeringan biobriket di bawah sinar matahari langsung dalam waktu 3 x 24 jam dan menggunakan oven dengan kisaran suhu 60-80°C selama 30 menit.

Pengukuran Data

Pengukuran data penelitian yang digunakan sesuai dengan metode ASTM D 5142-02. Parameter yang akan dilakukan pengujian yaitu Nilai Kalor, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Zat Terbang, dan Kadar Karbon Terikat.

1. Nilai Kalor

$$\text{Nilai Kalor (cal/gr)} = \frac{\Delta t w - l_1 - l_2 - l_3}{m}$$

Keterangan :

Δt = Kenaikan suhu pada termometer

w = 2426 cal/°C

l_1 = kadar larutan yang terpakai (ml)

l_2 = 13,7 x 1,02 x berat sampel

l_3 = 2,3 x panjang fuse wire yang terbakar

m = massa bahan (gr)

2. Kadar Air

Metode yang digunakan untuk mengukur kadar air sesuai dengan ASTM D 5142-02 melibatkan penimbangan biobriket arang sebanyak ± 1 gram. Kemudian, biobriket dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan selama 1 jam pada suhu 104-110°C hingga beratnya stabil. Setelah itu, dilakukan penimbangan kembali untuk menghitung kadar air menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

W_1 (gr) = Berat awal (massa cawan kosong + massa sampel sebelum pemanasan)

W_2 (gr) = Berat akhir (massa cawan kosong + massa sampel setelah pemanasan)

3. Kadar Abu

Metode yang digunakan untuk menentukan kadar abu sesuai dengan ASTM D 5142-02 melibatkan penimbangan spesimen sampel biobriket arang sebanyak 1 gram menggunakan cawan crucible tanpa tutup. Kemudian, cawan crucible ditempatkan dalam furnace selama 1 jam dan dipanaskan pada suhu 450-500°C selama 2 jam, diikuti oleh pemanasan pada suhu 700-750°C selama 2 jam. Proses dilanjutkan dengan pengabuan selama 2 jam pada suhu 900-950°C. Setelah itu, crucible dipindahkan dari furnace, didinginkan dalam desikator, dan segera ditimbang untuk menghitung kadar abu menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{A2-A1}{A0} \times 100\%$$

A0 = Massa sampel awal (gr)

A1 = Massa kosong *crucible* (gr)

A2 = Massa *crucible* dan abu (gr)

4. Kadar Zat Terbang

Metode yang digunakan dalam menentukan kadar zat terbang sesuai dengan ASTM D 5142-02, isi spesimen hasil perhitungan kadar air ke dalam cawan *crucible* yang ditimbang dengan tutupnya dan tempatkan dalam furnace. Spesimen dipanaskan dalam furnace selama 7 menit dengan suhu $950 \pm 20^\circ\text{C}$, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar zat menguap dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$\text{Kadar Zat Terbang (\%)} = \frac{V1-V2}{V0} \times 100\%$$

V0 = Berat contoh mula-mula pada kadar air (g)

V1 = Berat contoh setelah dikeringkan pada suhu $104-110^\circ\text{C}$ (g)

V2 = Berat spesimen setelah dipanaskan pada tes zat menguap (g)

5. Kadar Karbon Terikat

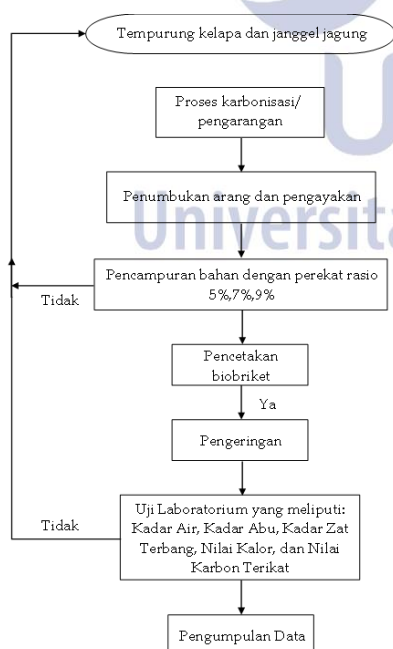
$$\text{Kadar Karbon Terikat (\%)} = 100\% - (W + A + V)$$

W = Kadar Air (%)

A = Kadar Abu (%)

V = Kadar Zat Terbang (%)

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Desain Eksperimen Penelitian

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat diantaranya drum tungku pengarangan, mesin giling, alat pencetak briket, ayakan mesh 80, nampan, timbangan digital, oven, thermocontrol, gelas ukur, dan stopwatch. Serta penelitian ini menggunakan bahan diantaranya tempurung kelapa, janggel jagung, tepung kanji, dan air.

Prosedur Penelitian

Prosedur kerja yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengeringan bahan baku, karbonisasi atau pengarangan, penggilingan, pengayakan, pencampuran perekat, pencetakan dan pengempaan, pengeringan biobriket, dan pengujian karakteristik yang meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan nilai karbon terikat. Adapun prosedur kerja dari masing – masing tahapan tersebut :

1. Pengeringan Bahan Baku

Limbah tempurung kelapa dan janggel jagung dikeringkan dibawah sinar matahari langsung selama 3-4 hari sebelum proses karbonisasi agar mendapatkan proses pembakaran yang sempurna dan mendapatkan kualitas arang yang terbaik.

2. Karbonisasi

- Tempurung kelapa dan janggel jagung yang sudah kering disiapkan sebanyak masing-masing 10 kg.
- Tempurung kelapa dan janggel jagung dimasukkan kedalam tabung pengarangan secara terpisah, kemudian lakukan pemanasan secara langsung didalam tungku berbentuk drum dan wadah bekas cat yang dipastikan keduanya harus dalam kondisi yang kedap udara, agar proses pembakaran sempurna dan tidak menghasilkan banyak abu.

- Untuk proses karbonisasi menggunakan drum sebesar 200 liter, dilakukan dengan ditutupnya bagian bawah drum menggunakan plat besi dan menggunakan tutup yang di design bolong ditengahnya, untuk diletakkannya cerobong dengan bahan besi yang dibolongi kecil kecil agar dapat menjadi media pemantik api pembakaran selama proses karbonisasi berlangsung yang dilakukan selama 45 menit dan mencapai kisaran suhu $400 - 600^\circ\text{C}$. Untuk proses karbonisasi menggunakan wadah bekas cat sebesar 20 liter, dilakukan dengan media pembakaran yang diletakkan pada bagian bawah wadah bekas cat kemudian diletakkan plat besi disekitarnya agar memaksimalkan proses pembakaran dan bagian atas wadah bekas cat ditutup dengan rapat selama 120 menit dan mencapai kisaran suhu $200 - 400^\circ\text{C}$.

d. Jika asap yang keluar sudah mulai menipis maka bisa dikategorikan untuk proses karbonisasi atau pembakaran sudah selesai. Selanjutnya siapkan air sebagai media pendingin, dengan cara siram secara perlahan dan secukupnya kedalam drum dan wadah bekas cat yang menjadi tempat dilakukannya karbonisasi arang tersebut. Keluarkan arang dan diamkan selama 1 jam dibawah sinar matahari langsung, dan pastikan arang sudah tidak menimbulkan bara api. Setelah didiamkan selama kurang lebih 1 jam, Selanjutnya, lakukan proses penyortiran dengan memisahkan antara arang yang berwarna hitam dengan arang yang sudah berubah menjadi abu atau arang yang masih belum terbentuk dengan sempurna. Kemudian keringkan arang yang berwarna hitam selama 3 x 24 jam.

3. Penggilingan dan Penyaringan

Setelah dilakukan proses karbonisasi dan telah menjadi arang tempurung kelapa dan jaggel jagung, kemudian dilakukan proses penghalusan dengan menggunakan mesin giling atau ditumbuk untuk kedua bahan ini hingga halus dan kemudian tetap dilakukan proses pengayakan agar didapatkan hasil serbuk sehalus mungkin dengan menggunakan ayakan ukuran 80 mesh dengan cara menggoyang-goyangkan ayakan sesuai dengan (SNI 01-6235-2000).

4. Pencampuran dengan Bahan Perekat

Setelah dilakukan pengayakan pada kedua bahan, siapkan tepung tapioka yang dicampurkan air dengan perbandingan 1:10 (10 gram perekat : 100 ml air) yang kemudian dimasak dan diaduk terus menerus hingga tepung tapioka melarut sempurna dan mengental yang kemudian dapat dijadikan perekat. Setelah beberapa menit dipanaskan, warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan dan terasa lengket ditangan.

Setelah itu campurkan serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk arang jaggel jagung sesuai variasi komposisi masing masing bahan dengan variasi komposisi bahan perekat yang akan digunakan. Pada proses ini, variasi komposisi perekat yang digunakan 5%, 7%, dan 9% yang dicampurkan dengan serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk jaggel jagung menggunakan komposisi 15% : 85%; 50% : 50%; dan 85% : 15%. Kemudian aduk campuran bahan baku beserta perekat tepung tapioka dengan merata dan perlahan agar komposisi diantara bahan dan perekat dapat tercampur dengan sempurna dan dihasilkan biobriket yang diinginkan.

5. Pencetakan dan Pengempaan

Setelah semua bahan yang diaduk tercampur dengan merata, masukkan perlahan kedalam alat pencetak dan ditekan dengan tekanan 100 kg/cm². Bentuk cetakan yaitu silinder dengan ukuran panjang kisaran 12-14 cm dan menghasilkan berat briket kisaran 16-18 gram.

6. Pengeringan

Setelah briket sudah dikeluarkan dari cetakan, kemudian keringkan briket selama 3x24 jam dibawah sinar matahari langsung. Sesudah briket dikeringkan selama 3x24 jam dibawah sinar matahari langsung, masukkan briket kedalam oven dengan kisaran suhu 60-80°C selama 30 menit. Kemudian timbang kembali briket apabila sudah dikeluarkan dari oven. Jika berat briket sudah kisaran 10-12 gram, kemudian simpan briket kedalam wadah penyimpanan yang minim adanya udara.

7. Penentuan Mutu Briket

Briket arang kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan kualitas mutu yang sesuai standar (SNI 01-6235-2000), yaitu:

- Nilai Kalor
- Kadar air
- Kadar abu
- Kadar zat terbang
- Kadar karbon terikat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Karakteristik

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Biobriket

Nama Sampel	Nilai Kalor (Cal/g r)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)
Perekat 5% K85-J15	6171,35	2,03	9,84	27,04	61,09
Perekat 5% K50-J50	6023,69	2,56	9,46	27,41	60,57
Perekat 5% K15-J85	5974,47	3,14	9,18	27,83	59,85
Perekat 7% K85-J15	5826,81	3,39	10,67	28,06	57,88
Perekat 7% K50-J50	5556,1	3,61	10,32	28,68	57,39

Perekat 7% K15-J85	4768,59	4,08	10,05	29,23	56,64
Perekat 9% K85-J15	3538,1	4,34	11,93	29,42	54,31
Perekat 9% K50-J50	2799,81	4,87	11,51	30,16	53,46
Perekat 9% K15-J85	2750,59	5,22	11,14	30,67	52,97
SNI 01-6235-2000	Minimum 5000	Maksimu m 8	Maksimu m 8	Maksimum 15	Minimum 60

Hasil Uji Deskriptif Variabel Penelitian

1. Hasil Uji Deskriptif Konsentrasi Perekat

Tabel 2. Hasil Uji Deskriptif Konsentrasi Perekat

Variabel	Konsentrasi Perekat	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Nilai Kalor	Perekat 5%	6056.50	102.46	5974.47	6171.35
	Perekat 7%	5383.83	549.74	4768.59	5826.81
	Perekat 9%	3029.50	441.15	2750.59	3538.10
Kadar Air	Perekat 5%	2.58	0.56	2.03	3.14
	Perekat 7%	3.69	0.35	3.39	4.08
	Perekat 9%	4.81	0.44	4.34	5.22
Kadar Abu	Perekat 5%	9.49	0.33	9.18	9.84
	Perekat 7%	10.35	0.31	10.05	10.67
	Perekat 9%	11.53	0.40	11.14	11.93
Kadar Zat Terbang	Perekat 5%	27.43	0.40	27.04	27.83
	Perekat 7%	28.66	0.59	28.06	29.23
	Perekat 9%	30.08	0.63	29.42	30.67
Kadar Karbon Terikat	Perekat 5%	60.50	0.62	59.85	61.09
	Perekat 7%	57.30	0.62	56.64	57.88
	Perekat 9%	53.58	0.68	52.97	54.31

Setelah dilakukannya pengujian deskriptif pada konsentrasi perekat yang menunjukkan perbandingan antara nilai hasil uji karakteristik tertinggi dengan terendah untuk masing – masing konsentrasi perekat yang digunakan didapatkan hasil rata-rata untuk nilai kalor

terbaik dengan konsentrasi perekat 5% didapat nilai 6056,50. Kadar air terbaik dengan konsentrasi perekat 5% didapat nilai 2,58. Kadar abu terbaik dengan konsentrasi perekat 5% didapat nilai 9,49. Kadar zat terbang terbaik dengan konsentrasi perekat 5% didapat nilai 27,43. Kadar karbon terikat terbaik dengan konsentrasi perekat 5% didapat nilai 60,50.

2. Hasil Uji Deskriptif Komposisi Bahan

Tabel 3. Hasil Uji Deskriptif Komposisi Bahan

Variabel	Komposisi Bahan	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Nilai Kalor	K85-J15	5178.75	1431.25	3538.10	6171.35
	K50-J50	4793.20	1742.09	2799.81	6023.69
	K15-J85	4497.88	1628.90	2750.59	5974.47
Kadar Air	K85-J15	3.25	1.16	2.03	4.34
	K50-J50	3.68	1.16	2.56	4.87
	K15-J85	4.15	1.04	3.14	5.22
Kadar Abu	K85-J15	10.81	1.05	9.84	11.93
	K50-J50	10.43	1.03	9.46	11.51
	K15-J85	10.12	0.98	9.18	11.14
Kadar Zat Terbang	K85-J15	28.17	1.19	27.04	29.42
	K50-J50	28.75	1.38	27.41	30.16
	K15-J85	29.24	1.42	27.83	30.67
Kadar Karbon Terikat	K85-J15	57.76	3.39	54.31	61.09
	K50-J50	57.14	3.56	53.46	60.57
	K15-J85	56.49	3.44	52.97	59.85

Setelah dilakukannya pengujian deskriptif pada komposisi bahan yang menunjukkan perbandingan antara nilai hasil uji karakteristik tertinggi dengan terendah untuk masing – masing komposisi bahan yang digunakan didapatkan hasil rata-rata untuk nilai kalor terbaik pada komposisi bahan K85-J15 dengan nilai 5178,75. Kadar air terbaik pada komposisi bahan K85-J15 dengan nilai 3,25. Kadar abu terbaik pada komposisi bahan K85-J15 dengan nilai 10,81. Kadar zat terbang terbaik pada komposisi bahan K85-J15 dengan nilai 28,17. Kadar karbon terikat terbaik pada komposisi bahan K85-J15 dengan nilai 57,76.

Hasil Uji Analisis One Way Anova

1. Hasil Uji Analisis One Way Anova Konsentrasi Perakat

Tabel 4. Hasil Uji Analisis One Way Anova Konsentrasi Perakat

Variabel	F	Sig.	keterangan
Nilai Kalor	44.818	0.000	Signifikan
Kadar Air	17.848	0.003	Signifikan
Kadar Abu	25.876	0.001	Signifikan
Kadar Zat Terbang	17.798	0.003	Signifikan
Kadar Karbon Terikat	87.318	0.000	Signifikan

Berdasarkan **Tabel 4.** dijelaskan bahwa perbandingan konsentrasi perakat tepung tapioka terhadap karakteristik yang dihasilkan terjadi perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan nilai F hitung lebih besar dari F tabel (F hitung > F tabel) atau nilai Sig. Lebih kecil dari 0.05 (sig. < 0.05). Pengujian Anova ini membuktikan bahwa adanya perbedaan nyata dalam perbandingan komposisi perakat tepung tapioka terhadap karakteristik biobriket arang yang dihasilkan. Kemudian variabel yang signifikan dilanjutkan dengan uji lanjut *DMRT* untuk mengetahui perlakuan yang memberikan dampak paling optimum dari konsentrasi perakat tepung tapioka terhadap karakteristik biobriket arang yang dihasilkan.

2. Hasil Uji Analisis One Way Anova Komposisi Bahan

Tabel 5. Hasil Uji Analisis One Way Anova Komposisi Bahan

Variabel	F	Sig.	Keterangan
Nilai Kalor	0.136	0.876	Tidak
Kadar Air	0.477	0.643	Tidak
Kadar Abu	0.343	0.722	Tidak
Kadar Zat Terbang	0.484	0.639	Tidak
Kadar Karbon Terikat	0.101	0.905	Tidak

Berdasarkan **Tabel 5.** dijelaskan bahwa perbandingan komposisi bahan arang tempurung kelapa : arang janggel jagung terhadap karakteristik yang dihasilkan tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan nilai F hitung lebih kecil dari F tabel (F hitung < F tabel) atau nilai Sig. Lebih besar dari 0.05 (sig. > 0.05). Pengujian Anova ini membuktikan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata dalam perbandingan komposisi komposisi bahan arang tempurung kelapa : arang janggel jagung terhadap karakteristik biobriket arang yang dihasilkan. Kemudian variabel yang tidak signifikan ini tidak dilanjutkan dengan uji lanjut *DMRT* karena tidak memenuhi syarat nilai F hitung lebih kecil dari F tabel (F hitung < F tabel) atau nilai Sig. Lebih besar dari 0.05 (sig. > 0.05).

Hasil Uji Lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT)

1. Uji lanjut *DMRT* konsentrasi perakat terhadap Nilai Kalor

Tabel 6. Hasil Uji lanjut *DMRT* konsentrasi perakat terhadap Nilai Kalor

Komposisi Perakat	Rataan	Subset
Perekat 9%	3029.5	a
Perekat 7%	5383.8	b
Perekat 5%	6056.5	b

Berdasarkan hasil uji Lanjut Duncan pada **Tabel 6.** diatas dapat diketahui informasi sebagai berikut :

- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perakat 9% (a) memiliki nilai rataa terkecil yaitu 3029,5.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perakat 7% (b) dengan nilai rataa 5383,8 memiliki nilai rataa subset yang sama dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan perlakuan terhadap penggunaan Perakat 5% (b) dengan nilai rataa 6056,5 namun berbeda signifikan dengan (a).

2. Uji lanjut *DMRT* konsentrasi perakat terhadap Kadar Air

Tabel 7. Hasil Uji lanjut *DMRT* konsentrasi perakat terhadap Kadar Air

Komposisi Perakat	Rataan	Subset
Perekat 5%	2.6	a
Perekat 7%	3.7	b
Perekat 9%	4.8	c

Berdasarkan hasil uji Lanjut Duncan pada **Tabel 7.** diatas dapat diketahui informasi sebagai berikut :

- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perakat 5% (a) memiliki nilai rataa terkecil yaitu 2,6.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perakat 7% (b) memiliki nilai rataa yaitu 3,7.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perakat 9% (c) memiliki nilai rataa terbesar yaitu 4,8.

3. Uji lanjut *DMRT* konsentrasi perakat terhadap Kadar Abu

Tabel 8. Hasil Uji lanjut *DMRT* konsentrasi perakat terhadap Kadar Abu

Komposisi Perakat	Rataan	Subset
Perekat 5%	9.5	a
Perekat 7%	10.3	b
Perekat 9%	11.5	c

Berdasarkan hasil uji Lanjut Duncan pada **Tabel 8.** diatas dapat diketahui informasi sebagai berikut :

- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perakat 5% (a) memiliki nilai rataa terkecil yaitu 9,5.

- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 7% (b) memiliki nilai rataan yaitu 10,3.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 9% (c) memiliki nilai rataan terbesar yaitu 11,5.

4. Uji lanjut DMRT konsentrasi perekat terhadap Kadar Zat Terbang

Tabel 9. Hasil Uji lanjut DMRT konsentrasi perekat terhadap Kadar Zat Terbang

Komposisi Perekat	Rataan	Subset
Perekat 5%	27.4	a
Perekat 7%	28.7	b
Perekat 9%	30.1	c

Berdasarkan hasil uji Lanjut Duncan pada **Tabel 9.** diatas dapat diketahui informasi sebagai berikut :

- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 5% (a) memiliki nilai rataan terkecil yaitu 27,4.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 7% (b) memiliki nilai rataan yaitu 28,7.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 9% (c) memiliki nilai rataan terbesar yaitu 30,1.

5. Uji lanjut DMRT konsentrasi perekat terhadap Kadar Karbon Terikat

Tabel 10. Hasil Uji lanjut DMRT konsentrasi perekat terhadap Kadar Karbon Terikat

Komposisi Perekat	Rataan	Subset
Perekat 9%	53.6	a
Perekat 7%	57.3	b
Perekat 5%	60.5	c

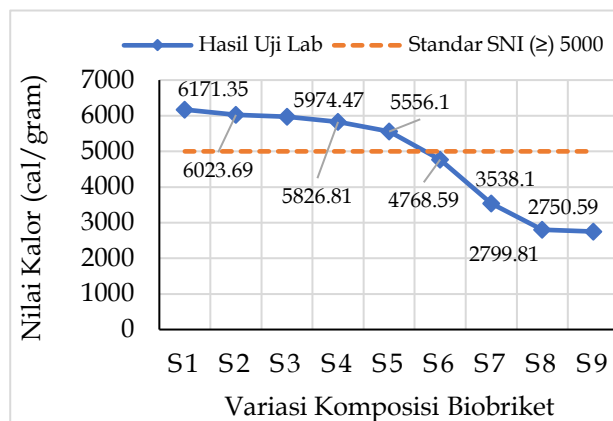
Berdasarkan hasil uji Lanjut Duncan pada **Tabel 10.** diatas dapat diketahui informasi sebagai berikut :

- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 9% (a) memiliki nilai rataan terkecil yaitu 53,6.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 7% (b) memiliki nilai rataan yaitu 57,3.
- Perlakuan terhadap penggunaan komposisi Perekat 5% (c) memiliki nilai rataan terbesar yaitu 60,5.

Pembahasan Karakteristik Penelitian

1. Nilai Kalor

Salah satu aspek yang sangat signifikan dalam mengukur mutu biobriket arang adalah nilai kalor, karena faktor ini turut memengaruhi kualitas hasil akhir dari biobriket arang. Semakin tinggi nilai kalor yang terkandung dalam biobriket arang, maka kualitasnya pun semakin optimal. Kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon terikat akan berpengaruh pada tingkat nilai kalor yang dihasilkan. Oleh karena itu, biobriket dapat dianggap sebagai pilihan yang layak sebagai sumber bahan bakar alternatif.

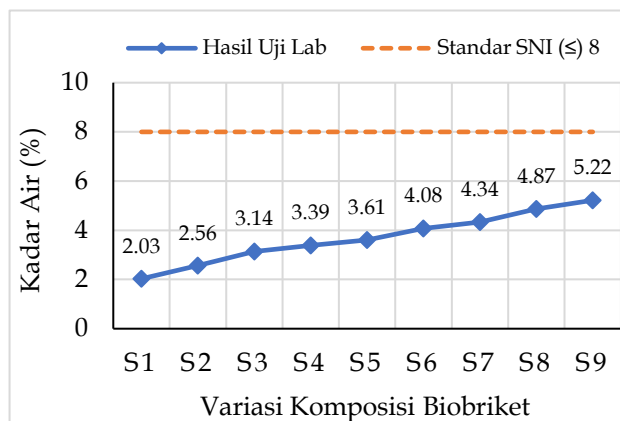


Gambar 2. Grafik hubungan variasi komposisi biobriket terhadap nilai kalor yang dihasilkan

Grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 2.** di atas menjelaskan bahwa pengaruh perbandingan antara variasi konsentrasi perekat dan komposisi bahan terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi perekat, maka nilai kalor yang dihasilkan menjadi semakin rendah. Penurunan ini terjadi karena tepung tapioka, yang digunakan sebagai perekat, berfungsi sebagai isolator dan memiliki nilai kalor yang rendah. Biobriket dapat menghasilkan nilai panas pembakaran yang dalam pembuatannya harus diketahui berdasarkan kadar nilai kalor. Kualitas nilai kalor biobriket sangat penting dijadikan acuan untuk bahan bakar karena dapat mengetahui air yang akan menguap dari hasil energi yang banyak terserap. Dari seluruh sampel yang telah dilakukan pengujian, diperoleh hasil dari sampel 1–5 yang memenuhi SNI 01-6235-2000. Nilai kalor tertinggi diperoleh dari sampel 1 dengan komposisi sampel 85 gram arang tempurung kelapa dan 15 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 5% yaitu 6171,35 Cal/gram. Nilai kalor terendah diperoleh dari sampel 9 dengan komposisi sampel 15 gram arang tempurung kelapa dan 85 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 9% yaitu 2750,59 Cal/gram. Menurut SNI 01-6235-2000 nilai kalor pada biobriket arang yang ditetapkan adalah minimal 5000 Cal/gram.

2. Kadar Air

Kualitas biobriket akan sangat dipengaruhi oleh kadar air. Terutama pada nilai kalor serta kadar karbon terikat biobriket arang yang dihasilkan. Biobriket akan semakin berkualitas jika kadar air yang semakin rendah agar menjadikan nilai kalor dan kadar karbon terikat semakin tinggi. Tujuan dari uji kadar air ini adalah untuk melihat seberapa besar kadar air yang dihasilkan dari bahan yang digunakan dengan beberapa perbandingan.



Gambar 3. Grafik hubungan variasi komposisi biobriket terhadap kadar air yang dihasilkan

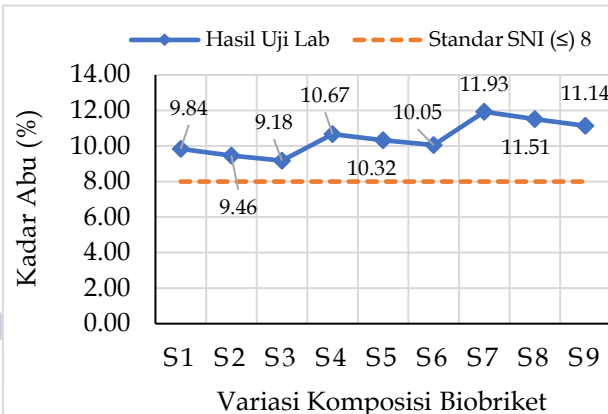
Grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 3.** di atas menjelaskan bahwa hubungan antara variasi konsentrasi perekat dan komposisi bahan memiliki dampak signifikan pada kadar air yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi perekat dan jumlah komposisi arang jaggel jagung yang digunakan, maka kadar air dalam biobriket yang dihasilkan juga semakin tinggi. Penyebabnya adalah tingginya kandungan kadar air dalam tapioka dan kerapatan yang lebih rendah pada arang jaggel jagung dibandingkan arang tempurung kelapa. Adanya kadar air yang tinggi dalam biobriket dapat mengakibatkan sejumlah konsekuensi, termasuk nilai kalor yang rendah, kesulitan dalam proses penyalaan, produksi asap yang banyak, peningkatan berat biobriket, dan konsumsi energi yang lebih besar selama proses pengeringan. Kadar air juga akan mempengaruhi ketahanan, kerapatan, serta lama penyimpanan biobriket. Dari seluruh sampel yang telah dilakukan pengujian, seluruh sampel telah memenuhi SNI 01-6235-2000. Kadar air yang terendah diperoleh dari sampel 1 dengan komposisi 85 gram arang tempurung kelapa dan 15 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 5% yaitu 2,03%. Kadar air tertinggi diperoleh dari sampel 9 dengan komposisi 15 gram arang tempurung kelapa dan 85 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 9% yaitu 5,22%. Menurut SNI 01-6235-2000 kadar air pada biobriket arang yang ditetapkan adalah maksimal 8%.

3. Kadar Abu

Kandungan abu pada briket arang umumnya meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi perekat tapioka yang digunakan. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi perekat, semakin besar kemungkinan bahwa kadar abu yang dihasilkan akan meningkat. Hal ini, pada akhirnya, dapat menyebabkan penurunan kadar karbon dan nilai kalor briket arang. Senyawa yang seringkali terdapat dalam abu hasil pembakaran briket arang adalah silikat, dan tingginya kandungan silikat dapat menjadi

indikator tingginya kadar abu dalam briket arang tersebut. Beberapa senyawa lain yang mungkin terkandung dalam abu meliputi SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , dan sebagainya (Rahardjo & Yusnitati, 2007).

Gambar 4. Grafik hubungan variasi komposisi biobriket



terhadap kadar abu yang dihasilkan

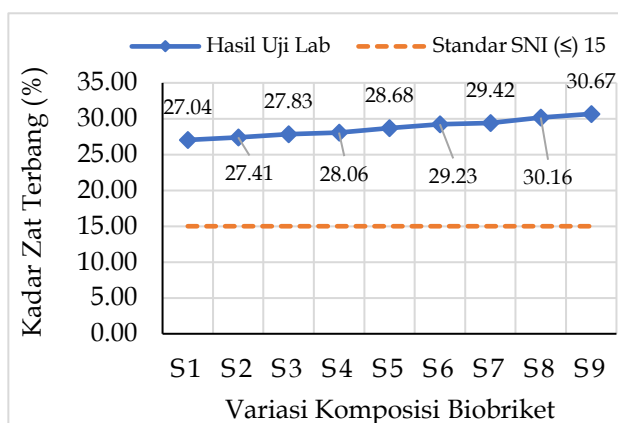
Grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4.** di atas menjelaskan bahwa hubungan antara variasi konsentrasi perekat dan komposisi bahan memiliki dampak signifikan pada kadar abu yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi perekat dan jumlah komposisi arang tempurung kelapa yang digunakan, maka kadar abu dalam biobriket yang dihasilkan juga semakin tinggi. Penyebabnya adalah jumlah komposisi arang tempurung kelapa yang kaya akan silika selama proses karbonisasi, dan semakin tinggi konsentrasi perekat yang digunakan akan menambah kandungan silika yang dihasilkan. Dengan peningkatan kadar abu, nilai kalor dan kadar karbon terikat biobriket akan cenderung menurun. Dari seluruh sampel yang telah dilakukan pengujian, seluruh sampel tidak memenuhi SNI 01-6235-2000. Kadar abu yang terendah diperoleh dari sampel 3 dengan komposisi 15 gram arang tempurung kelapa dan 85 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 5% yaitu 9,18%. Kadar abu tertinggi diperoleh dari sampel 7 dengan komposisi 85 gram arang tempurung kelapa dan 15 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 9% yaitu 11,93%. Menurut SNI 01-6235-2000 kadar abu pada biobriket arang yang ditetapkan adalah maksimal 8%.

4. Kadar Zat Terbang

Banyaknya berat yang hilang pada biobriket tanpa adanya sirkulasi udara eksternal, sebagai hasil dekomposisi senyawa yang masih tersisa di dalam biobriket, yang melibatkan unsur selain air, abu, dan karbon terikat, dikenal sebagai kadar zat terbang. Mengetahui kadar zat terbang memiliki signifikansi penting karena akan memengaruhi nilai kalor yang dihasilkan, yang pada gilirannya akan memengaruhi efisiensi bahan bakar dalam menentukan durasi

pembakaran, kecepatan pembakaran, dan jumlah asap yang dihasilkan selama proses pembakaran (Maryono *et al.*, 2013).

Gambar 5. Grafik hubungan variasi komposisi biobriket



terhadap kadar zat terbang yang dihasilkan

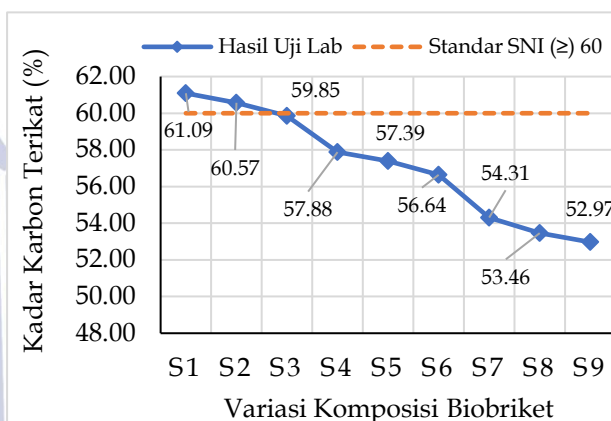
Grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 5.** di atas menjelaskan bahwa variasi konsentrasi perekat dan komposisi bahan memiliki dampak yang signifikan pada kadar zat terbang yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi perekat dan jumlah komposisi arang tempurung kelapa yang digunakan, maka kadar zat terbang pada biobriket yang dihasilkan juga semakin tinggi. Penyebabnya adalah kadar zat terbang yang ditentukan oleh durasi dan suhu selama proses karbonisasi. Semakin lama dan semakin tinggi suhu proses karbonisasi yang diterapkan, akan semakin banyak kadar zat terbang yang dihasilkan. Oleh karena itu, persentase kadar zat terbang akan meningkat karena proses dekomposisi senyawa karbon menjadi lebih maksimal. Kenaikan kadar zat terbang yang dihasilkan akan berdampak pada penurunan nilai kalor dan kadar karbon terikat. Dari seluruh sampel yang telah dilakukan pengujian, seluruh sampel tidak memenuhi SNI 01-6235-2000. Kadar zat terbang yang terendah diperoleh dari sampel 1 dengan komposisi sampel 85 gram arang tempurung kelapa dan 15 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 5% yaitu 27,04%. Kadar zat terbang tertinggi diperoleh dari sampel 9 dengan komposisi sampel 15 gram arang tempurung kelapa dan 85 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 9% yaitu 30,67%. Menurut SNI 01-6235-2000 kadar abu pada biobriket arang yang ditetapkan adalah maksimal 15%.

5. Kadar Karbon Terikat

Kandungan karbon dalam biobriket yang dipengaruhi oleh adanya kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang disebut kadar karbon terikat. Kandungan selulosa dalam bahan arang maupun perekat akan mempengaruhi kadar karbon terikat dalam produksi biobriket. Kandungan selulosa yang tinggi pada bahan akan membuat kadar

karbon terikat semakin besar. Semakin besar konsentrasi perekat pada biobriket, maka semakin rendah kadar karbon terikat yang dihasilkan. Kualitas biobriket arang bisa disebut terbaik apabila memiliki kadar karbon terikat dan nilai kalor yang tinggi. Karena karbon akan bereaksi dengan oksigen yang dibutuhkan pada proses pembakaran untuk menghasilkan kalor.

Gambar 6. Grafik hubungan variasi komposisi biobriket terhadap kadar karbon terikat yang dihasilkan



Grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 6.** di atas menjelaskan bahwa kadar karbon terikat pada biobriket dipengaruhi oleh karakteristik tertentu yang dihasilkan, seperti kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang. Semakin rendah tingkat kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang, maka kadar karbon terikat pada biobriket yang dihasilkan akan semakin tinggi, dan sebaliknya. Kenaikan kadar karbon terikat ini juga berimplikasi pada peningkatan nilai kalor yang dihasilkan oleh biobriket tersebut. Dari seluruh sampel yang telah dilakukan pengujian, ada tiga sampel yang telah memenuhi SNI 01-6235-2000. Kadar karbon terikat yang terendah diperoleh dari sampel 9 dengan komposisi 15 gram arang tempurung kelapa dan 85 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 9% yaitu 52,97%. Kadar karbon terikat tertinggi diperoleh dari sampel 1 dengan komposisi 85 gram arang tempurung kelapa dan 15 gram arang jaggel jagung dengan konsentrasi perekat 5% yaitu 61,09%. Menurut SNI 01-6235-2000 kadar karbon terikat pada biobriket arang yang ditetapkan adalah minimal 60%.

PENUTUP

Simpulan

Variasi konsentrasi perekat dan komposisi campuran bahan arang tempurung kelapa dan jaggel jagung akan mempengaruhi karakteristik biobriket yang dihasilkan. Konsentrasi perekat dan komposisi jaggel jagung yang semakin tinggi, maka akan semakin rendah nilai kalor, dan kadar karbon terikatnya. Hasil ini juga berbanding lurus dengan kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang

biobriket yang semakin tinggi. Karakteristik biobriket terbaik diperoleh dari pencampuran perekat tepung tapioka dengan konsentrasi sebesar 5%, dan campuran komposisi 85 gram arang tempurung kelapa dengan 15 gram arang jaggel jagung (S1).

Berdasarkan hasil uji nilai kalori, nilai kalor terbaik diperoleh dari komposisi sampel 85 gram arang tempurung kelapa dengan 15 gram arang jaggel jagung dan konsentrasi perekat 5% yaitu 6171,35 Cal/gram (S1). Berdasarkan hasil uji kadar air, kadar air terbaik diperoleh dari komposisi 85 gram arang tempurung kelapa dengan 15 gram arang jaggel jagung dan konsentrasi perekat 5% yaitu 2,03% (S1). Berdasarkan hasil uji kadar abu, kadar abu terbaik diperoleh dari komposisi 15 gram arang tempurung kelapa dengan 85 gram arang jaggel jagung dan konsentrasi perekat 5% yaitu 9,18% (S3). Berdasarkan hasil uji kadar zat terbang, kadar zat terbang terbaik diperoleh dari komposisi sampel 85 gram arang tempurung kelapa dengan 15 gram arang jaggel jagung dan konsentrasi perekat 5% yaitu 27,04% (S1). Berdasarkan dari perhitungan kadar karbon terikat, kadar karbon terikat tertinggi diperoleh dari komposisi 85 gram arang tempurung kelapa dengan 15 gram arang jaggel jagung dan konsentrasi perekat 5% yaitu 61,09% (S1).

Saran

- Ukuran partikel biobriket sebaiknya tidak terlalu halus, khususnya untuk biobriket arang karena partikel akan sulit dikompaksi, biobriket akan lebih mudah rapuh.
- Perbandingan komposisi air dan perekat yang sesuai untuk menghindari mudah encernya biobriket pada saat dikompaksi.
- Lamanya waktu pengarangan atau karbonisasi untuk menghindari banyaknya kadar abu yang terkandung.
- Lamanya waktu pengeringan di bawah sinar matahari langsung, serta waktu dan suhu pengovenan untuk menghindari biobriket mudah terbakar.
- Tempat penyimpanan biobriket harus aman dan kedap udara untuk menghindari biobriket mudah terbakar, hilangnya berat biobriket, dan akan mudah rapuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alouw, J. C., & Wulandari, S. (2020). *Present Status and Outlook of Coconut Development in Indonesia*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. [Http://doi.10.1088/1755-1315/418/1/012035](http://doi.10.1088/1755-1315/418/1/012035).
- Gianyar, I. B. G., Nurcahyati, & Y. A. Padang. (2012). Pengaruh Persentase Arang Tempurung Kemiri Terhadap Nilai Kalor Briket Campuran Biomassa Ampas Kelapa-Arang Tempurung Kemiri. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(2).
- Bazenet, R. A., W. Hidayat, S. M. Ridjayanti, M. Riniarti., I. S. Banuwa, A. Haryanto, & U. Hasanudin. (2021). Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bahan Arang Limbah Kayu Karet. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(3), 283-295. [Http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v10.i3.283-295](http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v10.i3.283-295).
- Bledzki, A. K., A. A. Mamun, & J. Volk. (2010). Barley Husk And Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composites: The Effect Of Fibre Physical, Chemical And Surface Properties. *Composites Science And Technology*, 70(5), 840-846. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2010.01.022>.
- Budi, E. (2017). Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Sarwahita*, 14(01), 81-84. <https://doi.org/10.21009/Sarwahita.141.10>.
- Gandhi, A. B. (2010). Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung. *Profesional*, 8(1).
- Gunawan Widodo, I., & Widagdo. (2010). Upaya Penerapan Teknologi Pengolahan Arang Tempurung Kelapa untuk Meningkatkan Nilai Tambah Petani di Kecamatan Sei Raya Kabupaten Bengkayang. (8).
- Haluti, S., & R. Hantoro. (2015). Pemanfaatan Potensi Limbah Tongkol Jagung Sebagai Briketarang Melalui Proses Karbonisasi di Wilayah Provinsi Gorontalo. *Jtech*, (1), 8-11.
- Hanandito, L., & S. Willy. (2008). Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa Dari Sisa Bahan Bakar Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang.
- Iskandar, N., S. Nugroho, & M. F. Feliyana. (2019). Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI. *Momentum*, 15(2), 103-108.
- Ismayana, A., & M. R. Afriyanto. (2011). Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *J. Tek. Ind. Pert*, 21(3), 186-193.
- Lestari, L., Aripin., Yanti, Zainudin, Sukmawati, & Marlani. (2010). Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu dan Kanji. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 6(2).
- Maryono, Sudding, & Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemica*, 14(1), 74-83.
- Pangestu, O. E., & D. W. Soedibyo. (2023). Pembuatan Dan Pengujian Karakteristik Briket Arang Campuran Dari Tongkol Jagung Dan Tempurung Kelapa Dengan Perekat Tepung Tapioka. *Jurnal Agroteknologi*.

- Sahputri, R., Syafruddin., & S. Diana. (2013). Pembuatan Briket Dari Arang Batang Jagung Dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Reaksi (Journal Of Science And Technology)*, 11(1).
- Saleh, A. (2013). Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (*Zea Mays L.*). *Jurnal Teknosains*, 7(1), 78-89.
- Sulistyaningkartti, L., & B. Utami. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perekat. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 43-53. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8518>
- Herlambang, S., S. Rina, Purwono, & H. T. Sutiono. (2017). *Biomassa Sebagai Sumber Energi Masa Depan*. Yogyakarta: Gerbang Media Aksara.
- Rahardjo, B. S., & Yusnitati, (2007). Prospek Briket Batubara Lignit Sebagai Bahan Bakar Alternatif Sektor Rumah Tangga Dan Industri Kecil. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 9(2), 83-89.
- Puspaningrum, T., M. Yani., N. S. Indrasti, & C. Indrawanto. (2022). Dampak Gas Rumah Kaca Arang Tempurung Kelapa dengan Metode *Life Cycle Assessment* (Batasan Sistem *Gate-To-Gate*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(1), 96-106. <https://doi.org/10.24961/J.Tek.Ind.Pert.2022.32.1.96>.
- Ulva, M. S., & W. Romadhoni. (2020). Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Berbahan Dasar Sekam Padi dan Serbuk Gergaji. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(2).
- Widarti, B. N., P. Sihotang, & E. Sarwono. (2016). Penggunaan Tongkol Jagung akan Meningkatkan Nilai Kalor pada Briket. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 16-21.
- Wijianti, S., Y. Setiawan, & H. Wisastra. (2017). Briket Arang Berbahan Campuran Ampas Daging Buah Kelapa dan Tongkol Jagung. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1).
- Amin, A. Z., Pramono, & Sunyoto. (2017). *Pengaruh Variasi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa*.