



EFFECT OF CARBONIZATION TEMPERATURE OF CHARCOAL BRIQUETTES FROM CORN COB WITH GONDORUKEM (RESINA COLOPHONIUM) ADHESIVE ON BRIQUETTE QUALITY STANDARDS

Kevin Johanes Saraguh¹, Nasruddin A. Abdullah², Syamsul Bahri Widodo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 11 Juni 2024
Direvisi 1 Juli 2024
Diterima 30 Juli 2024
Dipublikasi 30 Desember 2024

Keyword's:

Briquettes;
Carbonization;
Comcobs gondorukem.

DOI:

doi.org/10.55377/jurutera.v11i02.10364

ABSTRAK

Briket merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berbahan dasar limbah pertanian. Selain menghasilkan sumber energi alternatif, briket menjadi solusi yang lebih efisien dan menghasilkan pendapatan dalam pengolahan limbah pertanian di Indonesia. Pada penelitian ini diperoleh baku mutu briket akibat suhu karbonisasi, waktu dan variasi perbandingan perekat. Suhu karbonisasi 300-350 °C dan 350-400 °C dengan laju kenaikan suhu 10 °C/menit selama 15 dan 30 menit. Kemudian briket dicetak dengan perbandingan massa arang 90:10 dan 80:20 dengan perekat. Briket tersebut kemudian diuji dengan metode SNI 1683-2021 meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, bahan mudah menguap dan karbon tetap. Metode terbaik untuk penelitian ini adalah suhu Karbonisasi 350-400 °C, waktu karbonisasi dan perbandingan 90% bahan baku dan 10% perekat (90:10) dengan hasil pengujian nilai kalor 5.605,75 Cal/g, kadar air 6,29%, kadar abu 6,12%, zat mudah menguap 11,96% dan karbon terikat 81,92%.

ABSTRACT

Briquettes are an alternative energy source made from agricultural waste. Apart from producing an alternative energy source, briquettes are a more efficient and income-generating solution for processing agricultural waste in Indonesia. This research obtains quality standard of briquettes due to carbonization temperature, time and variations in the ratio of adhesive. Carbonization temperature is 300-350 °C, and 350-400 °C with a temperature increase rate of 10 °C/minute for 15 and 30 minutes. Then the briquettes are molded with a charcoal mass ratio of 90:10 and 80:20 with adhesive. The briquettes are then tested using the SNI 1683-2021 method including calorific value, water content, ash content, volatile matter and fixed carbon. The best method for this research is Carbonization temperature on 350-400 °C, time of carbonization and a ratio of 90% raw material and 10% adhesive (90:10) with test results of a heating value of 5,605.75 Cal/g, water content 6.29%, ash content 6.12%, volatile matter 11.96 % and bound carbon 81.92%.

1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Setiap harinya, konsumsi energi selalu meningkat secara signifikan, sehingga cadangan energi semakin berkurang, terutama jika menggunakan bahan bakar seperti minyak bumi, batu bara dan bahan bakar fosil lainnya. Besarnya konsumsi energi mengurangi cadangan bahan bakar fosil yang meningkat drastis(1). Kekurangan bahan bakar merupakan masalah utama yang dihadapi seluruh dunia. Hal ini mendorong banyak penelitian tentang energi terbarukan, salah satunya adalah energi biomassa(2). Energi biomassa diperoleh dari bahan baku limbah pertanian dengan mengolahnya menjadi bahan bakar padat buatan sebagai sumber energi alternatif yang disebut briket(3).

Briket merupakan sumber energi alternatif yang terbuat dari limbah pertanian. Selain menghasilkan sumber energi alternatif, briket menjadi solusi yang lebih efisien dan menghasilkan pendapatan untuk pengolahan limbah pertanian di Indonesia (4–6). Briket dihasilkan dari proses karbonisasi kemudian di cetak dengan bentuk yang beragam menggunakan tenaga mesin maupun manual. Penelitian yang tentang pengaruh suhu karbonisasi terhadap briket menunjukkan bahwa nilai kalor yang tertinggi didapat pada suhu karbonisasi 450 °C dengan nilai kalor 6072.21 kal/g. Suhu karbonisasi juga berpengaruh pada tampilan fisik dan kerapatan briket karena semakin tinggi suhu karbonisasi akan berdampak pada peningkatan volume pori dan luas permukaan spesifik(7).

Penelitian tentang pengaruh suhu karbonisasi juga menyatakan bahwa suhu karbonisasi berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut briket dibuat dengan menggunakan bahan eceng gondok dengan suhu karbonisasi 300 °C – 400 °C dan 400 °C – 600 °C. Pada suhu karbonisasi 300 °C – 400 °C terjadi peningkatan nilai kalor namun pada suhu karbonisasi 400 °C – 600 °C terjadi penurunan kalor. Menurut peneliti hal ini terjadi karena pada suhu 300 °C eceng gondok belum terkarbonisasi dengan sempurna sehingga masih memiliki zat terbang yang tinggi yang berpengaruh pada nilai kalor, sedangkan pada suhu 600 °C eceng gondok sudah terkarbonisasi dengan sempurna sehingga lebih dominan menghasilkan peningkatan kadar abu dan menurunnya nilai kalor(8).

Berdasarkan penelitian tersebut maka pada penelitian ini akan lebih fokus pada suhu dan waktu karbonisasi dan variasi perbandingan perekat dengan bahan baku tongkol jagung menggunakan perekat gondorukem. Kualitas briket ditentukan dengan merujuk pada standar kualitas briket arang kayu menurut SNI 01-6235-2000 berdasarkan

parameter nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kadar *volatile matter*(9).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu karbonisasi pada kualitas briket arang tongkol jagung (*Corncob*) dan juga mengetahui pengaruh variasi perekat pada nilai uji kualitas briket tongkol jagung pada SNI 01-6235-2000.

2. Materi dan Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental dengan melakukan pengujian langsung untuk mengetahui hasil pembuatan briket arang menggunakan tongkol jagung. Adapun proses penelitian dalam bentuk diagram alir sebagai berikut.

Proses Karbonisasi Bahan Baku

Adapun proses karbonisasi nya di lakukan sebagai berikut;

1. Tongkol jagung dipotong kearah memanjang dengan tebal 5 cm lalu dijemur dibawah matahari untuk mengurangi kadar air yang terikat pada tongkol jagung.
2. Potongan tongkol jagung kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik.
3. Tongkol jagung kemudian di karbonisasi menggunakan tungku pemanas/*furnace* pada variasi suhu 300 – 350 °C, dan 350 – 400 °C dengan laju kenaikan suhu 10 °C/menit selama 15 dan 30 menit.
4. Arang kemudian didinginkan dengan menggunakan densikator untuk menghentikan proses pengarangan.
5. Arang hasil karbonisasi dihaluskan menggunakan mortar lalu dilakukan pengayakan dengan dengan ayakan sieve mesh 40, sehingga dihasilkan serbuk arang sesuai ukuran partikel arang yang diinginkan.

Proses Pencetakan Briket

1. Serbuk arang tongkol jagung akan dicampurkan dengan perekat gondorukem dengan perbandingan bahan dan perekat sebagai berikut;

Bahan dan Perekat	Perbandingan Bahan Dan Perekat (%)	
	Tongkol jagung	90
Gondorukem	10	20

2. Masukkan hasil pencampuran serbuk arang tongkol jagung dengan perkat gondorukem, kemudian dicetak menggunakan alat pencetak briket manual.
3. Briket yang dicetak adalah berbentuk tabung dengan

dimensi D = 4 cm dan T = 6 cm

- Setelah itu briket yang sudah jadi dijemur dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang dihasilkan saat proses pencetakan briket.
- Briket siap diuji dan dianalisa.

Metode Pengujian

Penelitian ini menghasilkan produk berupa briket bioarang dari tongkol jagung yang perlu diuji. Uji proximat terhadap biorang meliputi:

1. Penetapan Kadar Air (SNI 1683-2021)

Kehilangan bobot contoh setelah pemanasan pada 115°C dihitung sebagai air yang terdapat dalam contoh. Timbang teliti 1 g contoh dalam botol timbang, yang telah diketahui bobotnya. Ratakan contoh kemudian masukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya (115°C ± 5°C) selama 3 jam. Waktu pemanasan, tutup botol timbang dibuka. Dinginkan dalam desikator kemudian timbang sampai bobot tetap.

Rumus perhitungan kadar air:

$$KA(\%) = \frac{W_1}{W_2} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

KA = Kadar air

W₁ = Kehilangan bobot contoh (g)

W₂ = Bobot contoh (g)

2. Penetapan Kerapatan (ASTM D 5142 –02)

Perbandingan antara volume dan berat briket arang dinyatakan dalam kerapatan, serta rumus perhitungan menggunakan;

$$P = \frac{M}{V} \quad (2)$$

Keterangan:

P = Kerapatan (g/cm³)

M = Massa dalam gram (g)

V = Volume (cm³)

3. Penetapan Kadar Abu (SNI 1683-2021)

Contoh diabukan pada suhu tinggi, sisa pengabuan dihitung sebagai abu dalam contoh. Timbang 2 g – 3 g contoh ke dalam cawan platina atau cawan porselen yang telah diketahui bobotnya. Abukan contoh pelan-pelan di atas api kecil nyala bunsen, setelah semua arang hilang, perbesar nyala bunsen selanjutnya pindahkan ke dalam tanur pada suhu 800°C selama 2 jam. Bila seluruh contoh telah menjadi abu, dinginkan cawan dalam desikator,

kemudian timbang. Bila perlu abukan kembali, timbang sampai bobot tetap. Rumus menghitung kadar abu:

$$\text{Kadar Abu}(\%) = \frac{W_1}{W_2} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

W₁ = Sisa abu (g)

W₂ = Bobot contoh (g)

4. Penetapan Nilai Kalor (SNI 1683-2021)

Nilai kalor merupakan hasil pembakaran contoh dengan bantuan oksigen dalam bomb calorimeter pada kondisi tertentu. Nilai kalor dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{\Delta T w - I_1 - I_2 - I_3}{W_1} \quad (4)$$

Keterangan:

ΔT = Kenaikan suhu pada thermometer (kal°C)

W = Nilai kal/°C (sesuai konversi alat yang digunakan)

I₁ = Jumlah Na₂CO₃ yang dipakai untuk tritasi

I₂ = 13,7 x 1,02 x berat contoh

I₃ = 2,3 x panjang *fuse wire* yang terbakar

m = bobot contoh

5. Penetapan Zat Terbang (SNI 1683-2021)

Zat - zat organik yang terikat dalam arang akan menguap pada pemanasan tanpa oksigen pada 950°C. Kehilangan bobot contoh dihitung sebagai bagian yang hilang pada pemanasan 950°C. Timbang 1 g - 2 g contoh ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya, di atas cawan tersebut letakkan lagi cawan lain yang sudah diketahui bobotnya, sehingga contoh berada di antara kedua cawan tersebut atau tutup cawan dengan penutup, ikat dengan kawat nikelin. Masukkan ke dalam tanur yang suhunya telah mencapai 950°C, panaskan selama 7 menit kemudian angkat dan dinginkan dalam desikator sampai suhu kamar. Setelah dingin, timbang hingga bobot tetap. Rumus perhitungan zat terbang:

$$\text{Zat Terbang} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

W₁ = Bobot Contoh Awal (g)

W₂ = Bobot contoh setelah pemanasan (g)

6. Kadar Karbon Terikat (SNI 1683-2021)

Perhitungan setelah mendapat hasil kadar abu dan zat terbang. Rumus perhitungan kadar karbon terikat:

$$\text{Karbon T} = 100\% - (\text{KA} + \text{KZT}) \quad (6)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai Kalor

Hasil perhitungan nilai kalor dapat dilihat pada tabel berikut ini:

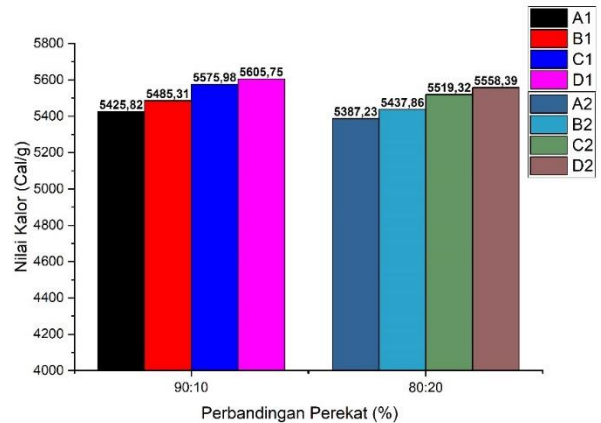
Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Kalor

NO	Sampel	Nilai Kalor (Cal/g)
1	A1	5.425,82
2	A2	5.387,23
3	B1	5.485,31
4	B2	5.437,86
5	C1	5.575,98
6	C2	5.519,32
7	D1	5.605,75
8	D2	5.558,39

Nilai kalor yang dihasilkan dari 8 variasi pembuatan briket telah memenuhi standart SNI briket yaitu > 5000 Cal/g. Nilai kalor tertinggi yaitu 5.605,75 Cal/g pada sampel D1 dengan variasi suhu karbonisasi 350-400 °C pada waktu karbonisasi 30 menit dan menggunakan perbandingan bahan baku dengan perekat 90:10. Sedangkan nilai kalor terendah yaitu 5.387,23 Cal/g pada sampel A2 dengan variasi suhu karbonisasi 300-350 °C pada waktu pembakaran 15 menit dan perbandingan bahan baku dan perekatnya 80:20.

1. Pengaruh Variasi Perbandingan Perekat Terhadap Nilai Kalor.

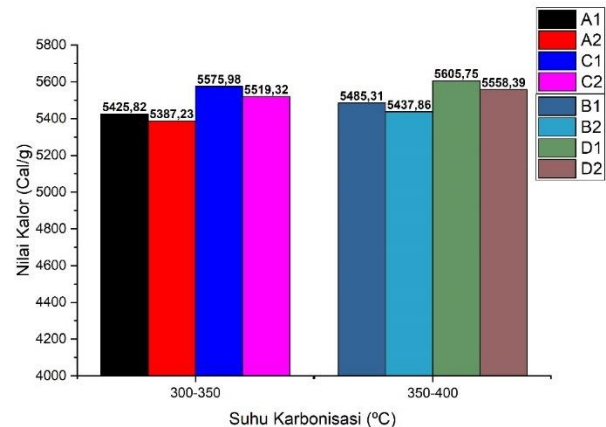
Pada gambar 1 hasil nilai kalor yang dihasilkan memiliki nilai yang berbeda. Pada variasi perbandingan 90:10, nilai kalor setiap sampel nya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor pada variasi perbandingan 80:20



Gambar 1. Pengaruh Variasi Perbandingan Perekat Terhadap Nilai Kalor.

2. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor

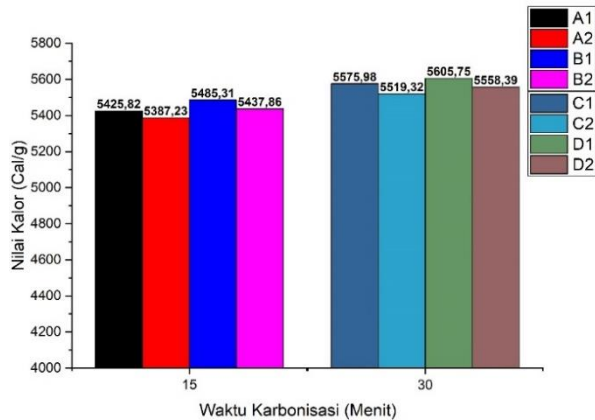
Perbedaan nilai kalor suhu karbonisasi dapat kita lihat pada gambar 2. Nilai kalor yang lebih tinggi dihasilkan pada suhu karbonisasi 350-400 °C. Nilai kalor yang tinggi di dapat pada suhu karbonisasi yang lebih tinggi.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor.

3. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor.

Pada variasi waktu karbonisasi nilai kalor yang lebih tinggi dihasilkan pada waktu karbonisasi 30 menit. Nilai kalor pada waktu karbonisasi 30 menit mendominasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan waktu karbonisasi 15 menit.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor.

Kadar Air

Hasil pengujian kadar air briket yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kadar Air

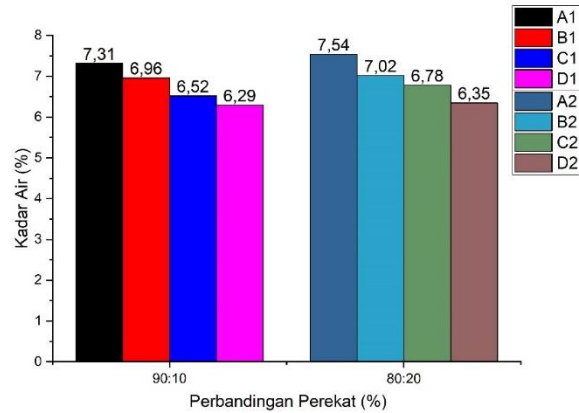
No	Sampel	Kadar Air (%)
1	A1	7,31
2	A2	7,54
3	B1	6,96
4	B2	7,02
5	C1	6,52
6	C2	6,78
7	D1	6,29
8	D2	6,35

Hasil pengujian kadar air seluruh sampel telah memenuhi standart SNI yaitu <8%. Kadar air tertinggi dihasilkan oleh sampel A2 dengan nilai kadar air mencapai 7,54% pada variasi suhu karbonisasi 300-350 °C dan waktu karbonisasi 15 menit dengan perbandingan perekat 80:20.

1. Pengaruh Variasi Perbandingan Perekat Terhadap Kadar Air.

Pengaruh perbandingan perekat yang dihasilkan oleh sampel dengan perbandingan perekat 80:20 lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar air yang dihasilkan pada sampel dengan perbandingan perekat 90:10. Sedangkan untuk kadar air terendah dihasilkan oleh sampel D1 dengan nilai kadar air 6,29% pada variasi suhu karbonisasi 350-400 °C dan waktu karbonisasi 30 menit dengan perbandingan perekat 90:10.

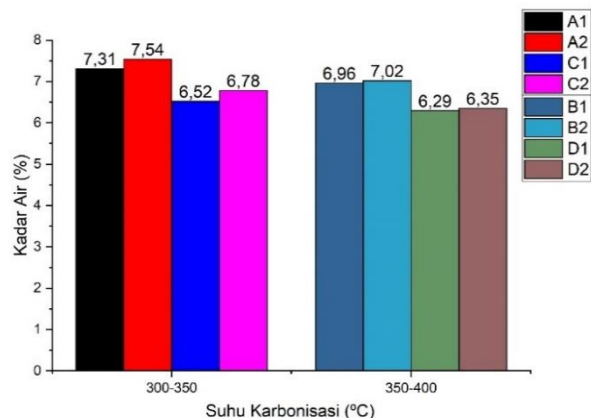
Kadar air menjadi salah satu parameter kualitas rari briket yang dihasilkan. Semakin rendah Kadar air yang dihasilkan maka kualitas briket akan semakin baik dengan nilai kalor yang tinggi dan kadar zat terbang yang kecil juga(10).



Gambar 4. Pengaruh Variasi Perbandingan Perekat Terhadap Kadar air

2. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Kadar Air.

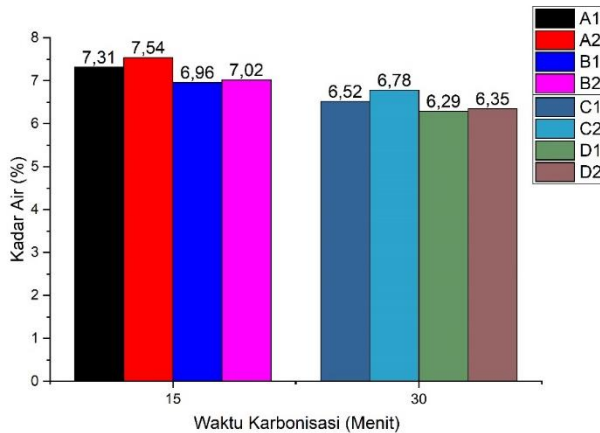
Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi terhadap kadar air memiliki perbedaan nilai kadar air nya. Pada suhu karbonisasi nilai kadar air yang tinggi dihasilkan oleh sampel briket dengan suhu karbonisasi 300-350 °C.



Gambar 5. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Kadar Air.

3. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Air.

Waktu karbonisasi sangat mempengaruhi kadar air yang dihasilkan dari sebuah briket. Kadar air tertinggi dihasilkan pada waktu karbonisasi 15 menit.



Gambar 6. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Air.

Kadar Abu

Hasil pengujian kadar air yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kadar Abu

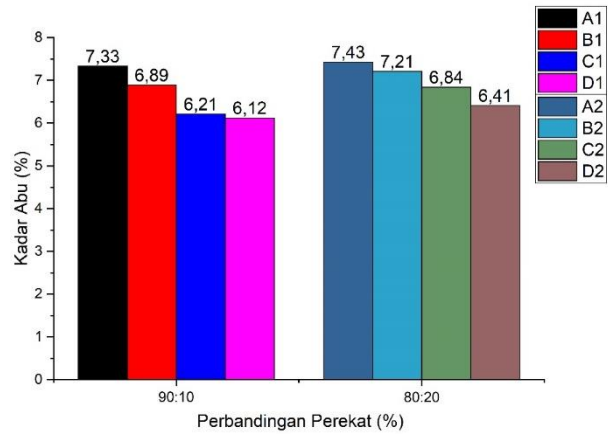
No	Sampel	Kadar Abu (%)
1	A1	7,33
2	A2	7,43
3	B1	6,89
4	B2	7,21
5	C1	6,21
6	C2	6,84
7	D1	6,12
8	D2	6,41

Kadar abu yang dihasilkan oleh briket akan mempengaruhi kualitas dari briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar abu yang dihasilkan maka kualitas briket akan semakin baik juga.

1. Pengaruh Variasi Perbandingan Perekat Terhadap Kadar Abu.

Pengaruh perbandingan perekat terhadap Kadar abu dapat dilihat pada gambar 7 diatas. Kadar abu yang lebih tinggi dihasilkan oleh sampel briket pada perbandingan perekat 80:20. Kadar abu yang dihasilkan tertinggi mencapai 7,43% pada 4 sampel briket dengan perbandingan perekat 80:20. Sedangkan kadar bi terendah dihasilkan pada perbandingan perekat 90:10 dengan nilai 6,12%. Perbedaan tersebut disebabkan oleh tinggi nya kadar pengikat yang ikut terbakar dan menjadi abu. Dengan meningkatnya kadar abu yang dihasilkan

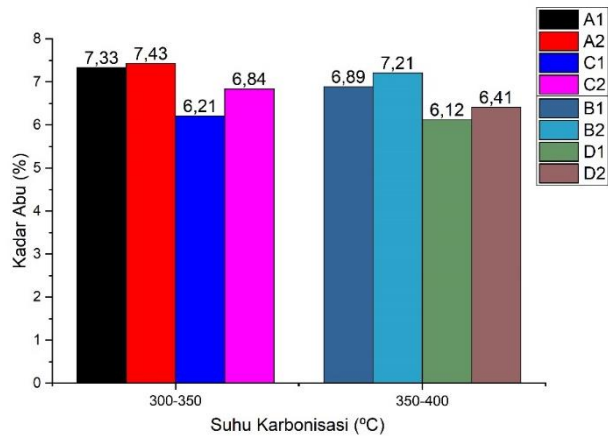
oleh briket maka nilai kadar karbon nya kan menurun juga dan akan mengurangi kualitas briket.



Gambar 7. Pengaruh Variasi Perbandingan Perekat Terhadap Kadar Abu.

2. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Kadar Abu.

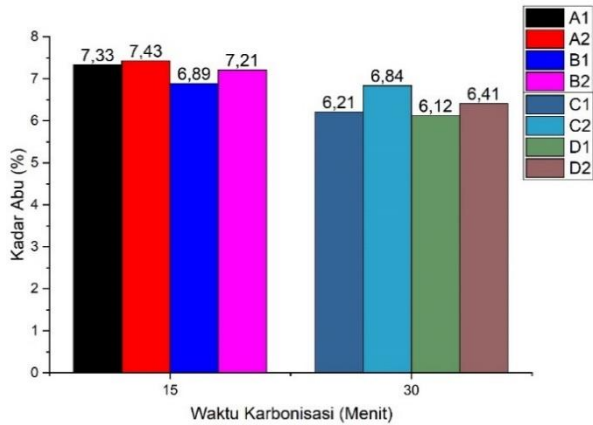
Suhu karbonisasi sangat mempengaruhi hasil akhir dari kadar abu yang dihasilkan oleh suatu briket. Pada gambar 8 kita dapat melihat kadar abu yang lebih tinggi dihasilkan oleh sampel briket dengan suhu pembakaran 300-350 °C dan waktu karbonisasi 15 menit.



Gambar 8. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Kadar Abu.

3. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Abu.

Waktu karbonisasi merupakan metode variasi yang kan mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Pada gambar 9 kadar abu yang lebih tinggi dihasilkan pada waktu karbonisasi 15 menit dengan nilai 7,43 %.



Gambar 9. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Abu.

Zat Terbang

Hasil pengujian kadar air yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini;

Tabel 4. Hasil Perhitungan Zat Terbang

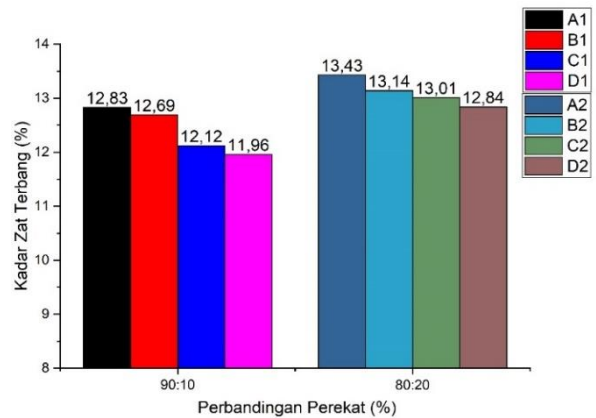
No	Sampel	Zat Terbang (%)
1	A1	12,83
2	A2	13,43
3	B1	12,69
4	B2	13,14
5	C1	12,12
6	C2	13,01
7	D1	11,96
8	D2	12,84

Pada tabel 4 hasil pengujian zat terbang tertinggi di hasilkan pada sampel A2 dengan nilai 13,43%. Hasil tertinggi tersebut dihasilkan pada suhu karbonisasi 300-350 °C dengan suhu karbonisasi 15 menit dan perbandingan perekat 80:20. Zat terbang yang tinggi tersebut dipengaruhi oleh proses karbonisasi terhadap bahan baku dan persentase perbandingan perekat nya.

1. Pengaruh Perbandingan Perekat Terhadap Zat Terbang.

Pada gambar 10 kita dapat melihat pengaruh perbandingan perekat terhadap kadar zat terbang yang dihasilkan briket. Kadar zat terbang tertinggi dihasilkan oleh sampel dengan perbandingan perekat 80:20.

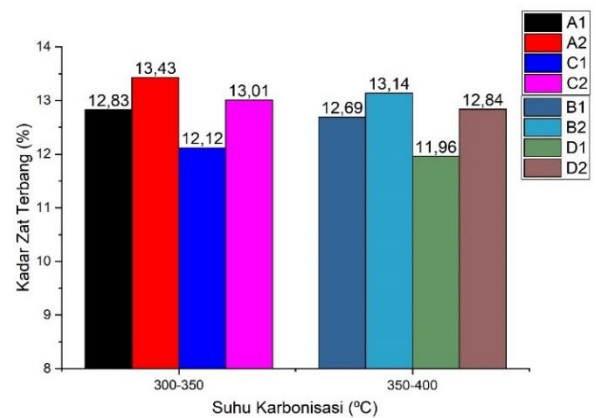
Tinggi nya kadar zat terbang tersebut disebabkan oleh banyak nya kadar perekat yang terbakar pada saat pengujian briket. Oleh karena itu perbandingan perekat sangat mempengaruhi kadar zat terbang yang dihasilkan.



Gambar 10. Perbandingan Perekat Terhadap Zat Terbang.

2. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Zat Terbang

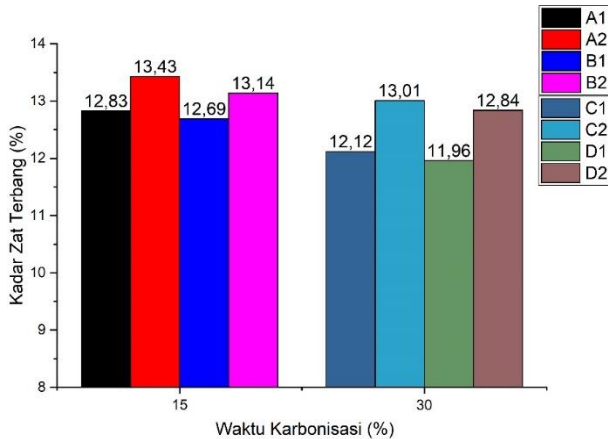
Suhu dan waktu karbonisasi sangat berpengaruh terhadap Kadar zat terbang yang dihasilkan. Pada gambar 11 Kadar zat terbang yang dihasilkan pada suhu 300-350 °C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 350-400 °C.



Gambar 11. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Zat Terbang

3. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Zat Terbang.

Pada waktu karbonisasi kadar zat terbang yang dihasilkan oleh sampel dengan waktu karbonisasi 15 menit lebih tinggi jika dibandingkan dengan waktu karbonisasi 30 menit.



Gambar 12. Pengaruh Variasi Waktu Karbonisasi Terhadap Zat Terbang

Kadar Karbon Terikat

Hasil pengujian kadar air yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini;

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kadar Karbon Terikat

No	Sampel	Kadar Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Terikat (%) 100%-(Kadar Abu + Zat Terbang)
1	A1	7,33	12,83	79,84
2	A2	7,43	13,43	79,14
3	B1	6,89	12,69	80,42
4	B2	7,21	13,14	79,65
5	C1	6,21	12,12	81,67
6	C2	6,84	13,01	80,32
7	D1	6,12	11,96	80,87
8	D2	6,41	12,84	81,63

Kadar karbon terikat yang dihasilkan sangat berkaitan dengan kadar abu dan kadar zat terbang yang dihasilkan oleh briket. Kadar zat terbang yang dihasilkan dengan persentase perekat 90:10 lebih tinggi dibandingkan dengan persentase perekat 80:20. Kadar karbon terikat akan meningkat dan menurun seiring dengan hasil kadar abu dan kadar zat terbang yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu dan kadar zat terbang nya maka kadar karbon terikat akan semakin rendah(11).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dibahas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. Suhu karbonisasi 350-400 °C dan karbonisasi 30 menit merupakan metode yang paling optimal, dengan hasil pengujian nilai kalor 5.605,75 Cal/g, kadar air 6,29 %, kadar abu 6,12 %, zat terbang 11,96 % dan karbon terikat 81,92 %.
2. Seluruh Sampel briket yang dihasilkan telah memenuhi Standar SNI No.1/6235/2000 dengan 5 parameter kualitas briket yaitu nilai kalor, kadar air, kadar abu, zat terbang dan karbon terikat. Perbandingan 90% bahan baku dan 10 % perekat (90:10) merupakan perbandingan terbaik pada penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Nasruddin dan Syamsul Bahri Widodo. selaku dosen pembimbing skripsi saya yang terhormat atas semua dukungan, bimbingan, dan arahan yang beliau berikan kepada saya. Peneliti juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen Program studi teknik mesin atas dorongan, bimbingan, dan bantuan yang tak ternilai selama saya melakukan penelitian ini. Peneliti juga ingin berterima kasih kepada semua orang yang telah mendukung saya baik secara emosional maupun intelektual selama proses penulisan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jayanti A, Adriani A, Kristiani M, Hapsani AHB. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Getah Karet Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Biobriket. Vol. 14, Jurnal Agrica Ekstensia. 2019.
2. Abdullah NA, Rahardian R, Hakim II, Putra N, Koestoer RA. Thermal Characteristic Study of Biomass for Heating Rate and Liquid Yield on Pyrolysis Process to Produce Bio-Oil. 2018;
3. Kapita H, Idrus S, Fanumbi F. Pemanfaatan Limbah Biomassa Kelapa Dan Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Briket. Jurnal Teknik SILITEK. 2021;01(01).
4. Nurhayati AY, Naufal AZN, Hariadi YC. Energy Yield of the Carbonized Plant Leaf, Petiole and Branch Biomass Briquettes for Sustainable Production of Future Fuels. Computational And Experimental Research In Materials And Renewable Energy. 2022 May 31;5(1):68.
5. Suheri S, Febri SP, Arif Z, Amir F. Kajian Penggunaan Pembangkit Listrik Photovoltaik Atap Sebagai Upaya Implementasi Green Campus. JURUTERA - Jurnal Umum Teknik Terapan [Internet]. 2019 Dec 30 [cited

-
- 2022 Dec 3];6(02):14–8. Available from: <https://ejournalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1911>
6. Abdullah NA, Amin M, Amir F, Widodo SB. Pemanfaatan Energi Surya Untuk Menggerakkan Pompa Submersible Pada Sistem Pengairan Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Vokasi* [Internet]. 2023 Mar 28 [cited 2023 Aug 11];7(1):50–8. Available from: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/vokasi/article/view/3823>
 7. Haryono H, Rahayu I, Deawati Y. Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Kualitas Briket dari Tongkol Jagung dengan Limbah Plastik Polietilen Terephtalat sebagai Bahan Pengikat. *Jurnal Teknotan*. 2021 Jan 4;14(2):49.
 8. Rasyidi Fachry A, Indah Sari T, Yudha Dipura A, Najamudin J. Mencari Suhu Optimal Proses Karbonisasi Dan Pengaruh Campuran Batubara Terhadap Kualitas Briket Eceng Gondok. Vol. 17. 2010.
 9. Badan Standardisasi Nasional (BSN), SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu (2000).
 10. Ernawati E, Ayu Susilowati D. Uji Kualitas Briket Dari Tongkol Jagung Dengan Perikat Kanji/Pet Dan Komposisi Gas Buang Pembakarannya. Vol. 04, *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*. 2020.
 11. Sinurat, Erikson. Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. 2011;