

PEMANFAATAN LIMBAH DAUN MAHONI DAN DAUN BAMBU MENJADI BRIKET

Estitika Fidya Pranata, Febri Dwi Lestari, Windi Zamrudy

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
pranataestitika@gmail.com ; [windi.zamrudy@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Biomassa dari limbah daun mahoni dan daun bambu saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga perlu adanya pengolahan lebih lanjut. Kedua limbah daun tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif terbarukan berupa briket. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran dari daun mahoni dan daun bambu terhadap kualitas briket. Tahapan penelitian ini adalah sortasi, pirolisis, pengayakan, pencampuran (komposisi arang daun mahoni (ADM) dan arang daun bambu (ADB) yaitu 10:90; 30:70; 50:50; 70:30; 90:10 (% w/w)), penambahan perekat (tapioka 10%), pencetakan, pengeringan, serta pengujian. Tahap pengujian briket yang dilakukan yaitu uji kerapatan, uji waktu pembakaran, uji kadar air, uji kadar abu, uji nilai kalor, dan uji warna pembakaran. Hasil terbaik pengujian nilai kalor tertinggi 5.346,17 kal/g; nilai kadar abu terendah 33,33%; nilai kadar air tertinggi 37%; nilai kerapatan tertinggi 0,76 g/cm³; nilai waktu pembakaran tertinggi 0,87 g/menit terdapat pada variabel ADM:ADB 90:10 (% w/w). Sedangkan untuk nilai kalor terendah 4,15 kal/g terdapat pada variabel ADM:ADB 70:30 (% w/w) dan nilai waktu pembakaran terendah diperoleh 0,56 g/menit pada variabel ADM:ADB 10:90 (% w/w). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil uji menunjukkan semakin besar komposisi masing-masing bahan baku maka nilai parameter kualitas briket akan mendekati syarat SNI 01-6235-2000. Namun, nilai kadar air dan kadar abu yang diperoleh pada semua variabel tidak memenuhi syarat SNI, maka dari itu di perlukan penelitian lebih lanjut yang berhubungan dengan pengeringan briket dan campuran komposisi briket agar parameter briket sesuai dengan syarat SNI.

Kata-kata kunci: briket, pirolisis, daun bambu, daun mahoni

ABSTRACT

Biomass from mahogany wood and bamboo leaf waste is currently not optimally utilized, so further processing is needed. The waste of the two leaves can be processed into a renewable alternative fuel in the form of briquettes. So this study aims to determine the effect of the composition of a mixture of mahogany leaves and bamboo leaves on the quality of briquettes. The stages of this research were sorting, pyrolysis, sifting, mixing (compositions of mahogany leaf charcoal (ADM) and bamboo leaf charcoal (ADB), namely 10:90; 30:70; 50:50; 70:30; 90:10 (% w/w)), adhesive addition (10% tapioca), printing, drying, and testing. The stages of briquette testing carried out were density test, burning time test, moisture content test, ash content test, calorific value test, and combustion color test. The best result from the highest calorific value test was 5,346.17 cal/g; the lowest ash content value of 33.33%; the highest water content value was 37%; the highest density value was 0.76 g/cm³; the highest burning time value of 0.87 g/minute is found in the variable ADM: ADB 90:10 (%w/w). Whereas the lowest calorific value of 4,15 cal/g is found in the variable ADM: ADB 70:30 (% w/w) and the lowest burning time value is obtained at 0.56 g/minute in the variable ADM: ADB 10:90 (%w/w). So it can be concluded that the results of the performance test the greater the composition of each raw material, the value of the briquette quality parameters will approach the requirements of SNI 01-6235-2000. However, the values for moisture content and ash content obtained for all variables did not meet SNI requirements, therefore further research is needed on drying briquettes and briquette composition mixtures so that briquette parameters meet SNI requirements respectively.

Keywords: briquettes, pyrolysis, bamboo leaves, mahogany leave

1. PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar minyak di Indonesia yang semakin berkurang, sementara laju konsumsi semakin meningkat mengakibatkan pemerintah harus menerapkan kebijakan guna mencari alternatif bahan bakar pengganti BBM [1]. Alternatif bahan pengganti tersebut bisa berasal dari biomassa yang dikonversikan menjadi bahan bakar terbarukan. Biomassa adalah bahan bakar yang dapat diperbaharui dan secara umum berasal dari makhluk hidup (non-fosil) yang di dalamnya tersimpan energi. Biomassa merupakan produk fotosintesa ketika energi diserap dan digunakan untuk mengonversi karbon dioksida dengan air menjadi senyawa 2 karbon, hidrogen, dan oksigen. Biomassa bersifat mudah diperoleh dan ramah lingkungan [2]. Limbah kehutanan maupun hasil pertanian merupakan biomassa yang sebagian besar tidak digunakan kembali, sedangkan limbah tersebut dapat dimanfaatkan menjadi alternatif bahan bakar [3]. Pemanfaatan limbah tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar padat dalam bentuk briket [4]. Briket umumnya dapat dibuat dari bahan-bahan yang memiliki sifat termal yang tinggi, baik dari batu bara, batok kelapa, kayu, sekam padi, dan bahkan dari sampah daun juga bisa dijadikan briket.

Pembuatan briket pada penelitian ini menggunakan daun mahoni dan daun bambu menjadi briket. Daun bambu memiliki kandungan lignin dan selulosa yang tinggi sehingga dapat menyebabkan kadar karbon terikat yang tinggi sehingga nilai kalor yang dihasilkan pada briket yang akan dibuat juga semakin tinggi. Sedangkan kandungan lignoselulosa pada limbah daun mahoni dapat mengoptimalkan pembuatan briket [5]. Menurut studi perihal briket yang telah dijalani oleh Musabbikhah, dkk (2015) menyatakan apabila pembuatan briket dari kombinasi sebagian kategori bahan dasar biomassa menghasilkan beberapa keunggulan antara lain tingginya kandungan zat arang briket yang diperoleh. Maka kedua bahan dasar itu dikomposisikan guna menemukan komposisi terbaik yang sanggup dikenakan untuk pembuatan briket [6].

Hasil penelitian Suluh (2019) dari pengujian pemanasan air dengan menggunakan briket daun bambu membutuhkan waktu 145 menit dan dapat mendidihkan air 2 kg sebanyak 1 kali yaitu pada menit ke 85 dan selanjutnya tidak dapat lagi mendidihkan air dan hanya mampu memanaskan air sampai temperatur 45°C dan hasil efisiensi pembakaran briket daun pinus sebesar 25,26% [7]. Sedangkan dalam penelitian Dharma (2013) hasil pengujian pemanasan air dengan bahan baku dari daun mahoni membutuhkan waktu 20 menit untuk mendidihkan air sebanyak satu liter [8]. Pembakaran briket ini dilakukan secara bertahap, menghasilkan panas yang tinggi dan jumlah briket yang dipakai lebih banyak. Perbedaan hasil pengujian pemanasan air pada kedua penelitian di atas, menunjukkan bahwa bahan baku daun mahoni dan daun bambu memiliki kualitas yang berbeda pada pembuatan briket. Sehingga berpotensi untuk dijadikan briket dengan pencampuran kedua bahan tersebut untuk mendapatkan kualitas standar briket dari limbah daun mahoni dan daun bambu pada komposisi tertentu. Menurut penelitian tentang briket yang sudah dilakukan oleh Musabbikhah, dkk (2015) mengatakan bahwa pembuatan briket dari campuran beberapa jenis bahan baku biomassa menghasilkan beberapa kelebihan di antaranya tingginya kandungan karbon briket yang dihasilkan [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran dari daun mahoni dan daun bambu terhadap kualitas briket. Selanjutnya untuk parameter uji kualitas yang digunakan antara lain; uji kerapatan, uji waktu pembakaran, uji kadar air, uji kadar abu

briket, uji nilai kalor, dan uji warna api pembakaran. Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah menghasilkan bahan bakar alternatif, dan meningkatkan pemanfaatan limbah daun bambu dan daun mahoni. Hasil analisis dari uji parameter briket kemudian dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000 [9].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh sebab akibat perlakuan yang diberikan terhadap suatu hal yang diteliti. Eksperimen ini dilakukan pada skala laboratorium di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang. Tahapan penelitian ini adalah 1) pengarangan bahan dengan metode pirolisis yang merupakan proses dekomposisi bahan tanpa udara atau oksigen pada suhu tinggi (suhu 300°C); 2) pengayakan bahan setelah diarang hingga ukuran -50 +60 mesh (lolos ayakan 50 mesh dan tertahan di ayakan 60 mesh); 3) pencampuran arang dengan perekat tapioka 10% dan dilakukan pencetakan bahan briket; 4) pengeringan briket; 5) uji briket yaitu uji kerapatan, uji kadar air, uji kadar abu, uji waktu pembakaran, uji nilai kalor, dan uji warna pembakaran.

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain daun bambu, daun mahoni, tepung tapioka, air. Alat yang digunakan antara lain wadah dan penumbuk, spatula, neraca, ayakan 50 dan 60 mesh, alat pencetak briket, alat pirolisis, desikator, *bomb calorimeter*.

2.2. Tahap Pengolahan Bahan menjadi Arang

Bahan daun mahoni dan daun bambu dipilah dari pengotor lainnya, kemudian daun mahoni dan daun bambu masing-masing diarang menggunakan alat pirolisis dengan suhu inert 300°C dan waktu tinggal 2 jam. Setelah proses pengarangan selesai bahan dimasukkan ke dalam wadah pendingin agar tidak terjadi pengarangan. Arang daun mahoni maupun arang daun bambu dihaluskan dan diayak hingga lolos ukuran -50 +60 mesh.

2.3. Tahap Pencampuran Arang dan Perekat

Arang daun bambu dan arang daun mahoni ditimbang sesuai dengan variabel komposisi daun bambu (DB) dan daun mahoni (DM) yaitu 10:90; 30:70; 50:50; 70:30; 90:10 (% w/w), dengan perekat tepung tapioka 10% dari total berat bahan campuran daun bambu dan daun mahoni. Pembuatan perekat dilakukan dengan perbandingan tepung dan air yaitu 1:10, tepung dimasak sampai mengental. Selanjutnya perekat dicampurkan ke dalam campuran arang daun mahoni dan daun bambu sampai merata.

2.4. Tahap Pencetakan dan Pengeringan Briket

Bahan arang yang sudah dicampur perekat selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan briket berbentuk kotak dan diberikan tekanan sebesar 120 kg/cm², kemudian ditunggu selama 5 menit, setelah itu briket dikeluarkan dari dalam cetakan. Briket yang sudah tercetak selanjutnya dilakukan pengeringan matahari selama 6 hari, kemudian disimpan di dalam kotak penyimpanan.

2.5. Tahap Pengujian Kualitas Briket

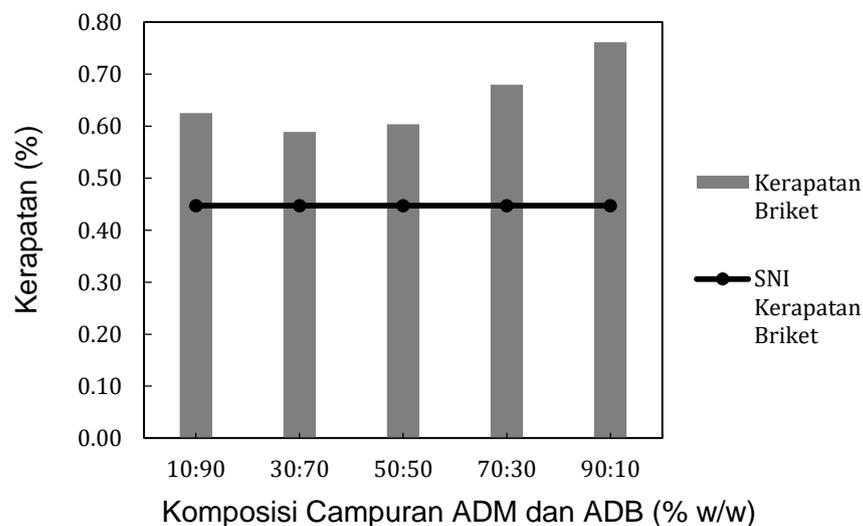
Tahap uji kualitas briket meliputi uji kerapatan, uji kadar air, uji kadar abu, uji waktu pembakaran, uji nilai kalor, dan uji warna pembakaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kualitas briket meliputi uji kerapatan, uji waktu pembakaran, uji kadar air, uji kadar abu, uji nilai kalor, dan uji warna pembakaran. Setiap karakteristik berpengaruh satu dengan yang lainnya.

3.1. Kerapatan Briket

Uji kerapatan briket dilakukan untuk mengetahui sifat fisik briket yang berhubungan dengan kekuatan briket dalam menahan perubahan bentuk. Kerapatan berpengaruh terhadap tingkat energi yang terkandung dalam briket. Semakin tinggi kerapatan, semakin tinggi juga energi yang terkandung dalam briket. Uji kerapatan briket ini dilakukan dengan metode standar ASAE S269.2 DEC 96, yaitu metode secara langsung dengan alat jangka sorong (*calliper*) [10].



Gambar 1. Pengaruh Komposisi Campuran Arang Daun Mahoni (ADM) dan Arang Daun Bambu (ADB) terhadap Kerapatan Briket

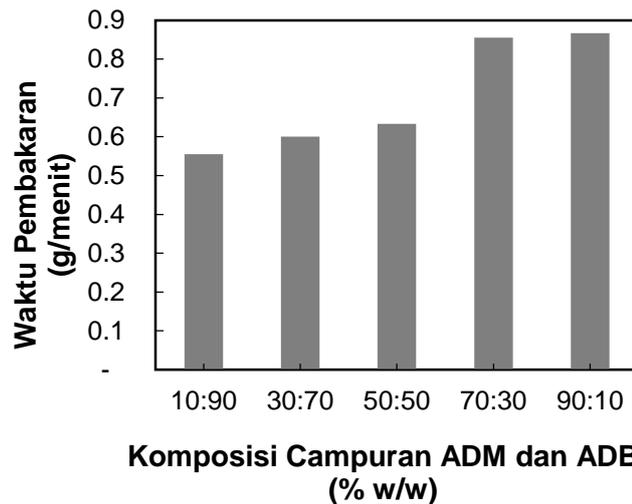
Komposisi 90% daun mahoni dan 10% daun bambu memiliki nilai tertinggi dengan kerapatan briket sebesar $0,76 \text{ g/m}^3$, sedangkan nilai kerapatan terendah ada pada komposisi 30% daun mahoni dan 70% daun bambu sebesar $0,59 \text{ g/m}^3$, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, semakin banyak komposisi arang daun mahoni nilai kerapatan semakin tinggi, hal ini menunjukkan bahwa arang daun mahoni memiliki lebih banyak energi yang tersimpan. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket arang tersebut [11].

Ditinjau dari naiknya persentase kerapatan dari 30% daun mahoni dan 70% daun bambu sampai dengan persen kerapatan 90% daun mahoni dan 10% daun bambu, menunjukkan bahwa kerapatan akan naik seiring dengan persen komposisi bahan daun mahoni bertambah. Daun bambu memiliki berat jenis yang lebih rendah dari pada daun mahoni sehingga hal ini yang menyebabkan nilai persen kerapatan semakin bertambah seiring dengan penambahan jumlah komposisi bahan daun mahoni. Sedangkan pada komposisi 10% daun mahoni dan 90% daun bambu diperoleh nilai kerapatan yang lebih tinggi dari komposisi 30% daun mahoni dan 70% daun bambu hal ini bisa disebabkan karena ukuran, kehomogenan dari briket yang tidak merata.

Standar kerapatan briket (SNI) dari semua variabel, kerapatan briket arang daun mahoni dan daun bambu yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI yaitu memiliki kerapatan lebih dari $0,447 \text{ g/cm}^3$.

3.2. Waktu Pembakaran Briket

Pengujian waktu pembakaran pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan briket tersebut sampai habis terbakar menjadi abu. Semakin besar waktu pembakaran maka waktu untuk briket tetap menyala semakin singkat. Sehingga semakin besar nilai waktu pembakaran, maka semakin cepat briket tersebut untuk habis.



Gambar 2. Pengaruh Komposisi Arang Daun Mahoni (ADM) dan Arang Daun Bambu (ADB) terhadap Waktu Pembakaran Briket

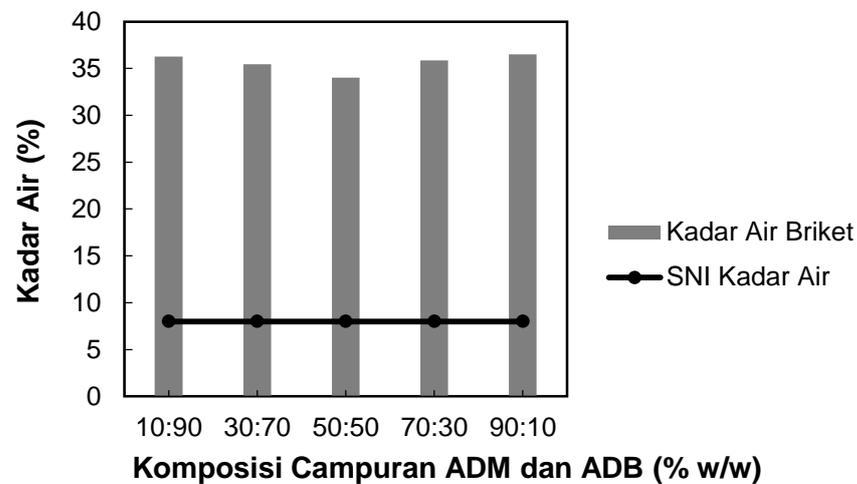
Waktu pembakaran briket terendah terdapat pada komposisi 10% daun mahoni dan 90% daun bambu yaitu $0,56 \text{ g/menit}$, waktu pembakaran briket rendah membuat briket menjadi tahan lama dalam pembakarannya. Pada variabel ini nilai kalor yang dihasilkan juga cukup besar dan memenuhi SNI nilai kalor briket yaitu $5.104,87 \text{ kal/g}$. Sedangkan waktu pembakaran briket tertinggi terdapat pada komposisi 90% daun mahoni dan 10% daun bambu yaitu $0,87 \text{ g/menit}$ dengan nilai kalor juga memenuhi SNI yaitu $5.346,17 \text{ kal/g}$, sehingga meskipun waktu pembakaran briket nilainya besar dan lebih cepat habis ketika pembakaran nilai kalor yang dihasilkan sudah cukup besar. Seperti yang disebutkan oleh Jamaluddin (2015), selain nilai kalor sebagai tolak ukur briket yang baik, waktu pembakaran briket juga menunjukkan tolak ukur karakteristik briket sebagai bahan bakar yang efisien dalam penggunaannya [12].

Waktu pembakaran briket pada Gambar 2, menunjukkan bahwa semakin sedikit komposisi dari daun mahoni yang tercampurkan maka waktu pembakaran briket juga semakin baik. Pada uji waktu pembakaran briket ini, lama nyala dari briket cukup lama dengan waktu pembakaran rata-rata lebih dari $0,5 \text{ g/menit}$. Briket yang memiliki waktu pembakaran yang rendah dapat dikatakan briket memenuhi karakteristik briket yang baik karena memiliki kadar abu yang sedikit dan briket tahan lama untuk bisa digunakan pembakaran.

3.3. Kadar Air Briket

Kadar air sangat berpengaruh terhadap kualitas dari briket arang yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air akan menyebabkan kualitas briket arang menurun, terutama

berpengaruh pada nilai kalor briket arang dan briket arang sulit dinyalakan [13]. Nilai kadar air pada briket yang dihasilkan diharapkan serendah mungkin.



Gambar 3. Pengaruh Komposisi Arang Daun Mahoni (ADM) dan Arang Daun Bambu (ADB) terhadap Kadar Air Briket

Nilai terendah kadar air sebesar 34,01% terdapat pada briket komposisi 50% daun mahoni dan 50% daun bambu, hal ini disebabkan karena masing-masing dari komposisi bahan arang dengan kadar yang sama memiliki daya serap terhadap udara di sekitar atau memiliki sifat higroskopis sehingga pada pori-pori arang di permukaan briket memiliki daya serap yang sama. Sehingga kadar air pada campuran dengan variabel komposisi yang sama ini dapat mengurangi daya serap dari briket.

Berdasarkan grafik di atas nilai kadar air tertinggi terdapat pada briket komposisi 90% daun mahoni dan 10% daun bambu atau 10% daun mahoni dan 90% daun bambu, hal ini dapat disebabkan karena di sebagian variabel memiliki komposisi bahan lebih banyak dari komposisi lainnya. Seperti pada komposisi 10% berbanding dengan 90%, hal ini menyebabkan sifat higroskopis briket lebih condong pada salah satu bahan, sehingga menyebabkan kadar air lebih tinggi.

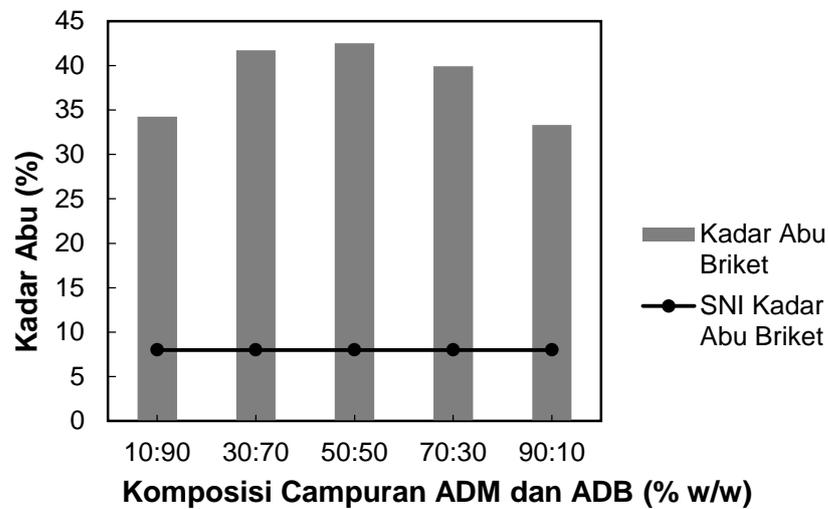
Pengujian kadar air briket pada penelitian ini belum memenuhi SNI kadar air briket yaitu 8%. Hal ini disebabkan kesalahan dalam proses pengeringan briket yang dilakukan dengan cara pengeringan menggunakan panas matahari, sehingga briket yang dihasilkan tingkat kekeringannya belum maksimal.

Kadar air briket juga dipengaruhi oleh tingkat kekeringan pada saat proses pengeringan juga dipengaruhi oleh jumlah perekat yang digunakan pada masing-masing komposisi bahan baik daun bambu maupun daun mahoni. Kandungan air di dalam perekat berpengaruh terhadap nilai kadar air briket yang dihasilkan [14].

3.4. Kadar Abu Briket

Uji kadar abu digunakan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar setelah briket dibakar [15]. Unsur utama abu adalah mineral silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan, sehingga semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan maka kualitas briket akan semakin rendah. Abu yang terkandung dalam bahan bakar

padat adalah mineral yang tidak dapat terbakar setelah proses pembakaran dan reaksi-reaksi yang menyertainya selesai [16].



Gambar 4. Pengaruh Komposisi Campuran Arang Daun Mahoni (ADM) dan Arang Daun Bambu (ADB) terhadap Kadar Abu Briket

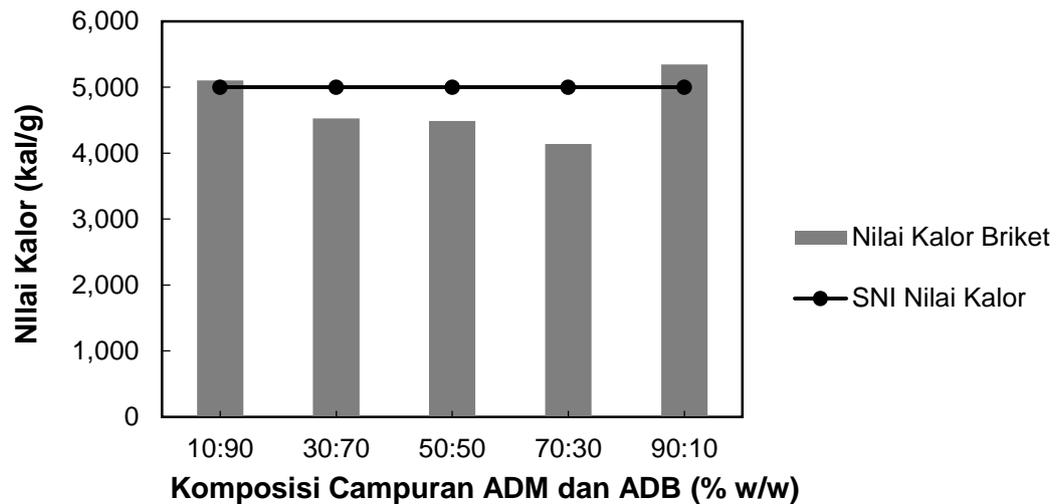
Briket yang dihasilkan dari semua variabel komposisi daun mahoni dan daun bambu belum memenuhi SNI kadar abu yaitu kurang dari 8%. Tingginya kadar abu disebabkan karena pengotor yang terkandung dalam bahan baku sehingga kandungan mineral-mineral dalam arang cukup tinggi dan dalam proses pembakarannya banyak meninggalkan pengotor [14]. Kadar abu sangat berpengaruh terhadap nilai kalor, kadar abu tinggi dapat menyebabkan nilai kalor rendah.

Kadar abu briket jika ditinjau dari Gambar 4 didapatkan nilai kadar abu tertinggi terdapat pada komposisi 50% daun mahoni dan 50% daun bambu. Variabel dengan komposisi bahan yang sama memiliki kadar abu tinggi, hal ini dapat disebabkan karena mineral atau zat pengotor di masing-masing bahan sama tingginya [14]. Pengotor yang menyebabkan tingginya kadar abu dapat berupa mineral yang tidak dapat dibakar atau dioksidasi oleh oksigen seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , dan alkali sedangkan setelah pembakaran mineral-mineral tersebut atau bahan sisa akan berwujud padat [14].

Variabel yang memiliki nilai kadar abu rendah terdapat pada komposisi 90% daun mahoni dan 10% daun bambu atau pada komposisi 10% daun mahoni dan 90% daun bambu. Hal ini dapat disebabkan karena zat pengotor atau mineral sisa pengabuan lebih condong di salah satu bahan saja.

3.5. Nilai Kalor Briket

Uji nilai kalor sangat menentukan kualitas dari briket yang dihasilkan. Pengujian nilai kalor ini menggunakan *bom kalorimeter* sehingga didapatkan data yang cukup akurat untuk briket dengan komposisi yang berbeda-beda. Semakin tinggi nilai kalor briket arang semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan. Tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh jenis bahan baku, kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu akan menurunkan nilai kalor briket arang yang dihasilkan [17].



Gambar 4. Pengaruh Komposisi Campuran Arang Daun Mahoni (DM) dan Arang Daun Bambu (DB) terhadap Nilai Kalor Briket

Nilai kalor yang memenuhi SNI nilai kalor briket terdapat pada komposisi 90% daun mahoni dan 10% daun bambu juga terdapat pada komposisi 10% daun mahoni dan 90% daun bambu yaitu lebih dari 5,000 kal/g. Nilai kalor akan berbanding terbalik dengan kadar abu sehingga jika kadar abu yang dihasilkan rendah maka nilai kalor semakin tinggi, hal ini disebabkan karena tingginya kandungan karbon terikat pada briket arang, pada saat proses pembakaran membutuhkan karbon yang akan bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan kalor. Menurut Sudrajat (1983), tinggi rendahnya nilai kalor briket arang dipengaruhi oleh kadar karbon terikat briket arang [14].

Nilai kalor yang dihasilkan dari briket komposisi 10% daun mahoni dan 90% daun bambu memiliki nilai kalor 5.104,87 kal/g dan briket komposisi 90% daun mahoni dan 10% daun bambu memiliki nilai kalor 5.346,17 kal/g sesuai Gambar 4, kedua komposisi tersebut memiliki nilai kalor tertinggi dari pada komposisi yang lainnya sehingga nilai kalor briket yang dihasilkan memenuhi SNI standar nilai kalor briket yaitu >5.000 kal/g

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kualitas briket dari bahan campuran arang daun mahoni dan arang daun bambu pada komposisi 10 ADM: 90 ADB (% w/w) dengan waktu pembakaran 0,56 g/menit, diperoleh nilai kalor 5.104,87 kal/g, cukup baik untuk digunakan sebagai pengganti bahan bakar tungku yang memiliki waktu pembakaran yang rendah sehingga briket bisa digunakan dalam waktu yang lebih lama. Kualitas briket yang dihasilkan dari bahan campuran arang limbah daun mahoni dan arang daun bambu, ditinjau dari hasil terbaik pengujian nilai kalor tertinggi 5.346,17 kal/g; nilai kadar abu terendah 33,33%; nilai kadar air tertinggi 37%; nilai kerapatan tertinggi 0,76 g/cm³; nilai waktu pembakaran tertinggi 0,87 g/menit diperoleh pada komposisi 90 ADM: 10 ADB (% w/w). Sedangkan untuk nilai kalor terendah 4.142 kal/g terdapat pada variabel 70 ADM: 30 ADB (% w/w). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil uji menunjukkan semakin besar komposisi masing-masing bahan baku maka nilai parameter kualitas briket akan semakin baik.

Nilai kadar air dan kadar abu yang diperoleh pada semua variabel tidak memenuhi syarat SNI 01-6235-2000, maka dari itu di perlukan penelitian lebih lanjut yang berhubungan dengan pengeringan briket dan campuran komposisi bahan briket agar parameter briket sesuai dengan syarat SNI.

REFERENSI

- [1] A. Arhamsyah, "Pemanfaatan Biomassa Kayu sebagai Sumber Energi Terbarukan," *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, vol. 2, no. 1, hal. 42–48, 2010.
- [2] I. Pratama, I. N. S. Winaya, dan I. Suryawan, "Uji Reaktor Gasifikasi Downdraft Biomassa Sampah Kota," *Jurnal METTEK Volume*, vol. 5, no. 2, hal. 110–118, 2019.
- [3] L. Sulistyningkarti dan B. Utami, "Making Charcoal Briquettes from Corncoobs Organic Waste Using Variation of Type and Percentage of Adhesives," *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, vol. 2, no. 1, hal. 43–53, 2017.
- [4] A. B. Setiawan dan D. H. Praswanto, "Pemanfaatan Limbah Dakron dan Tongkol Jagung sebagai Bahan Briket dengan Campuran Minyak Sawit," *Prosiding SENIATI*, vol. 6, no. 2, hal. 259–266, 2022.
- [5] W. C. Adinugroho dan K. Sidiyasa, "Model Pendugaan Biomassa Pohon Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di Atas Permukaan Tanah," *Jurnal penelitian Hutan dan Konservasi alam*, vol. 3, no. 1, hal. 103–117, 2006.
- [6] M. Musabbikhah, H. Saptoadi, S. Subarmono, dan M. A. Wibisono, "Optimasi Proses Pembuatan Briket Biomassa menggunakan Metode Taguchi guna Memenuhi Kebutuhan Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan (Optimization of Biomass Briquettes Production Process Using Taguchi Method)," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 22, no. 1, hal. 121–128, 2015.
- [7] S. Suluh, "Studi Eksperimen Pemanfaatan Limbah Daun Bambu, Daun Kopi dan Daun Pinus sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Mechanical Engineering Science (MES)*, vol. 1, no. 1, hal. 18–23, 2019.
- [8] U. S. Dharma, "Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Pembuatan Arang dengan Proses Pirolisa," *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia Briket arang kayu," 2000.
- [10] ASAE S269.2 Dec 96, "Cubes, Pellets, and Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content," 1998.
- [11] L. Nimah, "Pembuatan Briket dari Kulit Buah Langsat," *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 3, no. 2, hal. 103–108, 2020.
- [12] S. Jamaluddin, "Pengaruh Jumlah Perekat Kanji terhadap Lama Briket Terbakar menjadi Abu," *J. Chem*, vol. 16, no. 1, hal. 27–36, 2015.
- [13] D. Naim dan D. D. Saputro, "Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig," *Journal of Mechanical Engineering Learning*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [14] R. R. Purnama, A. Chumaidi, dan A. Saleh, "Pemanfaatan Limbah Cair CPO sebagai Perekat pada Pembuatan Briket dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 18, no. 3, 2012.
- [15] A. Masturin, "Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergaji Kayu," Bogor, 2002.
- [16] Y. Ristianingsih, A. Ulfa, dan R. S. KS, "Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Perekat terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis," *Konversi*, vol. 4, no. 2, hal. 45–51, 2015.

- [17] D. R. A. Muhammad, N. H. R. Parnanto, dan F. Widadie, "Kajian Peningkatan Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Alat Pengering Tipe Rak Berbahan Bakar Biomassa," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 6, no. 1, 2013.
- [18] D. A. Suryani, F. Hamzah, dan V. S. Johan, "Variasi Waktu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Tempurung Kelapa," *Jom Faperta Ur*, vol. 5, no. 1, hal. 1–10, 2018.