

PEMBUATAN BIOBRIKET DARI KAYU JATI DAN BAMBU PETUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE PIROLISIS

Ahmad Zaky Aldillah, Prayoga Vicky G., Sri Rulianah

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
zakyaldi2@gmail.com ; [sri.rulianah@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Energi Baru Terbarukan (EBT) masih sangat rendah sekitar 9,15% pada tahun 2020. Dimana pada tahun 2022 penggunaan briket hanya sekitar 0,08%. Limbah kayu jati dan bambu petung berpotensi sebagai biobriket karena menghasilkan nilai kalor yang tinggi dan memiliki komponen penyusun selulosa 47,5%, lignin 29,9%, pentosa 14,4%, kadar abu 1,4% serta kadar silika 0,4% pada kayu jati dan hemiselulosa 10,81%, selulosa 45,02 %, serta lignin 28,35% pada bambu petung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio komposisi hasil pirolisis, pengaruh variasi perekat tepung kanji, dan hasil terbaik dari variabel terhadap kualitas produk biobriket yang dihasilkan. Tahapan pembuatan dimulai dari proses *pretreatment*, proses pirolisis pada suhu 300°C selama 2 jam, pengecilan ukuran arang hasil pirolisis, pencampuran serbuk arang dengan perekat, pengepresan biobriket, pengeringan menggunakan oven dengan suhu 40°C selama 2 hari dan proses analisis. Variabel bebas penelitian yaitu perbandingan serbuk arang kayu jati dan bambu petung berturut-turut sebesar sebesar 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; dan 0:100 serta variasi penambahan perekat tepung kanji sebesar 3%, 6%, dan 9%. Analisis pada penelitian meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon terikat, nilai kalor, kekuatan tekan, dan laju pembakaran. *Yield* arang kayu jati dan bambu petung dari hasil penelitian ini berturut turut adalah 32,5% dan 21,395%. Biobriket terbaik hasil penelitian ini adalah variasi 100:0 pada perekat 3% dengan nilai kadar air 0,99%, kadar abu 5,62%, kadar zat menguap 22,51%, kadar karbon terikat 70,88%, nilai kalor 6.074 kal/g, kekuatan tekan 0,051 kgf/mm², dan laju pembakaran 0,255 g/menit.

Kata kunci: bambu petung, biobriket, kayu jati, pirolisis

ABSTRACT

New Renewable Energy (EBT) is still very low at around 9,15% in 2020. Where in 2022 the use of briquettes is only around 0.08%. Teak wood waste and petung bamboo have the potential to be used as biobriquettes because they produce high calorific values and have 47.5% cellulose, 29.9% lignin, 14.4% pentose, 1.4% ash content and 0.4% silica content. on teak wood and 10.81% hemicellulose, 45.02% cellulose, and 28.35% lignin on petung Bamboo. This study aims to determine the effect of pyrolysis composition ratio, the effect of starch adhesive variations, and the best results of variables on the quality of resulting biobriquettes. The manufacturing stage starts from the pretreatment process, the pyrolysis process at 300C for 2 hours, reducing the size of pyrolysis charcoal, mixing the charcoal powder with adhesive, pressing biobriquettes, drying using an oven at 40C for 2 days, and the analysis process. The independent variables in the study were the ratio of teak wood sawdust and petung Bamboo respectively at 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; and 0:100 as well as variations in the addition of starch adhesive by 3%, 6%, and 9%. The analysis in this study included moisture content, ash content, volatile matter content, bound carbon content, calorific value, compressive strength, and combustion rate. The yields of teak charcoal and petung bamboo from the results of this study are respectively 32.5% and 2.395%. The best biobriquette as a result of this research is 100:0 variation on 3% adhesive with a moisture content of 0.99%, ash content 5.62%, volatile matter content 22.51%, fixed carbon content 70,88%, calorific value 6,074 cal/g, compressive strength 0.051 kgf/mm², and combustion rate 0,255 g/minute.

Keywords: biobriquette, teak wood, petung bamboo, pyrolysis

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi di Indonesia masih didominasi oleh energi fosil seperti minyak bumi, gas bumi, dan batu bara, sedangkan energi baru dan terbarukan (EBT) masih bersifat alternatif dan sedikit digunakan. Berdasarkan [1] penggunaan energi terbarukan di Indonesia masih terendah dibandingkan penggunaan energi fosil (batu bara, minyak tanah, dan gas bumi) yaitu sekitar 9,15% EBT. Berdasarkan data [2] penggunaan briket di Indonesia masih 0,08 %. Sehingga melalui [3] yang membahas tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), kontribusi EBT dalam Bauran Energi Primer Nasional yang ditargetkan oleh pemerintah minimal sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050.

Salah satu jenis dari biomassa adalah limbah kayu jati dan bambu petung. Komponen penyusun dari kayu jati adalah penyusun selulosa 47,5%, lignin 29,9%, pentose 14,4%, kadar abu 1,4% serta kadar silica 0,4% [4]. Industri pemotongan kayu menghasilkan sisa-sisa dalam bentuk serbuk gergaji sebesar 10,6%, potongan-potongan kecil sebesar 25,9%, dan serpihan-serpihan sebesar 14,3%, dengan total limbah mencapai 50,8% [5]. Sedangkan, bambu petung (*Dendrocalamus asper*) mengandung hemiselulosa 10,81%, selulosa 45,02 %, dan lignin 28,35% [6]. Sehingga ketersediaan dan kandungan dari kayu jati dan bambu petung yang tinggi merupakan potensi untuk diolah menjadi biobriket.

Biobriket merupakan jenis bahan bakar padat yang dapat diperbaharui, yang terbuat dari campuran biomassa. Limbah biomassa tersebut diperpress atau dimampatkan agar menjadi padat, dan proses pembuatan biobriket ini memerlukan perekat sebagai komponen yang terkandung di dalamnya [7].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mengenai potensi dari kayu jati dan bambu petung sebagai biobriket dari kandungan nilai kalor seperti yang dilakukan oleh [8] mengenai biobriket serbuk gergaji kayu jati dengan menambahkan perekat tepung kanji didapatkan nilai kalor sebesar 5.512,94 kal/g. Penelitian lain mengenai analisis biobriket dari campuran Cangkang Bintaro dan Bambu Betung dengan metode karbonisasi dan dengan penambahan perekat tepung kanji didapatkan nilai kalor biobriket sebesar 5.878,7 kal/g [4]. Perbandingan hasil biobriket antara metode pirolisis dan karbonisasi pernah dilakukan oleh [9] dengan hasil bahwa melalui proses pirolisis didapatkan arang lebih banyak dibandingkan dengan proses karbonisasi. Begitupun dengan nilai kalor, pada metode pirolisis lebih besar nilai kalornya jika dibandingkan dengan menggunakan metode karbonisasi yaitu masing-masing sebesar 5.726,1789 kal/g dan 3.418,9846 kal/g. Selain itu [10] telah melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi penambahan perekat tepung kanji terhadap kualitas biobriket dari kayu sengon dengan menggunakan metode pirolisis dan tanpa pembakaran. Hasilnya, variasi perekat tepung kanji sebesar 5%, 10%, dan 15% sangat berpengaruh terhadap kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, dan nilai kalor.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis melakukan penelitian untuk menganalisis biobriket dari kayu jati dan bambu petung dengan menggunakan metode pirolisis dalam upaya memenuhi energi alternatif terbarukan. Pembuatan biobriket arang dari campuran kayu jati dan bambu petung dengan perbandingan masing-masing bahan komposisi berturut-turut sebesar 100:0, 75:25, 50:50; 25:75, dan 0:100. Kemudian dilakukan variasi penambahan perekat tepung kanji sebesar 3%, 6%, dan 9%.

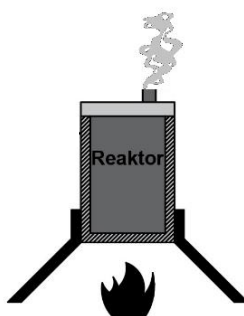
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio komposisi hasil pirolisis, pengaruh variasi perekat tepung kanji, dan hasil terbaik dari variabel terhadap kualitas produk biobriket yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pirolisis, *bomb calorimeter*, *universal testing machine*, neraca analitik, ayakan, blender, termometer, *furnace*, oven, alat press, desikator, spatula, cawan porselin, gelas kimia.

Alat pirolisis yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut : jenis bahan plat besi, tinggi 93 cm, diameter 58 cm, ketebalan 1 mm, kapasitas 4 kg.



Gambar 1. Desain alat pirolisis

2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kayu jati, bambu petung, tepung tapioka/kanji, dan aquades.

2.3. Pretreatment Bahan

Pretreatment bahan kayu jati dan bambu petung dilakukan dengan membersihkan bahan baku dengan air dari pengotor, menjemur bahan baku hingga kering di bawah sinar matahari selama 3 hari, dan memperkecil ukuran bahan baku dengan cara memotong kecil-kecil bahan tersebut hingga berukuran 3-5 cm.

2.4. Proses Pirolisis

Bahan baku kayu jati atau bambu petung dilakukan proses yang sama yaitu proses pirolisis. Bahan yang telah siap dimasukkan ke dalam alat pirolisis untuk proses pengarangan. Setelah bahan terkumpul di dalam alat, tutup alat pirolisis dengan rapat. Pirolisis dilakukan pada suhu 300°C selama 2 jam. Setelah proses pirolisis selesai, arang hasil pirolisis dibiarkan selama kurang lebih 1 jam di dalam alat pirolisis dengan kondisi tutup tetap rapat. Setelah dingin, arang diperkecil ukurannya menggunakan blender dan *discreening* menggunakan ayakan 60 mesh untuk memperoleh ukuran partikel 60 mesh.

2.5. Proses Pembriketan

Bahan hasil pengarangan dibriketkan dengan variasi komposisi masing-masing sebesar 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; dengan variasi perekat tepung kanji/tapioka masing-masing sebesar 3%, 6%, dan 9% dari massa total biobriket. Dicitak dengan alat press manual dan dikeringkan di dalam oven selama 2 hari dengan suhu sebesar 40°C.

2.6. Analisis Biobriket

a. Kadar Air

Cara menentukan kadar air yaitu sampel biobriket ditimbang sebesar 1 gram (C), lalu dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang (A). Sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu 105 – 110 °C selama 1 jam. Setelah itu didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan kemudian ditimbang (B).

Rumus menentukan kadar air yaitu :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan keterangan,

A = berat sampel dan cawan sebelum dikeringkan (g)

B = berat sampel dan cawan sesudah dikeringkan (g)

C = berat sampel awal (g)

b. Nilai Kalor

Penentuan nilai kalor menggunakan alat bom kalorimeter dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pertama-tama bom kalorimeter diisi dengan sejumlah air yang tepat. Volume air yang digunakan dapat bervariasi tergantung pada ukuran kalorimeter dan sifat sampel yang akan diuji. suhu awal air dicatat di dalam kalorimeter. Sampel yang telah dipersiapkan ditempatkan ke dalam bom kalorimeter dan dirapatkan dengan hati-hati. Pastikan semua udara terperangkap di dalam bom. Listrik dipercikkan untuk membakar sampel. Setelah pembakaran, kenaikan suhu dipantau dalam kalorimeter selama periode waktu tertentu. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai kalor.

Rumus menentukan nilai kalor yaitu :

$$\text{Nilai kalor (kal / } \Delta C) = \frac{(T_2 - T_1) \times c}{m} \quad (2)$$

Dengan keterangan :

T1 = suhu awal pengujian (°C)

T2 = suhu akhir pengujian (°C)

c = 2575,6 (kal/ °C) merupakan ketetapan setiap bahan yang dibakar untuk menaikkan 1°C temperatur air dan perangkat kalorimeter.

m = massa sampel (g)

c. Kadar Abu

Cara menentukan kadar abu yaitu sampel sebesar 1 gram ditimbang terlebih dahulu (C). Sampel dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang kembali (A). Kemudian cawan dimasukkan ke dalam *furnace* selama 1 jam pada suhu 450 – 500 °C, kemudian selama 2 jam pada suhu 700 – 750 °C, dan 2 jam pada suhu 900 – 950 °C. Sampel didinginkan di dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang setelah dingin (B).

Rumus menentukan kadar abu yaitu :

$$\text{Kadar abu (\%)} = 100\% - \frac{A-B}{C} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan keterangan :

A = berat sampel dan cawan sebelum pengabuan (g)

B = berat cawan + berat abu (g)

C = berat sampel sebelum pengabuan (g)

d. Kadar Menguap (*Volatile Matter*)

Cara menentukan kadar menguap yaitu menimbang sampel sebesar 1 gram (C). Sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen dipanaskan selama 7 menit pada suhu 950 °C di dalam *furnace* dan ditimbang kembali (A). Sampel didinginkan didalam desikator selama 30 menit dan ditimbang setelah dingin (B).

Rumus menentukan kadar menguap (*volatile matter*) yaitu :

$$\text{Kehilangan berat (\%)} = \frac{A-B}{C} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{VM(\%)} = \text{kehilangan berat} - \text{kadar air} \quad (5)$$

Dengan keterangan :

A = berat sampel dan cawan sebelum pengabuan (g)

B = berat cawan + berat abu setelah pengabuan (g)

C = berat sampel awal (g)

e. Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat dihitung dari 100% dikurangi dengan penjumlahan kadar air, kadar abu, dan kadar menguap.

Rumus menentukan kadar karbon terikat yaitu :

$$\text{FC (\%)} = 100\% - (\% \text{air} + \% \text{abu} + \% \text{VM}) \quad (6)$$

f. Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan secara manual dengan cara menimbang masing-masing sampel untuk mengetahui massa awal. Lalu menyalakan biobriket menggunakan tungku briket. Setiap sampel dibakar selama 20 menit dan sisa sampel ditimbang lagi untuk mengetahui selisih massa yang terbakar dari massa mula-mula untuk mengetahui laju pembakaran biobriket tersebut.

Rumus menentukan laju pembakaran yaitu :

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{M_o - M_t}{t} \quad (7)$$

Dengan keterangan :

M_o = massa awal sebelum pembakaran

M_t = massa akhir setelah pembakaran

t = waktu pembakaran

g. Kekuatan Tekan

Penentuan kekuatan tekan dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) melalui beberapa tahapan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pengujian, lalu menyalakan alat UTM beserta perangkat komputer dan menyetting alat UTM sesuai dengan kebutuhan pada aplikasi di komputer yaitu mode uji tekan. Sampel diletakkan pada alat UTM dan proses otomatis dijalankan. Proses pengukuran kekuatan uji tekan berakhir ketika alat uji tekan menunjukkan tanda-tanda penurunan nilai tekan pada sampel. Semua hasil pengukuran uji tekan dicatat.

Rumus menentukan kekuatan tekan yaitu :

$$P = \frac{F}{A} \quad (8)$$

Dengan keterangan :

P = kekuatan tekan (kg/cm^2) atau (N/m^2)

F = beban yang diterapkan (kg)

A = luas penampang (cm^2)

2.7. Variabel Tetap

Variabel Tetap pada penelitian ini yaitu jenis limbah yang digunakan adalah kayu jati dan bambu petung, massa total masing-masing bahan baku sebesar 4 kg, proses pirolisis dilakukan selama 2 jam dengan suhu 300°C , massa total sampel biobriket sebesar 30 g, ukuran partikel hasil pengarangan (arang) hasil pirolisis campuran serbuk kayu jati dan bambu petung sebesar 60 mesh, dan lama pengeringan biobriket selama 2 hari dengan menggunakan oven suhu 40°C .

2.8. Variabel Berubah

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu perbandingan komposisi hasil pirolisis antara kayu jati dan bambu petung berturut-turut sebesar 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; dan 0:100 dan penambahan variasi perekat tepung kanji sebesar 3%, 6%, dan 9% dari massa total biobriket.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Yield Produk Arang Pirolisis

Hasil *yield* produk arang yang diperoleh setelah proses pirolisis ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil *yield* produk arang pirolisis dari kayu jati dan bambu petung

Komponen	% Yield
Kayu Jati	32,5
Bambu Petung	21,395

Proses penelitian menggunakan metode pirolisis dengan bahan baku kayu jati dan bambu petung dengan kondisi operasi temperature sebesar 300°C selama 2 jam dari 4 kg masing-masing kayu jati dan bambu petung menghasilkan arang berturut-turut sebesar 1,3 kg (32,5%) dan 0,8558 kg (21,4%).



Gambar 2. Biobriket dari bambu petung dan kayu jati yang telah dicetak

Pada penelitian Rahmat, dkk. (2014) *yield* yang dihasilkan dari pembakaran 1000 g kayu jati pada suhu 450°C selama 90 menit adalah 222 g (22,2%) dan penelitian Ardhyanta, dkk. (2019) menghasilkan *yield* bambu petung sebesar 52% dengan metode pembakaran bertahap (50, 100, 150, 200, 250 dan 300) °C selama 1 jam [11, 12]. Produk arang yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar SNI 01-1682-1996 yang mana arang berwarna hitam merata [13]. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Salim (2016) tentang mutu biobriket kayu jati dengan menggunakan pembakaran konvensional menghasilkan arang berwarna hitam merata [14].

3.2 Jenis - Jenis Sampel Biobriket

Sampel yang diteliti yaitu variasi campuran arang hasil pirolisis antara kayu jati dan bambu petung dengan rasio 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; dan 0:100 dengan rincian sebagai berikut :

SM1 = sampel dengan rasio kayu jati dan bambu petung sebesar 100:0,

SM2 = sampel dengan rasio kayu jati dan bambu petung sebesar 75:25,

SM3 = sampel dengan rasio kayu jati dan bambu petung sebesar 50:50,

SM4 = sampel dengan rasio kayu jati dan bambu petung sebesar 25:75,

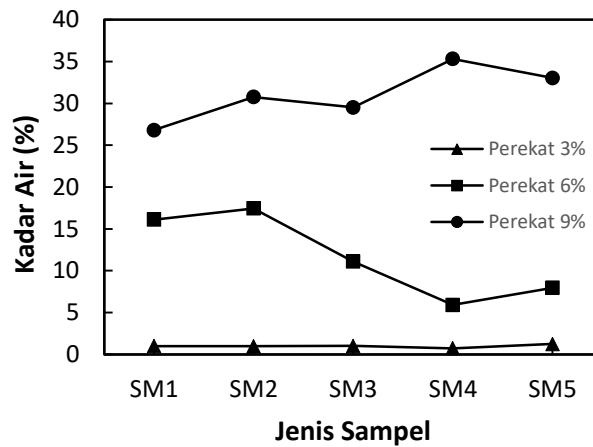
SM5 = sampel dengan rasio kayu jati dan bambu petung sebesar 0:100.

3.3 Kadar Air

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan variasi komposisi dengan rasio arang kayu jati 25% dan arang bambu petung 75% dan pencampuran perekat sebesar 9% dari total massa biobriket yaitu didapatkan nilai kadar air sebesar 35,32%. Sedangkan kadar air terendah pada perlakuan variasi komposisi arang kayu jati 25% dan arang bambu petung 75% pada pencampuran perekat sebesar 3%, dengan kadar air yaitu sebesar 0,73%. Pada penambahan perekat sebesar 3% didapatkan hasil kadar air biobriket yang kurang dari 8%, hal ini menunjukkan bahwasanya pada penelitian ini sesuai dengan SNI No. 01-6235-2000 [15].

Pada Gambar 3 memberi pengaruh yang nyata bahwa semakin ditambahkan komposisi perekat tepung tapioka maka kadar air akan semakin meningkat karena air yang terkandung dari perekat itu sendiri ikut menambah kadar air biobriket secara keseluruhan. Selain itu, peningkatan konsentrasi perekat menyebabkan peningkatan pada

kerapatan biobriket dikarenakan peran perekat sebagai pengikat arang dalam biobriket. Akibatnya, pori-pori dalam biobriket menjadi lebih kecil sehingga sulit untuk menguapkan air yang terperangkap di dalam biobriket saat proses pengeringan dilakukan.

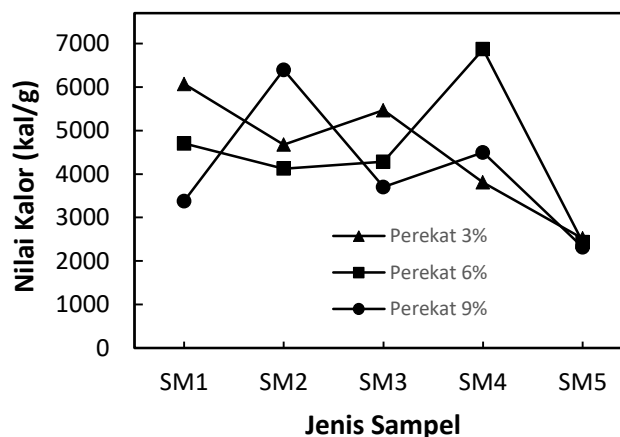


Gambar 3. Kadar air biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

Berdasarkan penelitian Arifin, dkk. (2018) bahwa konsentrasi perekat memiliki pengaruh terhadap kadar air dalam biobriket [16]. Ketika konsentrasi perekat meningkat, kadar air dalam biobriket cenderung meningkat juga. Hal ini terjadi karena tepung tapioka yang digunakan sebagai perekat memiliki kemampuan untuk menyerap dan menjadi lengket ketika terkena air panas. Penelitian lain yang dilakukan Muhammad, dkk. (2017) menunjukkan bahwa meningkatkan konsentrasi perekat dalam biobriket dapat menghasilkan peningkatan densitas briket [17].

3.4 Nilai Kalor

Pada penelitian ini didapat nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan variasi komposisi kayu jati dan bambu petung yaitu 25:75 dengan perekat tepung tapioka 6% memiliki nilai kalor sebesar 6.872 kal/g. Sedangkan nilai kalor terendah yaitu sebesar 2315 kal/g pada variasi komposisi kayu jati dan bambu petung 0:100 dengan perekat tepung tapioka 9%.



Gambar 4. Nilai kalor biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

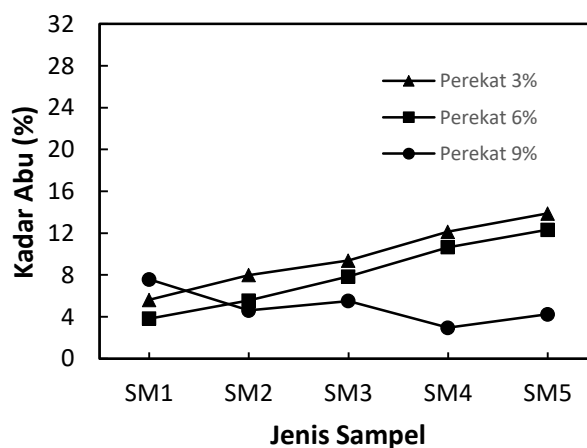
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan perekat menunjukkan nilai kalor yang lebih rendah. Rendahnya nilai kalor ini diakibatkan oleh nilai kalor perekat tapioka yang semakin rendah daripada nilai kalor bahan baku yang ada. Semakin tinggi nilai kalor suatu biobriket maka semakin baik pula kualitas biobriket tersebut. Nilai kalor dari tepung tapioka yaitu sebesar 3.566,2 kal/g [18], kayu jati sebesar 4.191-4.520 kal/g [19], dan bambu petung sebesar 5.176 kal/g [12].

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Brades dan Tobing (2007) yang menyatakan bahwa semakin besar presentase jumlah perekat pada biobriket maka nilai kalor akan semakin rendah [20]. Nilai Kalor yang terkandung dalam penelitian ini ini sebagian besar sudah memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 [15].

3.5 Kadar Abu

Pada penelitian ini kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan variasi komposisi arang kayu jati dan bambu petung yaitu 0:100 dan dengan variasi perekat sebesar 3% didapatkan hasil kadar abu sebesar 13,875%. Sedangkan kadar abu terendah pada variasi kayu jati dan bambu petung yaitu 25:75 dengan penambahan perekat sebesar 9% didapatkan hasil kadar abu sebesar 2,95%. Kadar abu yang terkandung dalam penelitian ini ini sebagian besar sudah memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 [15].

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin besar perekat yang di tambahkan pada biobriket maka nilai kadar abunya akan semakin sedikit karena penambahan bahan seperti perekat pada biobriket akan mempengaruhi rasio bahan-bahan campurannya terutama arang yang menghasilkan abu melalui proses pembakaran.



Gambar 5. Kadar abu biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

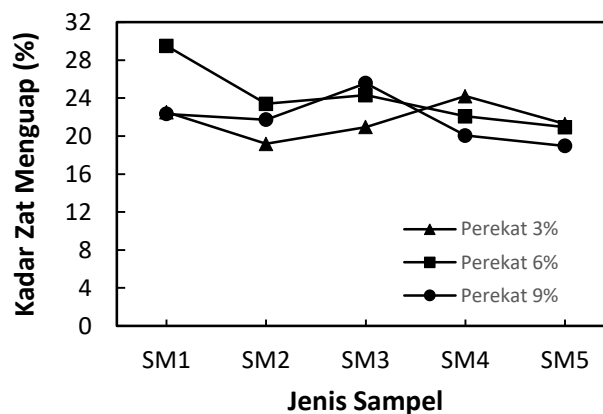
Hal ini sesuai dengan Ismayana dan Afryanto (2011) dan Faizal (2014) pada penelitiannya yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar abu yang dimiliki oleh bahan baku dan semakin banyak komposisi perekat maka dihasilkan kadar abu pada biobriket yang semakin menurun [21, 22].

3.6 Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*)

Pada penelitian ini kadar zat menguap tertinggi pada komposisi kayu jati dan bambu petung sebesar 100:0 dengan perekat 6% yaitu didapatkan kadar zat menguap sebesar 29,5%. Sedangkan kadar zat menguap terendah pada komposisi kayu jati dan bambu

petung sebesar 0:100 dengan perekat 9% yaitu didapatkan kadar zat menguap sebesar 18,965%. Dari semua variasi biobriket belum ada yang memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 yang menetapkan kadar zat menguap harus kurang dari 15% [15].

Pada Gambar 6 dapat diketahui bahwasannya semakin bertambahnya komposisi bambu petung dan perekat tepung tapioka maka kadar zat menguap akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh penambahan bahan pada biobriket seperti perekat menyebabkan bertambahnya kadar air sehingga kadar zat menguap akan meningkat. Selain itu, variasi dalam tingkat kadar zat menguap berkaitan dengan pengaruh bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket, yang menghasilkan perbedaan dalam kadar zat menguap. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor kesempurnaan proses pembakaran yang terkait dengan durasi dan suhu operasi yang digunakan. Ketika suhu semakin tinggi, lebih banyak zat menguap yang terlepas, sehingga menghasilkan kadar zat menguap yang rendah dalam pengujian [23]. Sebaliknya, kadar zat menguap yang tinggi akan menyebabkan produksi asap yang banyak dalam briket karena terjadinya reaksi antara karbon monoksida dengan derivatif alkohol [24].



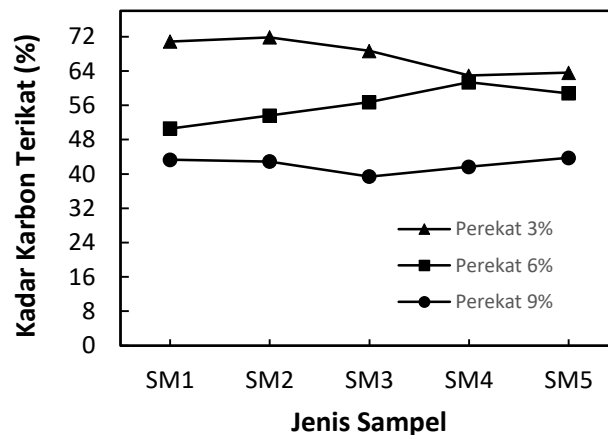
Gambar 6. Kadar zat menguap biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

Penelitian ini sejalan dengan Onchienku, dkk. (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa presentase kadar zat menguap cenderung menurun dengan peningkatan komposisi bahan tambahan pada biobriket seperti perekat [25].

3.7 Kadar Karbon Terikat

Pada penelitian ini didapatkan kadar karbon terikat tertinggi pada perlakuan variasi komposisi kayu jati dan bambu petung 75:25 dengan penambahan perekat sebesar 3% didapatkan nilai karbon terikat 71,861%. Sedangkan didapatkan kadar karbon terikat terendah pada perlakuan variasi komposisi kayu jati dan bambu petung 50:50 dengan penambahan perekat sebesar 9% didapatkan nilai karbon terikat 39,405%.

Karbon terikat yang rendah akan mempengaruhi lama menyala biobriket tersebut [26]. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar air dan kadar abu dalam biobriket tersebut. Berdasarkan ASTM D 3172-89 tentang perhitungan kadar karbon terikat yaitu selisih dari nilai 100% dengan total dari kadar abu, kadar air, dan kadar volatile matter [27].

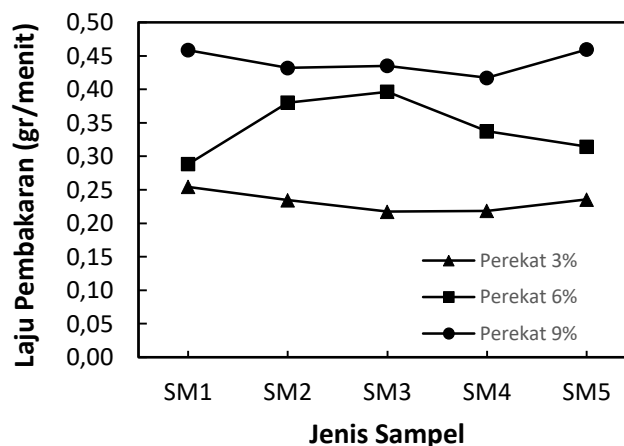


Gambar 7. Kadar karbon biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

Begitupun dengan nilai kalor, semakin tinggi karbon terikat maka nilai kalor juga akan tinggi [25]. Disamping itu, tidak ada syarat pada SNI mengenai kadar karbon terikat pada suatu biobriket. Namun berbeda dengan beberapa negara yang memberikan syarat batas pada kadar karbon terikat seperti Jepang (minimal 80%), Inggris (minimal 75%), USA (minimal 58%) sehingga pada penelitian ini sebagian besar telah memenuhi standar tersebut.

3.8 Laju Pembakaran

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwasanya laju pembakaran akan semakin besar seiring bertambahnya perekat tepung tapioka 3%, 6%, dan 9%. Nilai laju pembakaran tertinggi diperoleh pada variasi komposisi arang kayu jati dan bambu petung 0:100 dengan pemanbahan perekat 9% yaitu sebesar 0,45975 g/menit.



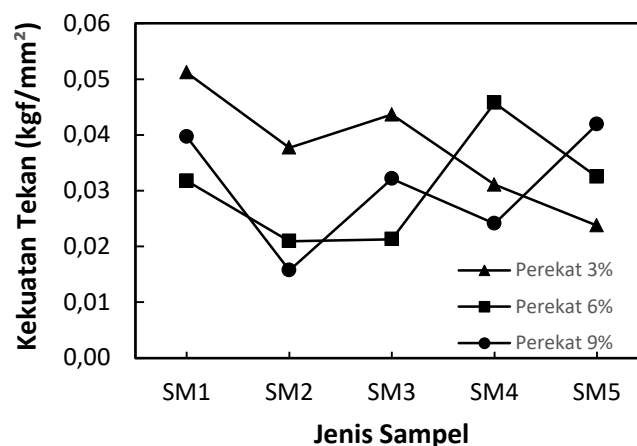
Gambar 8. Laju pembakaran biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

Sedangkan nilai laju pembakaran terendah diperoleh pada variasi komposisi arang kayu jati dan bambu petung 50:50 dengan penambahan perekat 3% yaitu sebesar 0,21725 g/menit. Perekat berpengaruh terhadap laju pembakaran dimana kadar perekat yang tinggi maka dapat meningkatkan laju pembakaran suatu biobriket tersebut [28]. Hal

ini disebabkan oleh perekat yang berfungsi untuk membentuk ikatan yang kuat dan rapat pada biobriket sehingga laju pembakaran akan semakin cepat. Semakin lama durasi pembakaran berlangsung, semakin tinggi kualitas dan efisiensi proses pembakaran tersebut. Jika api terus menyala dengan konsisten dalam jangka waktu yang lebih lama, maka kualitasnya juga akan semakin baik [29].

3.9 Kekuatan Tekan

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwasanya semakin bertambah nilai perekat maka nilai kuat tekannya akan semakin menurun. Hal ini terdapat penyimpangan yang mana seharusnya semakin tinggi konsentrasi perekat maka kuat tekan akan semakin bertambah. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya kadar perekat sehingga ikatan antar partikel arang akan semakin kuat sehingga kuat tekan akan bertambah [29]. Penyimpangan terjadi karena kadar air pada proses pretreatment masih terlalu tinggi seiring bertambahnya perekat dengan perbandingan perekat dengan air sebesar 1:10. Disisi lain perekat tepung tapioka menyebabkan rendahnya ketahanan biobriket karena memiliki sifat tidak tahan lembab dan higroskopis (dapat menyerap air dari udara) yang akan mengurangi daya rekatnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa perekat menyebabkan kekuatan tekan dan nilai kalornya menjadi semakin rendah [29].



Gambar 9. Kekuatan tekan biobriket dari berbagai jenis sampel dengan penambahan perekat yang berbeda

Pada penelitian ini didapatkan nilai kekuatan tekan tertinggi pada variable komposisi arang kayu jati dan bambu petung 100:0 dengan penambahan perekat tepung tapioka sebesar 3% didapat kekuatan tekan sebesar 0,051193 kgf/mm². Sedangkan didapatkan nilai kekuatan tekan terendah pada variable komposisi arang kayu jati dan bambu petung 75:25 dengan penambahan perekat tepung tapioka sebesar 9% didapat keteguhan tekan sebesar 0,015713 kgf/mm².

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemakaian rasio komposisi hasil pirolisis serbuk kayu jati dan bambu petung sebagai bahan baku sangat berpengaruh terhadap kualitas produk biobriket yang dihasilkan. Penambahan variasi perekat tepung kanji sangat berpengaruh terhadap kualitas produk biobriket yang

dihasilkan. Penambahan perekat menyebabkan peningkatan kadar air (%) dan laju pembakaran (g/menit), tetapi mengakibatkan penurunan kadar abu (%), kadar karbon terikat (%), serta nilai kalor. Kondisi operasi terbaik dari variabel yang digunakan sehingga menghasilkan biobriket yang terbaik adalah pada variasi arang kayu jati dan bambu petung sebesar 100:0 dan penambahan perekat tepung kanji sebesar 3% dengan hasil : kadar air 0,99%, kadar abu 5,62%, kadar menguap (*volatile matter*) 22,51%, kadar karbon terikat 70,88%, nilai kalor 6.074 kal/g, kekuatan tekan 0,051 kgf/mm², dan laju pembakaran 0,255 g/menit.

Sebagai saran perbaikan perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai biobriket dengan memanfaatkan biomassa yang ada di sekitar untuk bahan bakar terbarukan. Perlu adanya penyamaan *pretreatment* kadar air pada masing-masing bahan baku sehingga kadar air antara bahan baku tersebut sama sehingga akan memaksimalkan dalam proses pembakaran. Tempat penyimpanan briket harus kedap udara agar kualitas biobriket tetap terjaga karena sifat biobriket itu sendiri yang dapat menyerap air dalam udara (higroskopis). Perlu adanya alat press yang memiliki daya tekan untuk menyamakan kuat tekan pada saat pengepresan biobriket sehingga kekuatan tekan (kgf/mm²) lebih besar daripada pengepresan secara manual. Perlunya memperhatikan desain alat yang akan digunakan untuk proses pirolisis.

REFERENSI

- [1] Kementerian ESDM, "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik," 2020.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2022," 2022.
- [3] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014," 2014.
- [4] I. Febriana, Zurohaina dan D. S. Effendy, "Perbandingan Nilai Bakar Briket Batubara dan Briket Arang Campuran Cangkang Bintaro (Cerbera manghas) dan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*)," *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 6, no. 1, hal. 1-10, 2019.
- [5] Sudarja dan N. Caroko, "Kaji Eksperimental Efektifitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta Menggunakan Arang Aktif Mesh 80 dari Limbah Gergaji Kayu Jati," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, vol. 14, no. 1, hal. 50-58, 2012.
- [6] I. A. Larasati, B. D. Argo dan D. L. C. Hawa, "Proses Delignifikasi Kandungan Lignoselulosa Serbuk Bambu Betung dengan Variasi NaOH dan Tekanan," *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 7, no. 3, hal. 235-244, 2019.
- [7] R. Bimantara dan D. Miqdad, "Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Nilai Kalor Pada Biobriket Dari Campuran Bottom Ash Dengan Biomassa Sebagai Bahan Bakar Alternatif," 2010.
- [8] R. I. Ergantara, Natalina dan W. J. Irawan, "Analysis of Durian Peel and Teak Wood Sawdust Combination Briquettes as an Alternative Fuels," *International Conference on Natural Resources and Technology*, hal. 347-350, 2019.
- [9] K. Ridhuan dan J. Suranto, "Perbandingan Pembakaran Pirolisis dan Karbonisasi pada

- Biomassa Kulit Durian terhadap Nilai Kalori," *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 5, no. 1, hal. 50-56, 2016.
- [10] S. M. Ridjayanti, R. A. Bazenet, H. Wahyu, I. S. Banuwa dan M. Riniarti, "Pengaruh Variasi Kadar Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria moluccana*)," *Perennial*, vol. 17, no. 1, hal. 5–11, 2021.
- [11] B. Rahmat, D. Pangesti, D. Natawijaya dan D. Sufyadi, "Generation of Wood-waste Vinegar and Its Effectiveness as a Plant Growth Regulator and Pest Insect Repellent," *Bioresources*, vol. 9, no. 4, hal. 6350–6360, 2014.
- [12] H. Ardhyanta, E. I. Puspita, S. T. Wicaksono, F. Pakaya, A. T. Wibisono dan H. Ismail, "Preparation and Characterization of Carbon from Petung Bamboo (*Dendrocalamus asper*) and Ori Bamboo (*Bambusa arundinacea*) by Carbonization Heat Treatment," *Seminar on Material and Science Technology*, vol. 964, hal. 26-32, 2019.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 01-1682-1996 Arang Tempurung Kelapa," 1996.
- [14] R. Salim, "Karakteristik dan Mutu Arang Kayu Jati (*Tectona grandis*) dengan Sistem Pengarangan Campuran pada Metode Tungku Drum The Quality and Characteristics of Teak (*Tectona grandis*) Charcoal Made by Mixed Carbonisation in Drum Kiln," *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, vol. 8, no. 2, hal. 53-64, 2016.
- [15] Badan Standarisai Nasional, "SNI 01-6235-2000 Briket Arang Kayu," 2000.
- [16] Z. Arifin, Hantarum dan W. Nuriana, "Nilai Kalor Briket Limbah Kayu Sengon Dengan PerekatMaizena Lebih Tinggi Di Bandingkan Tapioka, Sagu Dan Tepung Singkong," *Jurnal Pilar Teknologi*, vol. 3, no. 2, hal. 37-41, 2018.
- [17] Muhammad, Ishak dan N. Lidia, "Pemanfaatan Getah Rumbia sebagai Perekat pada Proses Pembuatan Briket rang Tempurung Kelapa," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 6, no. 1, hal. 20-32, 2017.
- [18] S. Khursida dan S. C. Deka, "Application of Microwave and Hydrothermal Treatments for Modification of Cassava Starch of Manipur Region, India and Development of Cookies," *Journal of Food Science and Technology*, 2021.
- [19] A. Prasaningtyas dan J. Sulisty, "Study of Provenance and Site Variability on Calorific Value and Other Fuel Properties of Teak Stem," *Wood Research Journal*, vol. 5, no. 1, hal. 23-28, 2014.
- [20] A. C. Brades dan F. S. Tobing, "Pembuatan Briket Arang dari Enceng Gondok (*Eichornia Crasipess Solm*) dengan Sagu sebagai Pengikat," 2007.
- [21] A. Ismayana dan M. R. Afriyanto, "Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat pada Pembuatan Briket Blotong sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Jurnal Teknik Industri Pertanian*, vol. 21, hal. 186–193, 2011.
- [22] M. Faizal, "Pengaruh Komposisi Arang dan Perekat terhadap Kualitas Biobriket dari Kayu Karet," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 1, no. 3, hal. 477–492, 2014.
- [23] D. S. Wijayanti, "Karakteristik Briket Arang Dari Serbuk Gergaji Dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit," 2009.
- [24] D. Hendra dan G. Pari, "Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang," *Laporan*

Hasil Penelitian Hasil Hutan, 2000.

- [25] J. M. Onchieku, B. N. Chikamai dan M. S. Rao, "Optimum Parameters for The Formulation of Charcoal Briquettes Using Bagasse and Clay as Binder," *European Journal of Sustainable Development*, vol. 1, no. 3, hal. 477–492, 2012.
- [26] C. A. I. Raju, U. Praveena, M. Satya, K. R. Jyothi dan S. S. Rao, "Studies on Development of Fuel Briquettes using Biodegradable Waste Materials," *Journal of Bioprocessing and Chemical Engineering*, vol. 2, no. 1, hal. 1-10, 2014.
- [27] ASTM, "ASTM D 3172-89 Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke," 2002.
- [28] A. Kholil, "Analisis Fisis Briket Arang dari Sampah Berbahan Alami Kulit Buah dan Pelepah Salak," 2017.
- [29] M. R. Aziz, A. L. Siregar, A. B. Rantawi dan I. B. Rahardja, "Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2019*, hal. 1-10, 2019.