

PEMANFAATAN AMPAS TAHU PADA PEMBUATAN BRIKET SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Nihayatul Devi Masitah dan Noor Isnaini Azkiya

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
devi.masitah31@gmail.com; [noorisna@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring bertambahnya waktu. Akan tetapi, hal ini tidak diimbangi dengan ketersediaan bahan bakar yang semakin berkurang sehingga perlu mencari alternatif bahan bakar yang dapat diperbarui (*renewable*), ramah lingkungan dan bernilai ekonomis. Salah satu jenis alternatif yang bisa dikembangkan yaitu energi biomassa seperti limbah sisa pengolahan pangan. Dalam penelitian ini limbah ampas tahu dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan mengubahnya menjadi briket arang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi perekat terbaik pembuatan briket dari ampas tahu. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berdasarkan eksperimen di laboratorium. Variabel yang digunakan yaitu perbandingan massa perekat tepung tapioka dengan persentase 12, 14, dan 16% (w/w). Berdasarkan penelitian didapatkan kesimpulan hasil pengujian briket dengan 12% (w/w) persentase perekat mempunyai kualitas yang paling baik menghasilkan nilai kadar air sebesar 1,48%, nilai kadar abu sebesar 13%, nilai *volatile matter* sebesar 2,05%, nilai *fixed carbon* sebesar 83,46%, nilai kalor sebesar 5895 cal/gr, dan kuat tekan sebesar 2,29 kg/cm² dibandingkan dengan variasi perekat lainnya.

Kata kunci: ampas tahu, biobriket, pirolisis, sekam padi

ABSTRACT

Energy requirements increase with time. However, this is not balanced by the decreasing availability of fuel, so it is necessary to look for alternative fuels that are renewable, environmentally friendly and have economic value. One type of alternative that can be developed is biomass energy such as food processing waste. In this research, tofu dregs waste was used as fuel by turning it into charcoal briquettes. This research aims to determine the best adhesive composition for making briquettes from tofu dregs. This research method uses a quantitative approach based on laboratory experiments. The variable used is the mass ratio of tapioca flour adhesive with percentages of 12, 14 and 16% (w/w). Based on the research, it was concluded that the results of testing briquettes with a 12% (w/w) adhesive percentage had the best quality, producing a water content value of 1.48%, an ash content value of 13%, a volatile matter value of 2.05%, a fixed carbon value of 83.46%, heating value of 5895 cal/gr, and compressive strength of 2.29 kg/cm² compared to other adhesive variations.

Keywords: tofu dregs, biobriquettes, pyrolysis, rice husks

1. PENDAHULUAN

Energi menjadi salah satu kebutuhan yang semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar minyak yang diperoleh dari fosil tumbuhan maupun hewan. Ketersediaan bahan bakar fosil semakin langka menyebabkan cadangan minyak bumi menurun [1]. Penggunaan bahan bakar fosil ini membawa berbagai masalah, termasuk pengaruh negatif terhadap iklim, kondisi

lingkungan, dan kesehatan manusia. Untuk menanggulangi masalah tersebut, perlu dilakukan pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satu solusi alternatif yang cukup efektif dan efisien dalam menghadapi krisis energi tersebut adalah dengan mengubahnya menjadi briket.

Briket merupakan bahan bakar padat yang berbentuk gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari biomassa (bahan lunak) yang menjadi bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi [2]. Penggunaan briket mempunyai kelebihan, antara lain sebagai energi terbarukan karena dibuat dari sumber daya alam biomassa, bersifat ramah lingkungan, tidak beracun karena dalam pembuatannya mengalami proses alami, mempunyai panas yang cukup tinggi hingga 7000 kal, serta briket dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Salah satu limbah biomassa yang keberadaannya melimpah tetapi belum dimanfaatkan secara optimal adalah limbah ampas tahu dan sekam padi. Ampas tahu dan sekam padi dapat dijadikan briket arang yang lebih bermanfaat dan nilai ekonomis yang lebih tinggi.

Arang adalah suatu bahan padat yang berpori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung karbon melalui proses pirolisis. Sebagian dari pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen dan sulfur [3]. Keunggulan dari briket arang dibandingkan dengan arang adalah daya tahan bakar yang lebih lama, residu atau sisa hasil pembakaran yang lebih sedikit, asap yang dihasilkan lebih sedikit, dan kadar panas yang lebih tinggi dari arang biasa [4].

Ampas tahu merupakan limbah dari industri tahu yang berbentuk padat dengan kandungan organik tinggi berupa karbon yang dihasilkan dari protein yang terkandung pada bahan. Ampas tahu berpotensi menimbulkan pencemaran baik cair, padat, maupun pencemaran udara dan banyak dihasilkan dari industri tahu. Telah dilakukan kajian kelayakan pemanfaatan limbah ampas tahu pada industri tahu dengan kandungan protein 3,46%, serat 7,81%, dan kadar air hingga 75% sebagai bahan bakar biomassa. Ampas tahu memiliki nilai kalor sekitar 414 kal/100 gram atau 4.140 kkal/kg [5].

Penelitian Indrawijaya, dkk. (2018) mengenai pembuatan briket dari ampas tahu dengan bahan perekat tepung tapioka menghasilkan briket dengan nilai kadar air 0,64%, kadar abu 3,53%, kadar *volatile matter* 13,43%, dan nilai kalor 5,19 cal/g [5]. Berdasarkan penelitian Allo, dkk. (2018) mengenai pembuatan briket dari sekam padi dengan bahan perekat bubur kertas menghasilkan briket dengan nilai kadar air 2,48%, kadar abu 39,87%, kadar *volatile matter* 34,42%, kadar karbon terikat 24,74% [6].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penentuan jenis bahan perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang ketika dinyalakan dan dibakar. Faktor harga dan ketersediaannya dipasaran harus dipertimbangkan secara seksama karena setiap bahan perekat memiliki daya rekat yang berbeda-beda karakteristiknya [7]. Perekat yang bisa digunakan salah satunya terbuat dari tepung tapioka yang pembuatannya cukup mudah, yaitu dengan mencampurkan tepung tapioka dan air menggunakan pemanasan membentuk gumpalan bening yang lengket [8]. Kelebihan dari perekat tepung tapioka diantaranya yaitu memiliki kadar air yang rendah, kadar abu yang rendah, dan daya lekat yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi perekat terbaik pembuatan briket dari ampas tahu. Pembuatan briket ini menggunakan tepung tapioka sebagai bahan

perekat briket sehingga pada penelitian ini dapat memvariasikan massa perekat yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel tersebut terhadap pembentukan dan kualitas briket yang dihasilkan. Kualitas briket diukur dari nilai kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, nilai kalor, dan kuat tekan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif dengan melakukan eksperimen dan pengamatan di laboratorium untuk mendapatkan data yang relevan. Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan yaitu: pembuatan perekat, persiapan bahan baku, proses pirolisis, pendinginan, penghalusan dan pengayakan, pencampuran bahan dengan perekat, pencetakan briket, serta pengovenan. Setelah terbentuk briket, untuk mengetahui karakteristik standar hasil produk dilakukan analisa kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, nilai kalor, dan kuat tekan.

2.1. Proses Pembuatan Perekat

Tepung tapioka ditimbang berdasarkan variabel dan dicampurkan air dengan perbandingan perekat dan air sebesar 1:10, lalu diaduk hingga homogen. Adonan kemudian dipanaskan dengan api kecil selama ± 5 menit hingga tekstur mengental dan berwarna bening.

2.2. Prosedur Pembuatan Briket

Bahan baku berupa ampas tahu disiapkan sebanyak ± 4 kg, lalu dibersihkan dari kotoran dan material tidak berguna lainnya. Kemudian ampas tahu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama ± 7 hari. Bahan baku kering kemudian dimasukkan ke tabung pirolisis dan ditutup hingga rapat agar tidak ada kebocoran udara. Selanjutnya dilakukan pembakaran atau proses pirolisis pada suhu 300°C selama 2 jam. Alat pirolisis lalu didinginkan untuk dilakukan pengambilan arang.

Arang hasil pirolisis selanjutnya didinginkan pada suhu ruang $\pm 30^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Kemudian arang yang berwarna hitam dipisahkan dengan arang yang sudah berbentuk sempurna. Arang dihaluskan dengan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk arang untuk selanjutnya disaring menggunakan ayakan ukuran 30-70 mesh.

Perekat berupa tepung tapioka dicampur dengan arang yang sudah halus dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 12, 14, dan 16% (w/w) dari massa briket yang sudah halus. Adonan briket yang sudah tercampur perekat dicetak pada cetakan, lalu adonan ditekan dengan tekanan 120 bar hingga seluruh adonan rapat pada cetakan. Selanjutnya adonan briket dikeluarkan dari cetakan dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 2-3 jam.

2.3. Prosedur Analisis Hasil

a. Analisis Kadar Air

Sampel ditimbang dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 105°C selama ± 3 jam. Sampel kemudian didinginkan selama 1 jam dalam desikator. Sampel ditimbang hingga mencapai berat konstan.

Persentase kadar air dihitung dengan menggunakan standar ASTM D-3173 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air, \%} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

a = Berat sampel sebelum dikeringkan (gram)

b = Berat sampel sesudah dikeringkan (gram)

b. Analisis Kadar Abu

Cawan dibersihkan dan dikeringkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam lalu didinginkan selama 15 menit pada desikator untuk selanjutnya ditimbang. Sampel kemudian ditimbang sebanyak 1 gram ke dalam cawan porselin lalu dimasukkan ke dalam furnace pada suhu 600-800°C selama 3 jam sehingga semua karbon hilang. Cawan beserta isinya kemudian didinginkan ke dalam desikator dan ditimbang untuk mendapatkan berat abu.

Persentase kadar abu dihitung dengan menggunakan standar ASTM D-3174 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu, \%} = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

a = Berat sampel setelah pengabuan (gram)

b = Berat sampel sebelum pengabuan (gram)

c. Analisis Volatile Matter

Cawan dibersihkan dan dikeringkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan kemudian didinginkan selama 15 menit pada desikator untuk selanjutnya ditimbang. Sampel lalu diisikan ke dalam cawan porselin sebanyak 1 gram dan ditimbang menggunakan timbangan analisis. Sampel dimasukkan ke dalam furnace pada suhu 750°C selama 7 menit lalu diangkat dan didinginkan dengan memasukkan sampel ke dalam desikator selama 1/2 jam kemudian ditimbang.

Persentase *Volatile matter* dihitung dengan menggunakan standar ASTM D-3175 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Volatile matter, \%} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (3)$$

dimana:

a = Berat sampel awal (gram)

b = Berat sampel akhir (gram)

d. Analisis Fixed Carbon

Perhitungan:

$$\text{Fixed carbon} = 100\% - (\text{Kadar Air} + \text{kadar abu} + \text{volatile matter}) \quad (4)$$

e. Analisis Nilai Kalor

Sampel ditimbang seberat 1 gram, kemudian diletakkan pada cawan khusus *bomb calorimeter*. Cawan dimasukkan ke dalam *vessel*, kemudian ditutup *vessel* dan dimasukkan gas oksigen sampai pada tekanan 3000 kPa.

f. Analisis Kuat Tekan

Briket diletakkan pada landasan uji alat *Universal Testing Machine* dan dinyalakan alatnya. Tombol kemudian ditekan pada tampilan ukuran gaya dan regangan. Briket diberi beban secara vertikal dengan kecepatan yang diatur oleh operator hingga briket retak karena penekanan. Nilai gaya tekan lalu dicatat yang ditunjukkan pada tampilan ukuran gaya pada alat *Universal Testing Machine*.

Persentase uji kuat tekan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Kt = \frac{P}{A} \quad (5)$$

dimana:

Kt = Kuat tekan bahan (kg/cm²)

P = Beban tekanan maksimum (kg)

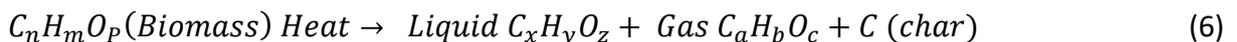
A = Luas permukaan (cm²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan briket arang untuk menentukan variasi massa perekat terhadap kualitas briket yang dihasilkan dari ampas tahu melalui proses pirolisis pada perekat yang digunakan adalah tepung tapioka dengan perbandingan 12, 14, dan 16% (w/w).

Produk awal pirolisis terbuat dari gas kondensasi dan arang padat. Gas yang dapat terkondensasi dapat terurai lebih jauh menjadi gas yang tidak dapat terkondensasi (CO, CO₂, H₂, dan CH₄), cairan, dan arang. Dekomposisi ini terjadi sebagian melalui reaksi homogen fase gas dan sebagian melalui padatan-gas fase termal reaksi heterogen dalam reaksi fase gas, uap yang dapat terkondensasi dipecah menjadi molekul yang lebih kecil menjadi gas tak terkondensasi seperti CO dan CO₂.

Reaksi pirolisis secara umum yang terjadi sebagai berikut.



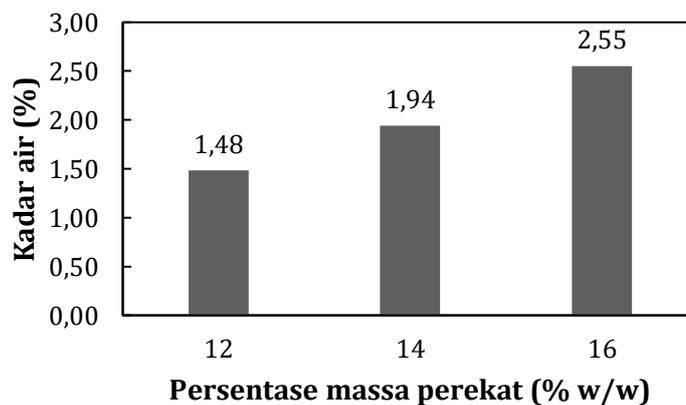
Adapun proses pirolisis dimana biomassa dimasukkan ke dalam ruang pirolisis yang berisi padatan panas (ungggun terfluidisasi) yang memanaskan biomassa ke suhu pirolisis, dimana dekomposisi dimulai. Uap terkondensasi dan tidak terkondensasi yang dilepas dari biomassa meninggalkan ruang, sedangkan arang padat yang dihasilkan sebagian tetap berada didalam ruang dan sebagian didalam gas. Gas dipisahkan dari arang dan di dinginkan di bagian hilir reaktor. Uap yang dapat terkondensasi mengembun sebagai minyak nabati atau minyak pirolisis, gas tak terkondensasi meninggalkan ruang sebagai gas produk. Gas-gas ini dapat ditembakkan di *burner* untuk memanaskan ruang pirolisis atau dilepaskan untuk tujuan lain. Demikian pula, arang padat dapat dikumpulkan sebagai produk komersial atau dibakar diruang terpisah untuk menghasilkan panas yang diperlukan untuk pirolisis. Karena gas ini bebas dari oksigen, sebagian darinya dapat didaur ulang ke dalam ruang pirolisis sebagai pembawa panas atau media fluidisasi.

Massa sebelum proses pirolisis pada ampas tahu sebesar 3.577 kg dan sesudah proses pirolisis sebesar 1.298 kg sehingga dapat diketahui bahwa massa akhir ampas tahu lebih banyak berkurang daripada massa awal. Hal ini dikarenakan kandungan air pada bahan ampas tahu kering sebesar 10,0 – 15,5% sehingga pada saat proses pirolisis panas yang

dihasilkan digunakan untuk menguapkan air pada bahan dan massa bahan menjadi menyusut. Berdasarkan teori, proses *slow pyrolysis* produk *non-combustible* seperti CO₂, senyawa organik, dan uap air dihilangkan, pada temperatur antara 100°C dan 200°C. Diatas temperatur 200°C, terjadi pemecahan struktur komponen bahan organik menjadi gas dengan massa molekul yang rendah. Proses ini selanjutnya akan menyisakan bahan dalam bentuk *char* sehingga massa awal biomassa berkurang menjadi massa *char*.

3.1. Pengaruh variasi massa perekat terhadap kadar air

Kadar air dalam ampas tahu sangat menentukan kualitas briket. Briket dengan nilai kadar air rendah akan memiliki kalor yang tinggi. Pemilihan perekat pada pembuatan briket juga sangat berpengaruh terhadap nilai kadar air dari briket yang dihasilkan, semakin tinggi kadar air maka semakin rendah nilai kalor yang didapatkan. Hal ini diakibatkan panas yang dihasilkan terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air dalam kayu sebelum menghasilkan panas yang dapat digunakan sebagai pembakaran. Maka dari itu, kadar air berhubungan langsung dengan nilai kalor. Pada Gambar 1 merupakan grafik pengujian kadar air dengan perbandingan variasi massa perekat.



Gambar 1. Nilai kadar air terhadap persentase massa perekat

Dari Gambar 1 diketahui bahwa kadar air dengan variasi massa perekat masih memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$. Kadar air tertinggi dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 16% (w/w) sebesar 2,55%. Hal ini dikarenakan kadar air pada ampas tahu sebesar 10,0–15,5%. Sedangkan briket dengan kadar air terendah dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 12% (w/w) sebesar 1,48%.

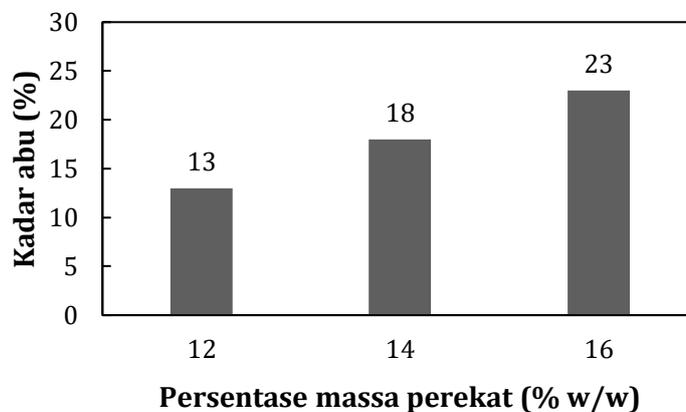
Dari variasi perekat menunjukkan bahwa semakin besar persentase perekatnya maka semakin besar juga kadar airnya. Menurut Kahariyadi, dkk. (2015), kadar air berpengaruh pada kualitas briket arang dimana semakin kecil kadar air maka semakin besar pula nilai kalor dan daya pembakarannya [4].

3.2. Pengaruh variasi massa perekat terhadap kadar abu

Pengujian kadar abu dilakukan setelah briket dibakar untuk mengetahui bagian tidak terbakar dan sudah tidak memiliki karbon lagi. Briket yang memiliki kadar abu lebih tinggi dapat memiliki kualitas yang lebih rendah karena nilai kalor arang menjadi lebih rendah.

Gambar 2 merupakan grafik pengujian kadar abu dengan perbandingan variasi massa perekat.

Dari Gambar 2 diketahui bahwa kadar abu dengan variasi massa perekat tidak memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$. Kadar abu tertinggi dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 16% (w/w) sebesar 23%. Sedangkan briket dengan kadar abu terendah dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 12% (w/w) sebesar 13%. Abu merupakan mineral dalam yang tidak dapat terbakar setelah proses pembakaran. Pada proses pirolisis dilakukan pengadukan setiap 1 jam dan hal ini dapat membuat biomassa bereaksi dengan udara di lingkungan sekitar sehingga biomassa semakin banyak terdekomposisi menjadi abu. Selain itu, pirolisis yang tidak sempurna menyebabkan pengarang yang tidak merata sehingga unsur kayu masih terdapat di dalam arang tersebut dan menghasilkan briket dengan kadar abu yang tinggi.



Gambar 2. Nilai kadar abu terhadap massa perekat

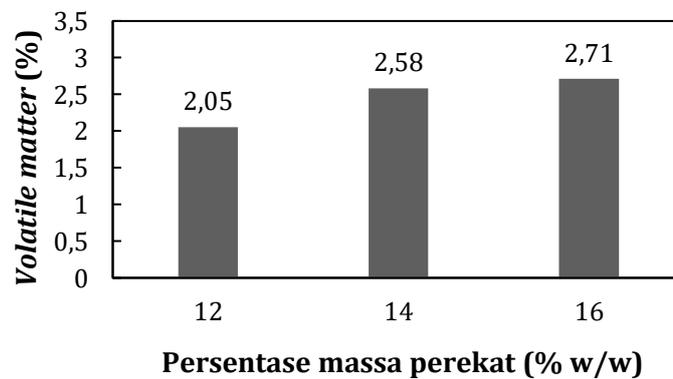
Dari variasi perekat menunjukkan bahwa semakin besar persentase perekatnya maka semakin besar juga kadar abunya. Menurut Fitriana dan Febrina (2021), penggunaan perekat yang banyak menyebabkan kadar abu tinggi dikarenakan adanya kandungan silika pada tepung tapioka [9]. Di dalam silika terdapat kandungan oksigen yang dapat meningkatkan pembentukan abu. Menurut Anetiesia, dkk. (2015), tingginya kadar abu dipengaruhi oleh tepung tapioka karena adanya bahan anorganik yang terdapat di dalam tepung tapioka seperti silika (SiO_2), MgO , dan Fe_2O_3 , AlF_3 , MgF_2 , dan Fe [10].

3.3. Pengaruh variasi massa perekat terhadap kadar *volatile matter*

Volatile matter merupakan zat yang dapat menguap karena adanya senyawa selain air yang masih ada di dalam arang briket. Bahan-bahan ini termasuk gas yang mudah menguap seperti karbon dioksida, metana, hidrokarbon, hidrogen, dan karbon monoksida. Adanya unsur hidrokarbon akan menyebabkan kadar *volatile matter* semakin tinggi sehingga briket arang lebih mudah terbakar. Gambar 3 merupakan grafik pengujian kadar *volatile matter* dengan perbandingan variasi massa perekat.

Dari Gambar 3 diketahui bahwa *volatile matter* dengan variasi massa perekat memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 15\%$. *Volatile matter* tertinggi dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 16% (w/w) sebesar 2,71%. Sedangkan briket dengan *volatile matter* paling rendah dimiliki oleh briket dengan persentase

perekat tepung tapioka yaitu 12% (w/w) sebesar 2,05%. Nilai *volatile matter* ini dipengaruhi oleh adanya kandungan silika pada suatu bahan. Silika akan menambah zat-zat *volatile matter* pada arang dikarenakan adanya senyawa oksigen (O_2) yang termasuk zat *volatile matter*. Nilai *volatile matter* yang rendah disebabkan karena semakin tinggi suhu dan lamanya pirolisis maka semakin banyak zat *volatile matter* yang terbuang. Seperti pada penelitian menunjukkan bahwa *volatile matter* pada arang ampas tahu lebih rendah dikarenakan waktu proses pirolisisnya lebih lama yaitu selama 2 ½ jam. Menurut Rusydi (2019), suhu yang tinggi dan lamanya pirolisis akan menyebabkan zat-zat *volatile matter* akan teruapkan sebanyak-banyaknya sehingga akan menurunkan kadar zat *volatile matter* di dalam arang [11].

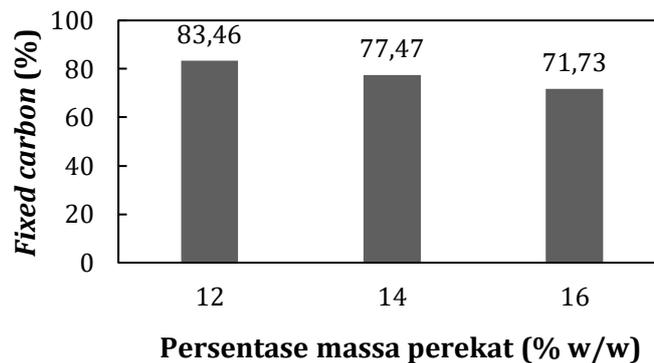


Gambar 3. Nilai *volatile matter* terhadap persentase massa perekat

Dari variasi perekat menunjukkan bahwa semakin besar persentase perekatnya maka semakin besar juga *volatile matter*. Hal ini dikarenakan adanya zat *volatile matter* pada perekat, seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), hidrogen (H_2), dan metana (CH_4), sehingga semakin banyak penambahan tepung tapiokanya maka kandungan zat-zat tersebut semakin bertambah. Menurut Rohim dan Mujiburohman (2019), semakin banyak jumlah perekat, maka semakin tinggi kadar air dan *volatile matter*-nya [12].

3.4. Pengaruh variasi massa perekat terhadap *fixed carbon*

Fixed carbon adalah fraksi karbon (C) terikat dalam arang selain fraksi air, *volatile matter*, dan kadar abu. *Fixed carbon* bernilai tinggi apabila *volatile matter* dan kadar abu rendah. *Fixed carbon* berpengaruh terhadap nilai kalor arang briket. Kalor arang briket bernilai tinggi apabila *fixed carbon*-nya tinggi. Semakin tinggi *fixed carbon* pada arang menunjukkan semakin baik kualitas arang tersebut. Pada Gambar 4 merupakan grafik pengujian kadar *fixed carbon* dengan perbandingan variasi massa perekat.



Gambar 4. Nilai *fixed carbon* terhadap persentase massa perekat

Dari Gambar 4 diketahui bahwa *fixed carbon* dengan variasi massa perekat sebagian memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu $\geq 77\%$. *Fixed carbon* tertinggi dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 12% (w/w) sebesar 88,46%. Sedangkan briket dengan nilai *fixed carbon* terendah dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 16% (w/w) sebesar 71,73%. Nilai *fixed carbon* dipengaruhi oleh kandungan selulosa, dimana selulosa merupakan suatu molekul yang terdiri atas unsur karbon, hidrogen, serta oksigen, yang ditemukan dalam struktur selular yang hampir ada dalam semua materi tanaman. Kandungan selulosa pada ampas tahu sebesar 42-49% sebagai karbon aktif dengan kandungan karbon (C) pada ampas tahu sebesar 48,65%. Sehingga, semakin tinggi kandungan karbon (C) yang ada didalam suatu bahan, maka semakin tinggi pula nilai *fixed carbon* yang akan dihasilkan pada briket tersebut. Menurut Indrawijaya, dkk. (2018), ampas tahu mengandung karbon (C) sebesar 48,65% [5].

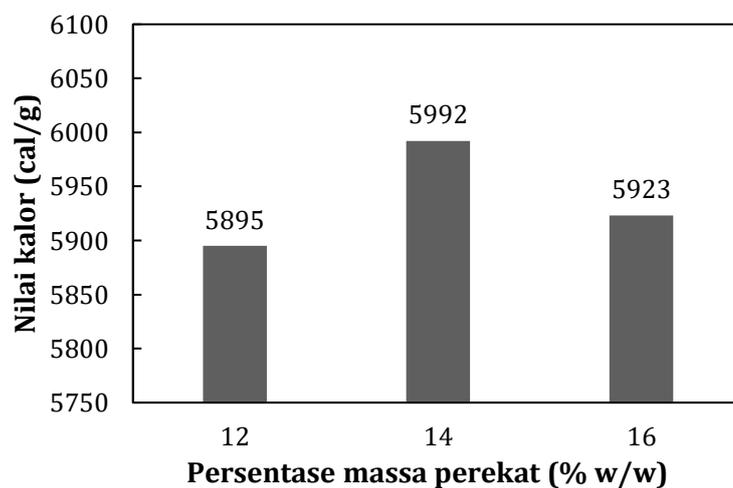
Dari variasi perekat menunjukkan bahwa semakin besar persentasenya maka semakin rendah juga *fixed carbon*. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar tambahan bahan briket seperti air dan perekat maka kadar *fixed carbon* akan semakin rendah dimana kandungan air sebesar 12,90% dalam 100 gram tepung tapioka. Selain itu, kandungan silika pada tepung tapioka akan menambah kandungan air didalam briket karena sifatnya mudah menyerap air di dalam udara. Sehingga semakin tinggi kadar air maka semakin rendah pula nilai *fixed carbonnya*. Nilai *fixed carbon* menunjukkan banyaknya karbon setelah zat *volatile matter* dihilangkan, sehingga *fixed carbon* berhubungan dengan *volatile matter*. Nilai *fixed carbon* akan bernilai tinggi apabila nilai *volatile matter*-nya rendah, dikarenakan zat *volatile matter* banyak yang terbuang ketika proses pirolisis dan saat analisis. Oleh karena itu, semakin tinggi kadar air dan *volatile matter* maka semakin rendah pula nilai *fixed carbonnya*. Menurut Sugiharto dan Pratiwi (2021), rendahnya *fixed carbon* dipengaruhi dari tingginya kadar air dan *volatile matter* pada briket [13].

3.5. Pengaruh variasi massa perekat terhadap nilai kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor arang briket, semakin baik pula kualitas arang briket yang dihasilkan. Nilai kalor dipengaruhi oleh *volatile matter* dan *fixed carbon* dari arang briket. Semakin tinggi *volatile matter* arang briket, maka akan menurunkan nilai *fixed carbon* dan nilai kalor bakar arang briket yang dihasilkan. Pengujian nilai kalor dilakukan dengan alat *bomb calorimeter* yang bertujuan untuk mengukur bahan pembakaran atau daya kalori dari suatu material. Proses

pembakaran diaktifkan di dalam suatu atmosfer oksigen di dalam suatu kontainer volume tetap. Pada Gambar 5 merupakan grafik pengujian nilai kalor dengan perbandingan variasi massa perekat.

Dari Gambar 5 diketahui bahwa nilai kalor dengan variasi massa perekat memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu ≥ 5000 cal/g. Kadar kalor tertinggi dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 14% (w/w) sebesar 5992 cal/g. Sedangkan briket dengan kadar kalor terendah dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 12% (w/w) sebesar 5895 cal/g. Tingginya nilai kalor dipengaruhi oleh kandungan karbon (zat arang) pada bahan tersebut. Menurut Fransiska (2020), semakin tinggi kadar karbon maka nilai kalor briket akan semakin tinggi [14]. Tingginya nilai kalor juga dipengaruhi oleh *volatile matter*, yang mana semakin tinggi nilai *volatile matter* maka semakin rendah nilai kalornya. Hal ini disebabkan semakin banyak zat *volatile matter* yang terbuang membuat kandungan karbon pada briket semakin tinggi dan dapat menaikkan nilai kalornya. Menurut Qistina, dkk. (2016), nilai *volatile matter* yang semakin tinggi akan mengakibatkan nilai kalor yang semakin rendah [3].



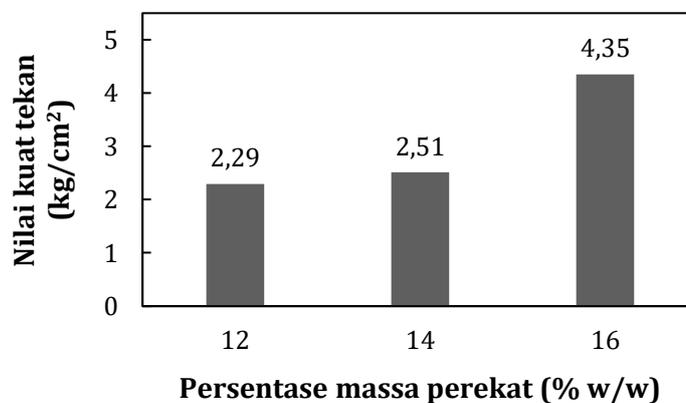
Gambar 5. Nilai kalor terhadap persentase massa perekat

Dari variasi perekat menunjukkan bahwa jumlah perekat tidak berpengaruh terhadap nilai kalor. Hal ini sesuai dengan uji statistik (Uji F) yang menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 0,17 lebih rendah daripada nilai F tabel yaitu 3,24. Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$, artinya parameter variasi penambahan perekat tepung tapioka tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kalor pada briket. Menurut Ningsih (2019), nilai kalor pada tepung tapioka kecil yaitu sebesar 362 kalori dalam 100 gram tepung [15]. Namun, hasil nilai kalor briket mengalami fluktuasi, seperti pada variasi komposisi perekat 16% terjadi penurunan sebesar 69 cal/g. Hal ini dikarenakan briket yang dibuat kurang homogen saat pencampuran secara manual, sehingga saat pengujian sampel berbentuk kepingan yang terambil tidak merata dan didapatkan hasil yang tidak akurat. Pada pengujian nilai kalor kemungkinan kepingan yang terambil hanya berupa bahan ampas tahu saja.

3.6. Pengaruh variasi massa perekat terhadap kuat tekan

Kualitas briket juga dapat ditentukan dari analisis fisik briket, salah satunya yaitu kuat tekan yang diberikan pada permukaan briket. Kuat tekan berpengaruh pada kualitas briket arang dimana semakin besar nilai kuat tekan berarti daya tahan briket semakin baik. Tingkat kekuatan briket diketahui ketika briket tidak mampu menahan beban lagi. Pada Gambar 6 merupakan grafik pengujian nilai kuat tekan dengan perbandingan variasi massa perekat.

Dari Gambar 6 diketahui bahwa nilai kuat tekan pada briket dengan variasi perekat masih memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu $\geq 0,46 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tekan tertinggi dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 16% (w/w) sebesar $4,35 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tekan terendah dimiliki oleh briket dengan persentase perekat tepung tapioka yaitu 12% (w/w) sebesar $2,29 \text{ kg/cm}^2$. Menurut Mustain, dkk. (2021), tekstur bahan berpengaruh pada nilai kuat tekan briket dimana jika bahan terlalu halus membuat briket jadi mudah rapuh dan rentan terhadap gesekan [16].



Gambar 6. Nilai kuat tekan terhadap persentase massa perekat

Dari variasi perekat menunjukkan bahwa semakin besar persentasenya maka semakin besar juga kuat tekan yang dimiliki oleh briket. Menurut Allo, dkk. (2018), seiring bertambahnya kadar perekat maka ikatan antar partikel arang akan semakin kuat sehingga kuat tekan akan bertambah [6].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak massa perekat tepung tapioka yang ditambahkan ke dalam briket maka nilai kadar air, kadar abu, *volatile matter*, nilai kalor dan kuat tekan semakin meningkat. Sedangkan kadar *fixed carbon* semakin menurun. Komposisi terbaik yang digunakan yaitu perbandingan massa perekat 12% (w/w).

Saran pada penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan studi lanjut mengenai proses pirolisis, suhu dan lamanya pengabuan, serta banyaknya perekat yang digunakan guna memberikan hasil briket dari ampas tahu sesuai dengan SNI 01-6235-2000.

REFERENSI

- [1] F. Amalinda dan M. Jufri, "Formulasi Briket Biorang Sekam Padi dan Biji Salak sebagai Sumber Energi Alternatif," *Jurnal Sains Terapan*. vol. 4, no. 2, hal. 99–103, 2018.

- [2] A. Apriani, *Uji Kualitas Biobriket Ampas Tebu dan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. 2015.
- [3] I. Qistina, D. Sukandar, dan T. Trilaksono, "Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa," *Jurnal Kimia Valensi*, vol. 2, no. 2, hal. 136–142, 2016.
- [4] A. Kahariyadi, D. Setyawati, F. Diba, dan E. Roslinda, "Kualitas Briket Arang Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit dan Arang Kayu Laban," *Jurnal Hutan Lestari*, vol. 3, no. 4, hal. 561–568, 2015.
- [5] B. Indrawijaya, A. Fathurrohman, dan H. Nisa, "Pembuatan dan Karakteristik Briket Bahan Bakar dari Ampas tahu sebagai Energi Alternatif," *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, vol. 2, no. 1, hal. 38–44, 2018.
- [6] J. S. T. Allo, A. Setiawan, dan A. S. Sanjaya, "Pemanfaatan Sekam Padi untuk Pembuatan Biobriket Menggunakan Metode Pirolisa," *Jurnal Chemurg.*, vol. 2, no. 1, hal. 17, 2018.
- [7] Nurhudah, "Pembuatan Briket Dari Campuran Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) dan Kulit Kapuk (*Ceiba pentandra l. gaertn*) dengan Perikat Getah Pinus." hal. 70, 2018.
- [8] S. Nurhidayah, "Perbandingan Tepung Tapioka dan Sagu pada Pembuatan Briket Kulit Buah Nipah (*Nypafruticans*)" *SELL J.*, vol. 5, no. 1, hal. 55, 2020.
- [9] W. Fitriana and W. Febrina, "Analisis Potensi Briket Bio-Arang Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 10, no. 2, hal. 147, 2021.
- [10] B. Anetesia, Erga Stevie, Syafrudin, Zaman, "Pembuatan Briket Dari Bottom Ash dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Jurnal Teknik Lingkungan*, hal. 1–9, 2015.
- [11] I. Febriana dkk., "Manufacture of Food Preservatives from Liquid Smoke as By-Product of Processing Coconut Shells (*Cocos Nucifera*)," vol. 1, Atlantis Press International BV, hal. 30–40, 2023.
- [12] M. H. R. . Rohim, "Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Menjadi Briket Energi Alternatif Dengan Perikat Tepung Tapioka," *Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, hal. 5–14, 2019.
- [13] A. Sugiharto and I. Pratiwi, "Pembuatan Briket Dari Campuran Sekam Padi Dan Ampas Tebu Menggunakan Metode Karbonisasi Dengan Furnace," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, hal. 37–41, 2021.
- [14] W. Deglas and F. Fransiska, "Analisis perbandingan bahan dan jumlah perikat terhadap briket tempurung kelapa dan ampas tebu," *Teknologi Pangan Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 11, no. 1, hal. 72–78, 2020.
- [15] A. Ningsih, "Analisis kualitas briket arang tempurung kelapa dengan bahan perikat tepung kanji dan tepung sagu sebagai bahan bakar alternatif," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 7, no. 2, hal. 101–110, 2019.
- [16] A. Mustain, C. Sindhuwati, A. A. Wibowo, A. S. Estelita, and N. L. Rohmah, "Pembuatan Briket Campuran Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar Alternatif," *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 5, no. 2, hal. 100–106, 2021.