



Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Menjadi Briket Bio-Batubara Menggunakan Perekat Tapioka

Utilization of Bagasse Waste into Bio-coal Briquettes Using Tapioca Adhesive

M. Ilham Dio Prayoga¹, Tamrin^{1*}

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: tamrinajis62@gmail.com

Abstract. *The research carried out aims to utilize bagasse waste and determine the characteristics of bio-coal briquettes made from bagasse waste with the addition of coal. This research was conducted with reference to a completely randomized design (CRD) with two factors and three replications. The first factor is the comparison of the composition of the main raw materials in the form of bagasse and coal (P) which includes four treatment levels, namely 100%: 0% (P0), 40%: 60% (P1), 60%: 40% (P2) and 80 %: 20% (P3). The second factor is the concentration ratio of tapioca adhesive which includes three treatment levels, namely 10% (K1), 15% (K2) and 20% (K3). There are seven parameters tested in this study, namely density, moisture content, compressive strength, shatter resistance index, calorific value, combustion rate and basic temperature of the cooking pancie when burning briquettes. The results showed that the higher the percentage of coal in the composition of the main raw material tends to increase the compressive strength and decrease the burning rate of the briquettes. Meanwhile, the lower the tapioca adhesive concentration used tends to increase the density, compressive strength, and shatter resistance index and reduce the burning rate of briquettes. The briquettes produced in this study resulted in the following characteristics: briquette density ranged from 0.36 to 0.44 g / cm³, the moisture content ranges from 4.04% - 6.42%, compressive strength ranges from 26.87 - 46.15 N / cm², the shatter resistance index ranges from 96.02% - 96.78%, the actual heating value ranges from 3266.1 - 4588.5 cal / g, the theoretical calorific value ranged from 1988.1 to 4483.6 cal / g, the briquette combustion rate ranged from 1.818 to 3.125 g / min, and the highest basic cooking pancie temperature was obtained in the P1K1 treatment combination of 229°C.*

Keywords: *Briquettes, Coal, Tapioca Glue, Waste Bagasse.*

1. Pendahuluan

Produksi gula di Indonesia semakin meningkat, hingga 2,49 juta ton pada tahun 2015. Produksi tersebut dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maupun untuk kebutuhan ekspor. Tingginya kapasitas produksi gula yang ada, berdampak pada melimpahnya limbah ampas tebu di Indonesia. Limbah ampas tebu saat ini sudah cukup banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti bahan baku genteng, bahan baku batu bara, pakan ternak, bahan baku beton dan pembuatan briket. Pembuatan briket yang memiliki kegunaan sebagai energi alternatif pengganti minyak tanah dan LPG.

Salah satu teknologi pembuatan briket berbahan dasar limbah ampas tebu merupakan hal yang sangat berguna, karena menambahkan alternatif dalam pemanfaatan limbah ampas tebu. Banyak yang sudah memanfaatkan limbah ampas tebu menjadi briket, salah satunya adalah pembuatan briket limbah ampas tebu dengan campuran limbah biomassa lainnya seperti tempurung kelapa, kulit pisang dan limbah hasil dari panglong kayu. Adapun briket bio-coal yang mencampurkan limbah biomassa dengan batubara. Pemilihan batubara sebagai bahan pencampur briket didasarkan pada karakteristik yang dimiliki oleh batubara. Jamilatun (2008) menerangkan bahwa batubara memiliki keunggulan daripada biomassa yaitu memiliki nilai kalor dan kadar karbon terikat yang relatif tinggi, namun memiliki kadar bahan mudah menguap yang rendah. Batubara sebagai tambahan dalam bahan baku pembuat briket dapat diberikan sesuai komposisi bahan baku yang dikehendaki. Beberapa penelitian terdahulu untuk membuat briket campuran biomassa dengan batubara telah dilakukan. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa briket dari campuran biomassa dan batubara memiliki beberapa keunggulan karena tingginya kandungan bahan mudah menguap dari biomassa dan tingginya kadar karbon terikat dari batubara (Jamilatun, 2008). Batubara yang digunakan sebagai campuran bahan baku akan mempengaruhi kerapatan dan kekuatan tekan dari briket, serta mengangkat nilai kalor dari briket namun menurunkan laju pembakaran dari briket yang dihasilkan.

Briket yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan perekat tapioka sebagai campuran untuk merekatkan limbah ampas tebu dan batubara. Konsentrasi perekat tapioka yang digunakan dalam campuran mempengaruhi hasil uji parameter yang diterapkan pada briket, konsentrasi perekat tapioka yang rendah akan menghasilkan briket dengan nilai kerapatan, kekuatan tekan, *shatter resistance index* yang tinggi. Sesuai dengan penelitian Taulbee *et al* (2009) bahwa nilai kerapatan yang tinggi pada suatu briket yang dihasilkan akan sejalan dengan tingginya nilai kekuatan tekan, *shatter resistance index* dan *water resistance* yang dihasilkan briket saat pengujian. Konsentrasi perekat tapioka yang tinggi dalam campuran akan mempengaruhi kecepatan pembakaran briket akibat nilai bahan mudah menguap (*volatile matter*) yang tinggi dari tepung tapioka dan meningkatkan nilai kadar air dari briket yang diuji.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini secara umum bertujuan untuk memanfaatkan limbah ampas tebu menjadi briket dan mengetahui karakteristik briket bio-batubara terhadap variasi komposisi bahan baku utama limbah ampas tebu dengan batubara, serta mengetahui karakteristik briket terhadap variasi konsentrasi perekat tapioka.

2. Metode Penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2020 hingga Maret 2021 yang bertempat di Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian (LTPD) Universitas Lampung, Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian (DAMP) dan Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan (RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas alat pencetak briket mekanis tipe ulir, alat perajang multiguna, *hammer mill*, *oven*, *bomb calorimeter*, timbangan analitik, timbangan digital, ayakan ukuran lolos

20 mesh, stopwatch, termokopel, jangka sorong, mistar, cawan aluminium, desikator, alu, lumpang, kompor, anglo, panci, baskom, nampan, korek api, kertas label, kantong plastik, kamera digital, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah ampas tebu, batubara, tepung tapioka dan air. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor dan tiga kali pengulangan.

Ampas tebu yang diperoleh dari PT Gula Putih Mataram, Lampung Tengah dikecilkan ukurannya dengan alat perajang multiguna, selanjutnya ampas tebu dikeringkan selama 5 – 6 hari hingga kering. Setelah kering ampas tebu dikecilkan ukurannya dengan alat *hammer mill* hingga berbentuk serbuk kasar, kemudian serbuk kasar ampas tebu diayak dengan ayakan mesh 20 dan dihasilkan serbuk halus ampas tebu. Setelah didapatkan serbuk halus ampas tebu, selanjutnya ampas tebu dicampur dengan batubara yang diperoleh dari PT Bukit Asam, Natar dan tepung tapioka dengan berdasarkan rancangan percobaan RAL faktorial dengan dua faktor yaitu faktor pertama komposisi ampas tebu dengan batubara terdapat empat taraf perlakuan yakni 100% : 0% (P_0), 40% : 60% (P_1), 60% : 40% (P_2) dan 80% : 20% (P_3). Sedangkan faktor kedua ialah konsentrasi perekat tapioka (K) yang terdiri dari tiga taraf perlakuan, yaitu 10% (K_1), 15% (K_2), dan 20% (K_3) dari total bahan baku utama. Selanjutnya briket dicetak dan dikeringkan, lalu langkah terakhir adalah pengujian karakteristik briket. Briket yang telah dihasilkan diuji karakteristiknya. Terdapat 7 pengujian karakteristik briket pada penelitian ini yaitu uji kerapatan (Liu dkk., 2013), uji kekuatan tekan (Hendra, 2007), uji *shatter resistance index* (Putri, 2010), kadar air (ASTM, 1998), nilai kalor aktual dan nilai kalor teoritis (Novita dan Damanhuri, 2010), laju pembakaran (Onuegbu dkk., 2011) dan suhu dasar panci pemasakan saat pembakaran briket (Tamrin, 2010). Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisis sidik ragam. Analisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAS. Jika dalam hasil analisis sidik ragam terdapat pengaruh nyata dari faktor percobaan, maka analisa dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk melihat perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan pada selang kepercayaan sebesar 95%. Hasil analisa atau pengolahan data akan disajikan dalam bentuk tabel dan atau grafik serta diuraikan secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil bobot basah briket bio-batubara yaitu 70 - 79 gram setelah dikeringkan selama 5-6 hari di bawah sinar matahari, berat kering briket bio-batubara menjadi 22 - 29 gram, diameter briket bio-batubara 4,78 – 5,25 cm. Dan panjang briket bio-batubara 3,1 – 3,3 cm. Pengujian karakteristik briket pada penelitian ini terdiri dari tujuh parameter pengamatan yaitu: uji kerapatan, uji kekuatan tekan, uji *shatter resistance index*, uji kadar air, uji nilai kalor, uji laju pembakaran dan uji suhu dasar panci pemasakan saat pembakaran briket.

3.1. Kerapatan

Pengujian kerapatan pada briket sangat dibutuhkan, karena menginformasikan tentang kebutuhan ruang, penyimpanan dan pengangkutan briket. Ismayana dan Rizal (2011) menambahkan bahwa kerapatan briket berpengaruh terhadap kualitas fisis briket, karena semakin tinggi nilai kerapatan briket dapat meningkatkan nilai kalor briket. Besar atau kecilnya kerapatan tersebut dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan bahan penyusun briket itu sendiri. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku limbah ampas tebu dengan campuran batubara dan konsentrasi perekat tapioka terhadap kerapatan briket ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap kerapatan briket (g/cm^3).

Perlakuan	K ₁	K ₂	K ₃
P ₀	0,39	0,37	0,36
P ₁	0,44	0,42	0,39
P ₂	0,42	0,41	0,39
P ₃	0,43	0,41	0,38

Hasil analisis sidik ragam pada taraf $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka dan interaksi antara komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terdapat beda nyata terhadap nilai kerapatan briket yang dihasilkan.

Tabel 2. Uji BNT pada kerapatan briket akibat pengaruh komposisi ampas tebu dan batubara yang bervariasi

Perlakuan	Nilai Tengah (g/cm^3)	Notasi
P ₁	0,4178	(A)
P ₂	0,4089	(A)
P ₃	0,4078	(A)
P ₀	0,3722	(B)

Berdasarkan hasil uji BNT yang ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa komposisi briket yang tidak menggunakan campuran batubara berbeda nyata dengan komposisi briket yang menggunakan batubara. Hal ini terjadi karena batubara dapat meningkatkan kerapatan dari suatu briket apabila dicampur menjadi bahan bakunya, Jamilatun (2008) menambahkan bahwa batubara memiliki keunggulan daripada biomassa yaitu memiliki kadar karbon terikat yang relatif tinggi, namun memiliki kadar bahan mudah menguap yang rendah.

Tabel 3. Uji BNT pada kerapatan briket akibat pengaruh konsentrasi perekat tapioka yang bervariasi

Perlakuan	Nilai Tengah (g/cm^3)	Notasi
K ₁	0,4208	(A)
K ₂	0,4025	(B)
K ₃	0,3817	(C)

Berdasarkan hasil uji BNT pada Tabel 3 juga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi perekat tapioka mempengaruhi nilai kerapatan briket yang dihasilkan. Semakin rendah konsentrasi perekat tapioka yang digunakan dapat menaikkan nilai kerapatan dari briket yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan dengan penelitian Hu *et al* (2015) bahwa rendahnya konsentrasi perekat tapioka yang digunakan akan berpengaruh pada kenaikan nilai kerapatan briket bio-arang.

3.2. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan adalah karakteristik fisis-mekanik briket yang digunakan sebagai parameter untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material itu patah akibat gaya tekan eksternal. Nilai kekuatan tekan juga dipakai untuk kebutuhan penyimpanan dan proses transportasi briket. Triono (2006) menambahkan proses penyimpanan dan pengangkutan briket dipengaruhi oleh nilai kuat tekan dari suatu briket yang dibuat. Nilai kekuatan tekan yang tinggi akan berdampak pada sukarnya briket hancur atau retak. Hubungan antara pengaruh komposisi

bahan baku limbah ampas tebu dengan campuran batubara dan konsentrasi perekat tapioka terhadap kekuatan tekan briket ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap kekuatan tekan briket (N/cm^2)

Perlakuan	K ₁	K ₂	K ₃
P ₀	30,29	29,03	26,87
P ₁	46,15	44,99	42,62
P ₂	44,33	43,06	41,13
P ₃	43,37	41,98	40,38

Hasil analisis sidik ragam pada taraf $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa terdapat nilai beda nyata terhadap variasi komposisi bahan baku utama dengan kekuatan tekan briket dan variasi perekat tapioka terhadap nilai kekuatan tekan yang dihasilkan.

Tabel 5. Uji BNT pada kekuatan tekan briket akibat pengaruh komposisi ampas tebu dan batubara yang bervariasi.

Perlakuan	Nilai Tengah (N/cm^2)	Notasi
P ₁	44,5822	(A)
P ₂	42,8433	(AB)
P ₃	41,9111	(B)
P ₀	28,7311	(C)

Berdasarkan hasil uji BNT yang ditampilkan pada Tabel 5 terlihat bahwa tinggi rendahnya komposisi batubara pada campuran bahan baku briket sangat mempengaruhi nilai kekuatan tekan yang dihasilkan. Komposisi perlakuan briket yang tidak menggunakan batubara terlihat memiliki nilai kekuatan tekan yang relatif lebih rendah dibandingkan komposisi yang menggunakan batubara. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Putri (2010) yang menjelaskan bahwa kekuatan tekan briket bio-batubara cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya persentase batubara dalam komposisi bahan baku.

Tabel 6. Uji BNT pada kekuatan tekan briket akibat pengaruh konsentrasi perekat tapioka yang bervariasi

Perlakuan	Nilai Tengah (N/cm^2)	Notasi
K ₁	41,0358	(A)
K ₂	39,7642	(A)
K ₃	37,7508	(B)

Hasil uji BNT pada Tabel 6 juga menunjukkan bahwa konsentrasi perekat tapioka yang digunakan pada mempengaruhi nilai kekuatan tekan dari briket yang dihasilkan, hal ini diduga karena perlakuan yang menggunakan perekat tapioka dengan konsentrasi tinggi menyebabkan licinnya tekanan pada dinding pencetakan pada saat proses pembuatan briket yang berdampak pada nilai keteguhan briket yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Kulig dkk. (2012) yang melaporkan bahwa semakin rendah konsentrasi perekat tapioka yang digunakan dalam produksi briket akan diikuti dengan peningkatan koefisien gesekan antar partikel bahan baku, dan antara partikel bahan baku dengan dinding ruang pencetakan (*screw housing*) dan dinding selubung pencetakan (*die*) selama tahap pencetakan briket, sehingga menghasilkan tekanan dan suhu pencetakan yang lebih tinggi.

3.3. Shatter Resistance Index

Uji *shatter resistance index* ada briket penting untuk diketahui karena dapat menjadi suatu parameter teguhnya briket dan untuk kebutuhan penyimpanan serta pengangkutan briket. Nilai *shatter resistance index* dapat mewakili benturan dan energy eksternal yang terjadi pada briket saat pengangkutan briket dan penjatuhan briket ke permukaan tanah dari kendaraan (Kaliyan dan Morey, 2009). Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku limbah ampas tebu dengan campuran batubara dan konsentrasi perekat tapioka terhadap *shatter resistance index* briket ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap *shatter resistance index* briket (%)

Perlakuan	K ₁	K ₂	K ₃
P ₀	96,28	96,14	96,02
P ₁	96,78	96,55	96,47
P ₂	96,44	96,37	96,19
P ₃	96,36	96,28	96,21

Hasil analisis sidik ragam pada taraf $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka tidak terdapat beda nyata terhadap nilai *shatter resistance index* briket yang dihasilkan

Nilai *shatter resistance index* erat hubungannya dengan nilai kerapatan dan nilai kekuatan tekan dari suatu briket. Sesuai dengan penelitian Taulbee *et al* (2009) bahwa nilai kerapatan yang tinggi pada suatu briket yang dihasilkan akan sejalan dengan tingginya nilai kekuatan tekan, *shatter resistance index* dan *water resistance* yang dihasilkan briket saat pengujian. Dimana saat nilai *shatter resistance index* briket tinggi akan diikuti kenaikan nilai fisis-mekanik dari briket yang dihasilkan. Dimana pada penelitian komposisi batubara yang digunakan juga akan mempengaruhi nilai *shatter resistance index* yang dihasilkan dan konsentrasi perekat tapioka yang digunakan juga mempengaruhi nilai *shatter resistance index* dari briket yang dihasilkan. Karena nilai *shatter resistance index* sangat berkaitan erat dengan nilai kerapatan dan nilai kekuatan tekan briket yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kerapatan dan kekuatan tekan berbanding lurus dengan nilai *shatter resistance index* yang dihasilkan.

3.4. Kadar Air

Kadar air merupakan nilai perbandingan yang menunjukkan kandungan persentase air pada suatu bahan dan merupakan salah satu karakter fisis yang sangat penting pada pengujian briket. Nilai kadar air sangat mempengaruhi kualitas pembakaran dan daya penyimpanan briket, dimana saat nilai kadar air yang semakin rendah akan berpengaruh terhadap nilai kalor dan pembakaran yang tinggi, umur simpan lebih baik dan kemungkinan ditumbuhi jamur lebih kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian, Zhang dan Li (2012) dimana pada briket yang memiliki kadar air tinggi dibutuhkan energi lebih besar untuk menguapkan air yang terdapat pada bahan pada saat pembakaran, dan berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan lebih kecil dan kinerja pembakaran briket yang dihasilkan buruk. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku limbah ampas tebu dengan campuran batubara dan konsentrasi perekat tapioka terhadap kadar air briket ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap kadar air briket (%).

Perlakuan	K ₁	K ₂	K ₃
P ₀	4,04	4,55	5,09
P ₁	5,45	5,93	6,42
P ₂	5,27	5,73	6,23
P ₃	5,44	5,91	6,12

Data pada Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai kadar air briket tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan P₁K₃ yakni sebesar 6,42% dan nilai kadar air briket terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan P₀K₁ yakni sebesar 4,04%. Dari hasil kadar air yang dihasilkan dari seluruh kombinasi perlakuan mengindikasikan bahwa nilai kadar air yang didapatkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan standar mutu briket arang (SNI 01-6235-2000, 2000) dan briket bio-batubara (Permen ESDM, 2000), yang mempersyaratkan kadar air maksimal sebesar 8%.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Tabel 8 juga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi perekat tapioka yang tinggi cenderung meningkatkan kadar air briket dan sebaliknya konsentrasi perekat tapioka yang rendah cenderung menurunkan nilai kadar air briket yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Hu dkk. (2015) dan Sumangat dan Broto (2009) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat tapioka yang digunakan, maka semakin tinggi kadar air briket yang dihasilkan.

Semakin tinggi nilai kadar air pada briket akan berpengaruh terhadap rendahnya nilai kalor dan nilai fisis-mekanik dari briket. Hal ini sejalan dengan penelitian Budi (2012) yang mengemukakan bahwa penambahan air dari setiap peningkatan konsentrasi perekat tapioka akan meningkatkan kadar air suatu briket yang menyebabkan buruknya karakteristik fisis-mekanik briket yang dihasilkan.

Nilai kadar air yang tinggi juga dapat menurunkan nilai kalor dari suatu briket, hal ini terjadi karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran. Afriyanto (2008) menambahkan bahwa kadar air briket sangat mempengaruhi nilai kalor atau panas yang dihasilkan, tingginya nilai kadar air akan menyebabkan turunnya nilai kalor.

3.5. Nilai Kalor

Nilai kalor dinyatakan dengan *heating value* yaitu merupakan suatu parameter yang sangat vital pada pembuatan suatu briket dengan bahan tertentu. Nilai kalor merupakan faktor yang sangat penting terhadap briket karena, nilai kalor dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas pembakaran briket yang baik. Tinggi rendahnya nilai kalor yang terdapat pada suatu briket sejalan dengan kualitas pembakaran briket yang dihasilkan. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku limbah ampas tebu dengan campuran batubara dan konsentrasi perekat tapioka terhadap nilai kalor aktual briket ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap nilai kalor aktual briket (kal/g).

Perlakuan	Nilai Kalor Aktual
P ₀	3.266,1
P ₁	4.588,5
P ₂	4.122,3
P ₃	3.777,6

Data yang ditampilkan pada Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai kalor aktual briket tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan P₁ yakni sebesar 4588,5 kal/g dan nilai kalor aktual terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan P₀ yakni sebesar 3266,1 kal/g. Berdasarkan data nilai kalor

yang tertera dapat disimpulkan bahwa hanya briket dengan perlakuan P_1 yang besar nilai kalornya telah sesuai dengan standar mutu briket bio-batubara (Permen ESDM, 2006), yang memiliki batas maksimal nilai kalor nya sebesar 4400 kal/g.

Pada Tabel 9 juga ditunjukkan bahwa komposisi batubara mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan briket. Kombinasi perlakuan dengan komposisi batubara yang tinggi cenderung mendapatkan nilai kalor aktual yang tinggi dan kombinasi perlakuan dengan komposisi batubara yang sedikit relatif menghasilkan nilai kalor aktual yang rendah juga. Hal ini terjadi karena batubara memiliki nilai kalor yang besar sehingga menaikkan nilai kalor dari briket yang dihasilkan. Namun demikian, Novita dan Damanhuri (2010) menyatakan bahwa pengukuran nilai kalor suatu bahan campuran yang dilakukan menggunakan bom kalorimeter sangat rentan terhadap kesalahan. Hal tersebut disebabkan oleh sangat sedikitnya sampel bahan campuran yang digunakan pada pengukuran, sehingga tidak cukup mewakili variasi atau komposisi bahan campuran sebenarnya (secara *real*). Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan pengukuran nilai kalor teoritis briket terhadap tiap komponen bahan penyusun briket. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku dan konsentrasi perekat tapioka terhadap nilai kalor teoritis briket ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap nilai kalor teoritis briket (kal/g)

Perlakuan	K_1	K_2	K_3
P_0	1.988,1	2.059,1	2.124,1
P_1	4.483,6	4.446,2	4.411,6
P_2	3.651,8	3.650,4	3.649,1
P_3	2.820,4	2.854,7	2.886,6

Data pengukuran pada Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai kalor teoritis terendah ditunjukkan pada perlakuan P_0K_1 yakni sebesar 1986 kal/g dan nilai kalor teoritis tertinggi ditunjukkan pada perlakuan P_1K_1 yakni sebesar 4502 kal/g. Hal itu menyimpulkan bahwa hanya kombinasi perlakuan P_1 yang telah sesuai dengan persyaratan nilai kalor maksimum bio-batubara yang ditetapkan oleh (Permen ESDM, 2000) yaitu 4400 kal/g.

Pada Tabel 10 juga menunjukkan bahwa konsentrasi batubara dalam campuran briket sangat besar dampaknya terhadap kenaikan nilai briket yang dihasilkan. Nilai kalor batubara akan menaikkan kalor campuran antar bahan baku biomassa pada pembuatan briket bio-batubara akibat nilai kalor batubara yang tinggi (Putri, 2010). Hendra (2007) juga menambahkan bahwa batubara memiliki kadar karbon terikat yang tinggi dan apabila suatu briket dibuat dengan campuran bahan baku batubara dapat menunjang nilai kalor briket yang dihasilkan.

Pada Tabel 10 juga dapat disimpulkan bahwa perekat tapioka cenderung menurunkan nilai kalor dari briket yang dihasilkan, konsentrasi perekat tapioka yang tinggi menyebabkan turunnya nilai kalor pada briket. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi perekat tapioka yang terkandung dalam suatu briket semakin tinggi pula kadar air yang ada pada briket yang dihasilkan dan berdampak pada nilai kalor yang dihasilkan saat pembakaran. Mulyadi dkk (2013) menyatakan nilai kalor yang dihasilkan bergantung pada tinggi rendahnya perekat tapioka yang digunakan, semakin tinggi perekat tapioka yang digunakan cenderung menurunkan nilai kalor dari briket yang dihasilkan.

3.6. Laju Pembakaran

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan berapa banyaknya massa briket yang berkurang per satuan menit saat briket dibakar. Uji laju pembakaran juga dapat dijadikan parameter briket itu memiliki kualitas dan suhu pembakaran yang baik atau tidaknya. Hubungan antara pengaruh

komposisi bahan baku dan konsentrasi perekat tapioka terhadap laju pembakaran briket ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hubungan antara pengaruh komposisi bahan baku utama dan konsentrasi perekat tapioka terhadap laju pembakaran briket (g/menit)

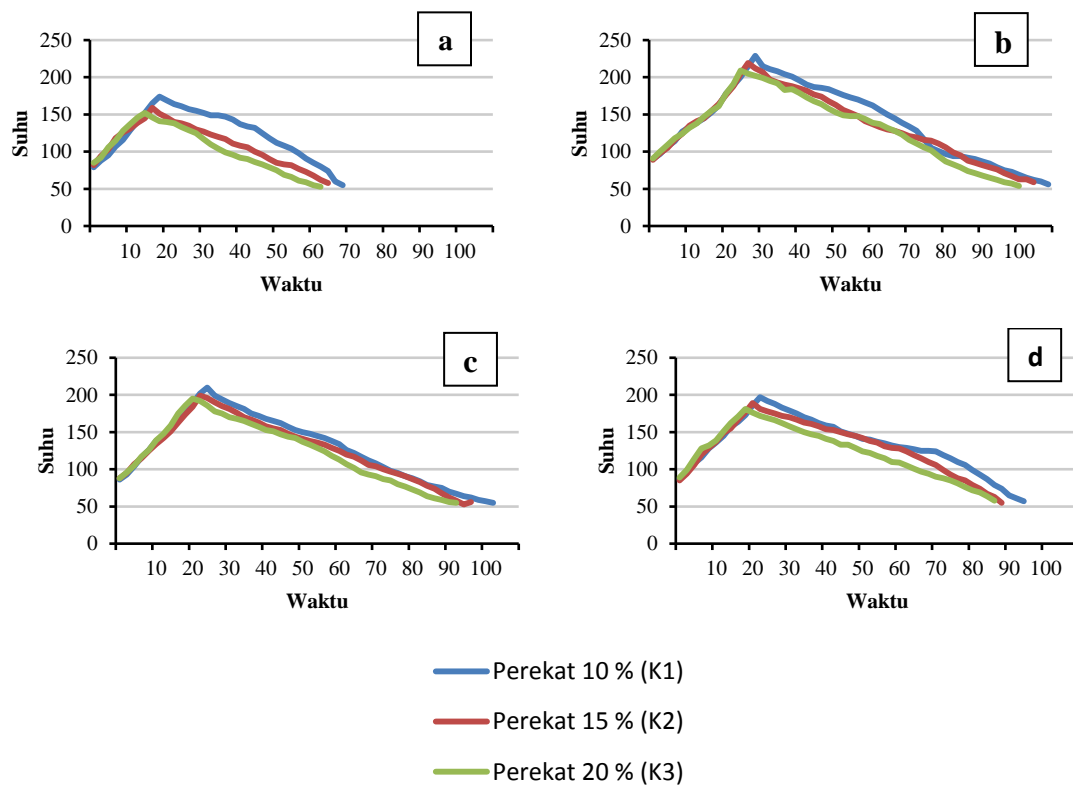
Perlakuan	K ₁	K ₂	K ₃
P ₀	2,857	3,030	3,125
P ₁	1,818	1,886	1,960
P ₂	1,923	2,041	2,127
P ₃	2,083	2,222	2,272

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 11 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang sangat cepat habis terbakar adalah perlakuan P₀K₃ dan kombinasi perlakuan yang sukar terbakar adalah perlakuan P₁K₁. Dari hal tersebut dapat dijelaskan mengapa kombinasi perlakuan yang menggunakan komposisi batubara yang tinggi pada campuran bahan umpannya sukar terbakar dibandingkan kombinasi perlakuan yang tidak atau sedikit menggunakan batubara. Hal ini diduga karena laju pembakaran briket meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi limbah ampas tebu dalam komposisi bahan baku. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Putri (2010) yang mengemukakan bahwa laju pembakaran briket bio-batubara cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya persentase bahan baku biomassa dalam komposisi bahan baku. Hal tersebut diduga disebabkan oleh tingginya kandungan bahan mudah menguap (*volatile matter*) limbah ampas tebu sehingga berimplikasi pada peningkatan laju pembakaran briket yang dihasilkan. Loo dan Koppejan (2008) menjelaskan bahwa briket yang terbuat dari bahan baku yang memiliki kandungan bahan mudah menguap yang tinggi akan memiliki laju pembakaran yang tinggi.

Mengacu pada data yang ditunjukkan pada Tabel 11, laju pembakaran briket sangat dipengaruhi oleh konsentrasi perekat tapioka yang digunakan pada campuran bahan baku briket. Konsentrasi perekat tapioka yang rendah pada briket mengarah ke laju pembakaran yang relatif lambat dibandingkan dengan briket yang memiliki konsentrasi perekat yang tinggi pada perlakuannya cenderung lebih cepat terbakar, akibat zat bahan menguap (*volatile matter*) yang terkandung didalam perekat tapioka. Konsentrasi perekat tapioka yang rendah pada briket juga mempengaruhi koefisien gesekan antar partikel penyusun briket yang besar sehingga akan berdampak pada besarnya nilai kerapatan yang dihasilkan briket. Sesuai dengan hasil dari Saptoadi (2008) nilai kerapatan suatu briket sejalan dengan hasil yang diuji pada laju pembakaran. Kecilnya nilai kerapatan pada briket akan berakibat pada lebih banyaknya pori-pori yang terdapat didalam briket sehingga memudahkan oksigen keluar masuk saat pembakaran briket. Selanjutnya tinggi rendahnya nilai Kerapatan dapat mempengaruhi laju pembakaran briket yang dibakar akibat tekanan dan suhu yang terjadi saat proses pencetakan.

3.7. Suhu Dasar Panci Pemasakan

Briket umumnya memiliki fungsi untuk proses pembakaran dan pemanasan pada keperluan dapur dan industri. Air memiliki titik didih pada suhu 100°C untuk mendidihkan air pada suhu maksimal dan minyak goreng memiliki suhu untuk menggoreng makanan secara terendam (*deep frying*) pada suhu minyak 160°C hingga 190°C (Rossell, 2001 dalam Tamrin, 2010). Demikian briket dianggap baik bila dapat memanaskan suhu panci hingga dapat memanaskan minyak pada suhu 160°C – 190°C. Berikut ini hasil grafik perubahan suhu uji panci saat pembakaran ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perubahan suhu dasar panci pemasakan pada saat pembakaran briket (a) 100%:0% (b) 40%:60% (c) 60%:40% (d) 80%:20%.

Berdasarkan Gambar 1, peningkatan suhu dasar panci pemasakan berada pada rentang waktu 18-24 menit setelah penyalaan awal briket. Hal ini disebabkan oleh timbulnya nyala api pada briket yang dihasilkan dari mekanisme pengaliran udara dengan cara pengipasan bara briket. Selanjutnya, dilihat pada Gambar 1 suhu dasar panci pemasakan mengalami penurunan pada saat nyala api briket telah padam pada menit ke 30 hingga briket habis terbakar. Suhu dasar panci pemasakan akan terus menurun hingga bara briket padam dan menjadi abu. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Tamrin (2011) yang melaporkan bahwa nyala api pada briket menyebabkan suhu dasar panci pemasakan mengalami kenaikan secara cepat dan suhu dasar panci pemasakan mulai mengalami penurunan pada saat nyala api pada briket padam dan briket mulai membara. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu dasar panci pemasakan saat pembakaran briket dapat bertahan pada suhu lebih dari 180 °C selama 20 menit. Dengan demikian

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Komposisi bahan baku (limbah ampas tebu dan batubara) berpengaruh nyata terhadap kekuatan tekan dan laju pembakaran briket. Semakin tinggi persentase batubara dalam komposisi bahan baku cenderung meningkatkan kekuatan tekan dan menurunkan laju pembakaran briket.
2. Konsentrasi perekat tapioka berpengaruh nyata terhadap kerapatan, kekuatan tekan, *shatter resistance index*, dan laju pembakaran briket. Semakin rendah konsentrasi perekat tapioka yang digunakan cenderung meningkatkan kerapatan, kekuatan tekan, dan *shatter resistance index* serta menurunkan laju pembakaran briket.

3. Briket yang dihasilkan memiliki karakteristik sebagai berikut: kerapatan briket berkisar $0,36 - 0,44 \text{ g/cm}^3$, kadar air berkisar $4,04\% - 6,42\%$, kekuatan tekan berkisar $26,87 - 46,15 \text{ N/cm}^2$, *shatter resistance index* berkisar $96,02\% - 96,78\%$, nilai kalor aktual berkisar $3266,1 - 4588,5 \text{ kal/g}$, nilai kalor teoritis berkisar $1988,1 - 4483,6 \text{ kal/g}$, laju pembakaran briket berkisar $1,818 - 3,125 \text{ g/menit}$, dan suhu dasar panci pemasakan tertinggi didapatkan pada kombinasi perlakuan P_1K_1 sebesar 229°C .

4.2. Saran

Berdasarkan hasil briket limbah ampas tebu yang dihasilkan pada penelitian ini masih didapatkan nilai kalor briket yang belum mencapai standar mutu yang sesuai dengan SNI di Indonesia, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan limbah biomassa yang memiliki nilai kalor yang tinggi agar tercapai nilai kalor sesuai SNI Indonesia. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan mesin pencetak briket tipe hidrolik agar didapatkan nilai kerapatan, kekuatan tekan dan *shatter resistance index* briket yang tinggi dibandingkan hasil briket dari mesin pencetak briket tipe screw.

Daftar Pustaka

- Afriyanto, M.R. 2008. Pengaruh Jenis Dan Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- ASTM. 1998. Standard Method for Moisture Analysis of Particulate Wood Fuels. Annual Book of ASTM Standards. West Conshohocken.
- Budi, E. 2011. Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Penelitian Sains*. 14 (4). 25-29.
- Hendra, D. 2007. Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 25 (3). 242-255.
- Hu, Q., Shao, J., Yang, H., Yao, D., Wang, X., and Chen, H. 2015. Effects of Binders on The Properties of Bio-Char Pellets. *Applied Energy*.
- Ismayana, Afriyanto, dan Rizal, M. 2011. Pengaruh Jenis Dan Kadar Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jamilatun, S. 2008. Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*. 2 (2). 39-40.
- Kalihan, N., and Morey, V.R. 2009. Factors Affecting Strength and Durability of Densified Biomass Products. *Biomass and Bioenergy*. 33. 337-359.
- Kulig, R., Skonecki, S., and Lysiak, G. 2012. The Effect of Binder Addition on The Parameters of Compacted Poplar Wood Sawdust. *Teka Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 12 (2). 303-309.
- Liu, Z., Jiang, Z., Cai, Z., Fei, B., and Liu, X. 2013. Effects of Carbonization Conditions on Properties of Bamboo Pellets. *Renewable Energy*. 51. 1-6.
- Loo, V.S., and Koppejan, J. 2008. *The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing*. Earthscan. London.
- Mulyadi, A., Dewi, A.I., dan Deoranto, P. 2013. Pemanfaatan Kulit Buah Nipah Untuk Pembuatan Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14 (1). 65-72.
- Novita, M.D., dan Damanhuri, E. 2010. Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia dalam Konsep Waste to Energi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 16 (2). 103-114.

- Onuegbu, U.T., Ekpunobi, E.U., Ogbu, M.I., Ekeoma, M.O., and Obumselu, F.O. 2011. Comparative Studies of Ignition Time and Water Boiling Test of Coal and Biomass Briquettes Blend. *IJJRAS*. 7 (2). 153-159.
- Purwanto, D. 2015. Pengaruh Ukuran Partikel Tempurung Sawit dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Biobriket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 33 (4). 303-313.
- Putri, G.L. 2010. Pengaruh Campuran Serat Kelapa Sawit dan Ampas Tebu Dengan Batubara Untuk Pembuatan Briket Biocoal Terhadap Sifat Fisik dan Laju Pembakaran. [Skripsi]. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Saptoadi, H. 2008. The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size. *Asian Journal Energy Environ*. 9. 161-175.
- Sumangat, D., dan Broto, W. 2009. Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 5.
- Tamrin.2010. Pengembangan Tungku Briket Batubara Skala Rumah Tangga. *Agritech*. 30 (4). 250-255.
- Taulbee, D., Patil, P.D., Honaker, Q.R., and Parekh, K.B. 2009. Briquetting of Coal Fines and Sawdust Part I: Binder and Briquetting Parameters Evaluation. *International Journal Coal*. 29 (1). 1-22.
- Triono, A. 2006. Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis Eminii Engl) Dan Sengon (Paraserlanthes Falcataria L Nielsen) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera L). *Skripsi*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wilaipon, P. 2010. Density of Equation of Cassava-Stalk Briquettes Under Moderate Die-Pressure. *American Journal Applied Sciences*. 7 (5). 698-701.
- Zhang, G., and Li, B. 2012. Availability and Physical Properties of Residues from Major Agricultural Crops for Energy Conversion Through Thermochemical Processes. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 7 (3). 313-321.