



Pengaruh Perbedaan Komposisi dan Ukuran Partikel Batang Singkong dan Batubara Terhadap Kualitas Bahan Bakar Briket Biocoal

Effect of Differences Composition and Size Cassava Stick Particle and Coal Againsts Fuel Quality Biocoal Briquette

Panji Ario Samudro¹, Sandi Asmara^{1*}, Sapto Kuncoro¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: shandiasmara@yahoo.com

Abstract. A severe energy crisis the Indonesians whose notes had once been members of OPEC or petroleum exporters are particularly tricky. Coal production Indonesia in 2017 totaled 461 million tons were given priority to the mouth of mine. With production at a figure of millions of tons of coal, it could be an alternative fuel choice that replaced oil that began to shrink production. Coupled with a natural adhesive use of the cassava sewage system, it can serve as an alternative energy source called a biocoal briquette. The aim of the study is to see how the composition and the size of the cassava steam and coal particles in the quality of a biocoal briquette. The research uses complete randomizwd design (CRD) arranged vectorally by three replications. The first factor is material composition (b) (50%BB:50%BS, 40%BB:60%BS, and 30%BB:70%BS). The second factor is the scuttle (m) (10mesh, 20mesh, and 30mesh). Research shows that sewage from the cassava stem is worthy of being used for the manufacture of a biocoal briquette fuel. Producing the following characteristics : water content ranges between 5.26-6.77% already meeting the quality standards (SNI 4931/2010) by 17%, the density of the population between 0.37-0.41g/cm³, the rate of arson between 0.35-0.38gr/minute, the kalor rate of between 4.548-5.064cal/g that already meets the kalor class A value standard of 5000-6000 cal/g and class B 4000-5000cal/g.

Keywords: Biocoal Briquette, Coal, Cassava.

1. Pendahuluan

Masalah krisis energi yang melanda Indonesia yang notabene pernah menjadi anggota OPEC atau negara eksportir minyak menjadi net importir minyak tentu sangat meresahkan pada saat ini, sudah menjadi kaharusan bagi Indonesia untuk membuat kebijakan baru yang dapat menopang energi bagi negara Indonesia. Produksi batubara Indonesia pada tahun 2017 sebanyak 461 juta ton yang di prioritaskan untuk kebutuhan PLTU Mulut Tambang. Dengan produksi pada angka jutaan ton batubara dapat menjadi pilihan bahan bakar alternatif menggantikan minyak bumi yang mulai mengalami penyusutan produksi.

Pemanfaatan batang singkong ini dinilai kurang diperhatikan oleh petani padahal batang singkong mengandung lignin yang dapat menjadi perekat alami pada proses pembuatan briket biocoal. Berdasarkan hal diatas membuat peneliti berfikir untuk memanfaatkan sumber alternatif baru yang relatif murah dan ramah lingkungan. Teknologi alternatif untuk memanfaatkan limbah pertanian adalah teknologi pembuatan Briket campuran batubara dan cacahan batang singkong dapat digunakan sebagai energi alternatif. Tujuan pada penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh komposisi dan ukuran partikel batang singkong dan batubara terhadap kualitas briket biocoal.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Sumberdaya, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

2.2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah batubara BA64 dengan ukuran 50mesh yang diperoleh dari PT Bukit Asam Tbk, Limbah batang singkong yang diperoleh dari petani singkong di Tulang Bawang Barat, dan molasse. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *screw press*, *bomb calorimeter*, pisau, nampan, timbangan digital, sekop, ayakan *tyler meinzer II*, pressure meter, oven, *Hammer mill*, dan perajang batang singkong tipe TEP-1.

2.3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode percobaan faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu komposisi bahan (b) dan ukuran partikel batubara (m). Dengan perbandingan komposisi bahan 50%BB : 50%BS (b1), 40%BB : 60%BS (b2), 30%BB : 70%BS (b3), sedangkan ukuran partikel batang singkong yaitu 10mesh (m1), 20mesh (m2), 30mesh (m3) dan ukuran partikel batubara 50mesh. Dengan keterangan BB : Batubara dan BS : Batang singkong. Dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Tata letak percobaan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

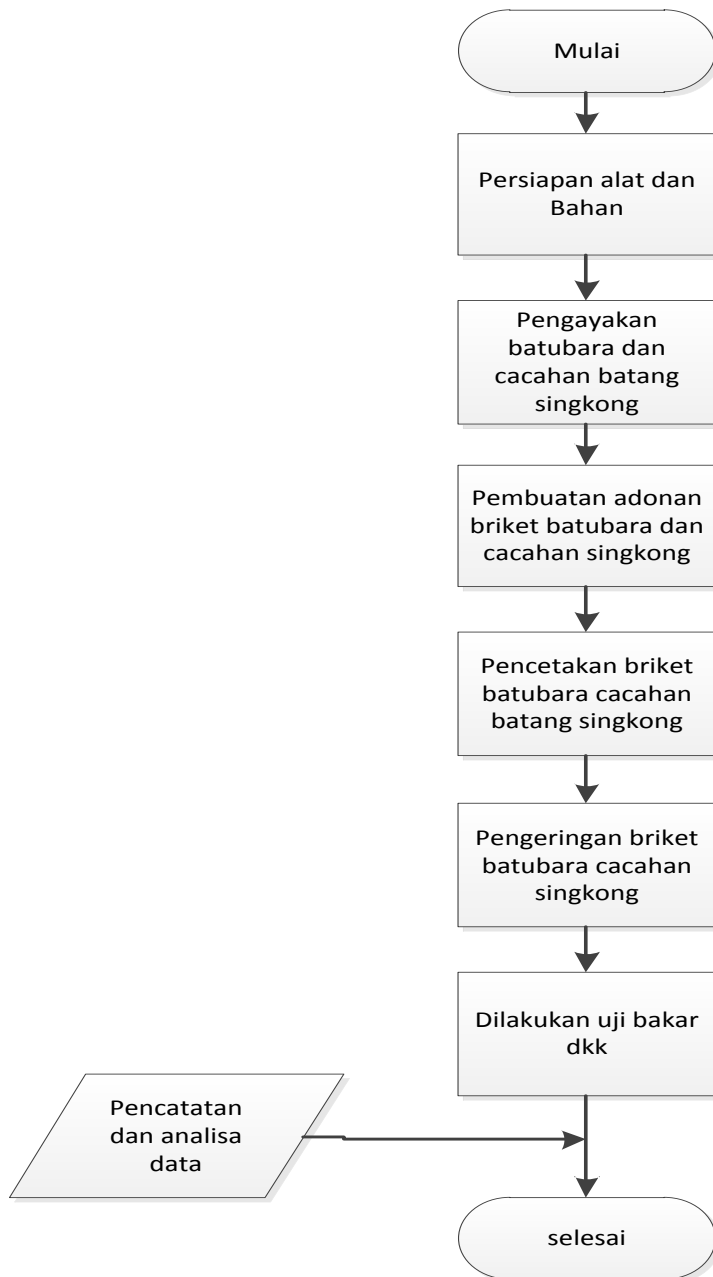
Tabel 1. Tata letak perambangan (randomisasi) menurut RAL faktorial

b3m1U1	b2m1U3	b1m3U2
b3m1U3	b3m1U2	b2m2U3
b1m2U2	b3m3U2	b1m1U3
b3m2U3	b1m3U1	b2m3U2
b2m2U2	b1m3U3	b2m1U1
b1m1U2	b1m2U1	b3m2U2
b2m3U3	b3m3U1	b2m2U1

b2m1U1	b3m3U3	b2m3U1
b1m2U3	b1m1U1	b3m2U1

2.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

2.4.1. Persiapan Alat dan Bahan

Bahan baku pembuatan briket harus cukup halus untuk dapat membentuk briket yang baik. Batang singkong digiling secara mekanis menggunakan *Hammer mill*, penggilingan dilakukan dua kali. Kemudian batang singkong diperkecil ukurannya dengan dicacah menjadi cacahan berukuran 0,5-0,2 cm menggunakan alat *perajang batang singkong tipe TEP-1*. Cacahan batang singkong kemudian dikeringkan menggunakan tenaga matahari sampai kadar air mencapai 8-12%. Dan

batubara diperkecil ukurannya secara manual dengan ditumbuk menggunakan alu besi hingga menjadi butiran halus.

2.4.2. Pengayakan Batubara dan Cacahan Batang Singkong

Proses pengayakan serbuk batubara pada skala 50mesh dan cacahan batang singkong pada skala 10, 20, 30mesh dengan menggunakan ayakan *tyler meinzer II*.

2.4.3. Pencampuran perekat dan bahan baku

Serbuk batubara dan cacahan batang singkong yang telah diayak kemudian di campur dengan perekat dari molase dengan perbandingan 3% dari total berat keseluruhan bahan baku.

2.4.4. Pencetakan Briket

Pencetakan dilakukan dengan menggunakan alat *screw press briquette* dengan diameter 5 cm dan tinggi 7 cm

2.4.5. Pengeringan Briket

Briket *biocoal* yang telah dicetak dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 105⁰ selama kurang lebih 4 jam.

2.4.6. Pengamatan dan Pengukuran

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa parameter menggunakan rumus berikut:

$$\text{Rumus Kadar Air} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Rumus Densitas } \rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

$$V = \pi \times r^2 \times t = \text{Volume Silinder}(\text{cm}^3) \quad (3)$$

$$\text{Laju Pembakaran briket} = \frac{\text{berat briket (g)}}{\text{waktu sampai briket abis(menit)}} \quad (4)$$

dimana W1 adalah berat Sampel mula-mula (gr), W2 adalah berat Sampel setelah dikeringkan(gr), ρ adalah kerapatan (g/cm³), dan M adalah massa (gram).

2.6. Analisis Data

Data hasil pengujian karakteristik briket *biocoal* terdiri dari pengukuran kadar air, kerapatan massa (densitas), laju pembakaran dan nilai kalor. Data hasil pengukuran dianalisis dengan asumsi uji Anova (Analisis Ragam). Setelah asumsi analissi ragam terpenuhi maka dilakukan dengan uji lanjut, dengan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Dan dibandingkan dengan Standar Kualitas Nilai Briket (SNI 4931/2010).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Briket Biocoal

Briket *biocoal* adalah suatu proses pembuatan briket dari campuran antara batubara dan biomassa dengan tahapan proses preparasi ukuran material, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan, sehingga diperoleh suatu bahan bakar padat yang mempunyai karakteristik tertentu

(Diah Pebriani, Trie. 2014). Biomassa yang digunakan untuk pembuatan briket *biocoal* pada penelitian ini yaitu cacahan batang singkong. Selanjutnya, bahan yang sudah dihaluskan dicampur dengan perekat dari molasse dengan perbandingan 3% dari total berat keseluruhan bahan baku. Kemudian bahan dicampur hingga homogen dan dicetak menggunakan alat *screw press briquette*. Selanjutnya briket *biocoal* dikeringkan dengan oven pada suhu 105° selama kurang lebih 4 jam. Dan didapatkan briket dengan berat kering 70 gr dengan panjang 9,5 cm dan diameter 4.84cm.

3.2. Kadar Air

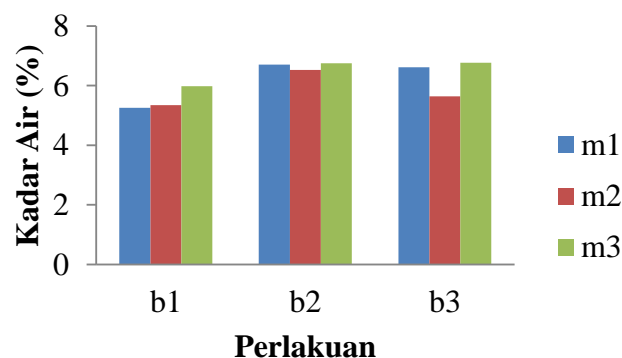
Kualitas briket yang dihasilkan salah satunya dipengaruhi oleh kadar air. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Hasil uji lanjut pengaruh komposisi batang singkong dan batubara pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut BNT pengaruh komposisi partikel batang singkong dan batubara terhadap kadar air briket *biocoal*

Perlakuan	Nilai Tengah (%)	t Grouping
b2	6.6656	A
b3	6.3433	A
b1	5.5300	C

Keterangan: Pada *t grouping* bila terdapat huruf yang sama maka perlakuan tidak berbeda nyata, namun bila terdapat huruf yang berbeda maka perlakuan berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut pada taraf $\alpha = 0,05$ yang ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pengaruh komposisi batang singkong dan batubara berbeda nyata terhadap kadar air briket. Hal ini sejalan dengan penelitian Budiono (2003), menyatakan bahwa komposisi batubara mempengaruhi hasil analisa yang didapatkan. Karena semakin sedikit batubara pada komposisi briket maka kadar air semakin besar dan nilai kalor yang terdapat pada briket akan semakin rendah. Hal inilah yang dapat menimbulkan polutan. Sehingga, briket tersebut tidak baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Selain itu, rendahnya kadar air akan memudahkan briket dalam penyalanyaannya. Hasil pengujian kadar air briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan pengaruh komposisi dan ukuran partikel batang singkong dan batubara terhadap kadar air briket *biocoal* (Keterangan: b1=50% BB: %50BS; b2= 40%BB: 60%BS; b3= 30%BB : 70%BS dan m1=10mesh; m2= 20mesh; m3= 30mesh)

Berdasarkan Gambar 2 rata-rata nilai kadar air briket pada seluruh perlakuan sudah memenuhi standar kualitas nilai kadar air briket yaitu $\leq 17\%$ (SNI 4931/2010). Pada penelitian ini

perlakuan b1m1 menunjukkan nilai rata-rata kadar air briket terendah yaitu 5.26% dan pada perlakuan b1m2 dengan nilai rata-rata kadar air 5.35%. Dan nilai rata-rata kadar air briket tertinggi yaitu 6.77% pada perlakuan b3m3. Hal ini sejalan dengan penelitian Sudiro (2014) ukuran partikel yang besar lebih sedikit menyerap air dibanding dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Perlakuan b3m3 memiliki ukuran partikel yang lebih kecil yaitu 30 mesh batang singkong dibandingkan dengan perlakuan b1m1 dan b1m2 yang memiliki ukuran 10 mesh dan 20 mesh batang singkong. Kadar air briket juga sangat mempengaruhi nilai kalor atau nilai panas yang dihasilkan. Tingginya kadar air akan menyebabkan penurunan nilai kalor (Hendra, D., dan Darmawan, S. 2000).

3.3. Kerapatan Massa (Densitas)

Kerapatan massa (densitas) briket berpengaruh terhadap kualitas briket. Kerapatan massa (densitas) merupakan perbandingan antara massa dan volume briket. Karena kerapatan yang sesuai dapat meningkatkan kualitas briket tersebut. Hasil uji lanjut pengaruh ukuran partikel batang singkong pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

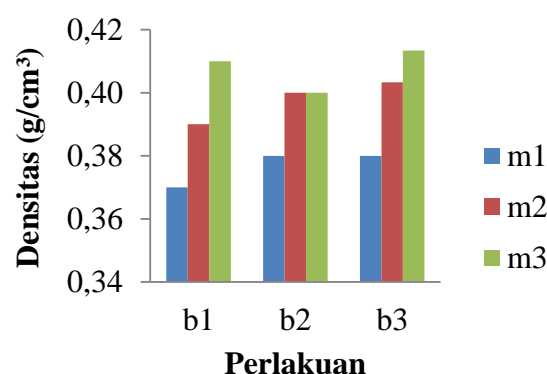
Tabel 3. Hasil Uji Lanjut BNT pengaruh ukuran partikel batang singkong terhadap densitas briket *biocoal*

Perlakuan	Nilai Tengah (g/cm ²)	t Grouping
m3	0.408889	A
m2	0.398889	B
m1	0.380000	C

Keterangan: Pada *t grouping* bila terdapat huruf yang sama maka perlakuan tidak berbeda nyata, namun bila terdapat huruf yang berbeda maka perlakuan berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut pada Tabel 3. menunjukkan bahwa ukuran batubara berbeda nyata terhadap densitas briket. Menurut Hendra dan Winarni 2003 besar atau kecilnya kerapatan briket dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan bahan penyusun briket itu sendiri. Kerapatan juga dapat mempengaruhi keteguhan tekan, lama pembakaran, dan mudah tidaknya pada saat briket akan dinyalakan.

Menurut Setiowati dan Triono (2014), bentuk dan ukuran partikel memegang peranan penting dalam menentukan kualitas ikatan bahan. Semakin kecil ukuran partikel yang berikatan maka kualitas ikatannya semakin kuat, karena semakin luas kontak permukaan antar partikel. Ukuran partikel juga berpengaruh pada distribusi partikel, semakin kecil partikel kemungkinan terdistribusi secara merata lebih besar, sehingga pada proses pencampuran akan memperoleh distribusi yang homogen. Kehomogenan campuran menentukan kualitas ikatan, karena selama proses kompaksi atau pengepresan bahan gaya tekan yang diberikan akan terdistribusi secara merata. Hasil kerapatan massa (densitas) pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 3. Hubungan pengaruh komposisi dan ukuran partikel batang singkong dan batubara terhadap kerapatan massa (densitas) briket *biocoal* (Keterangan : b1=50% BB:50% BS; b2=40% BB:60% BS; b3=30% BB:70% BS dan m1=10 mesh BS; m2= 20 mesh B; m3= 30 mesh BS)

Berdasarkan Gambar 3 nilai rata-rata kerapatan massa (densitas) terendah pada penelitian ini yaitu pada perlakuan b1m1 dengan nilai 0.37 g/cm^3 . Hal ini disebabkan pada ukuran 10mesh ukuran partikelnya lebih besar sehingga kemampuan untuk merapat lebih sukar dan banyak rongga kosong. Sedangkan nilai kerapatan massa (densitas) tertinggi yaitu pada perlakuan b1m3, b3m3 dengan nilai 0.41 g/cm^3 .

Kerapatan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan briket arang sulit terbakar, sedangkan briket yang memiliki kerapatan yang rendah maka akan memudahkan pembakaran karena semakin besar rongga udara atau celah yang dapat dilalui oleh oksigen dalam proses pembakaran. Namun briket dengan kerapatan yang terlalu rendah dapat mengakibatkan briket cepat habis dalam pembakaran karena bobot briketnya lebih sedikit (Hendra dan Winarni 2003). Sehingga pada perlakuan b2m2, b3m2, b2m3 dengan nilai rata-rata kerapatan massa (densitas) yaitu 0.40 g/cm^3 menunjukkan hasil yang optimum untuk kerapatan massa (densitas) pada penelitian ini. Karena memiliki nilai densitas yang tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi.

3.4. Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan pengurangan bobot per menit ataupun per detik selama pembakaran. Pengurangan bobot yang semakin cepat memberikan laju pembakaran yang besar pula. Semakin besar laju pembakaran, maka nyala briket akan semakin singkat (Riseanggara, 2008). Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kelayakan dari bahan bakar yang diuji sehingga dalam aplikasinya nanti dapat digunakan (Almu, 2014). Hasil uji lanjut pengaruh ukuran partikel batang singkong pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

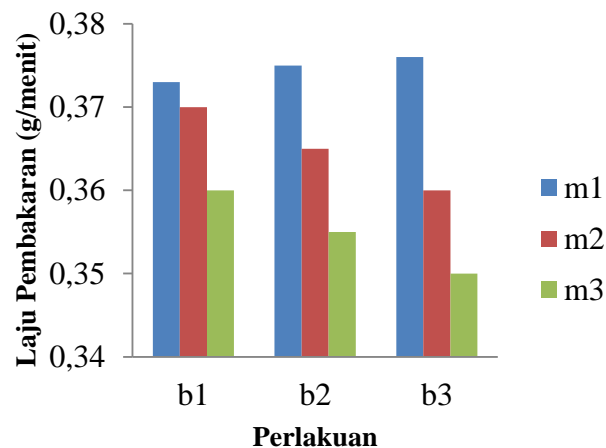
Tabel 4. Hasil Uji Lanjut BNT pengaruh ukuran partikel batang singkong terhadap laju pembakaran briket *biocoal*

Perlakuan	Nilai Tengah (g/menit)	t Grouping
m1	0.376667	A
m2	0.365556	B
m3	0.355556	C

Keterangan: Pada *t grouping* bila terdapat huruf yang sama maka perlakuan tidak berbeda nyata, namun bila terdapat huruf yang berbeda maka perlakuan berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 4 hasil uji lanjut pengaruh ukuran partikel batubara berbeda nyata terhadap laju pembakaran briket. Menurut Borman (1998) dalam Syamsiro, M., Saptoadi, H. (2007) laju pembakaran briket *biocoal* tergantung pada konsentrasi bahan baku, oksigen, temperature gas, dan ukuran partikel. Hal ini sejalan dengan penelitian Iriany, dkk. 2016 yang mengungkapkan bahwa tinggi rendahnya laju pembakaran dari briket sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel yang digunakan. Yang disebabkan oleh ukuran partikelnya lebih besar terdapat banyak ruang pori-pori untuk dilalui oksigen. Sehingga lebih mudah terbakar dan mempengaruhi laju pembakarannya. Pada ukuran partikel yang relatif kecil komposisi mudah untuk merapat dan pori-pori antara partikel jauh lebih sedikit, sehingga briket tersebut akan lebih lama habis bila dibakar. Semakin tinggi kerapatan briket, semakin rendah laju pembakaran. Hal ini disebabkan karena semakin padat partikel-partikel pada briket maka proses pembakarannya akan lebih lama, Riseanggara (2008) dalam Purnomo (2015). Hasil laju pembakaran briket pada penelitian ini dapat

dilihat pada Gambar 11.



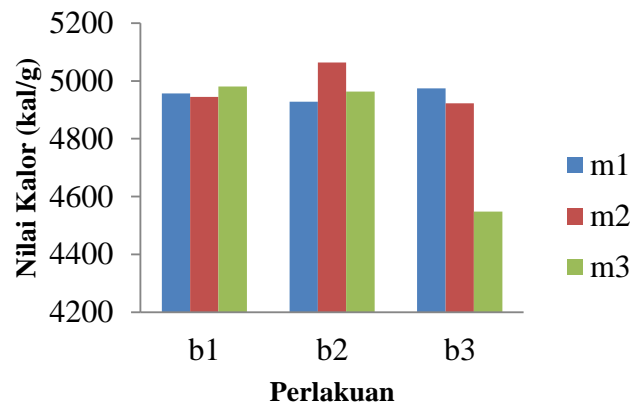
Gambar 4. Hubungan pengaruh komposisi dan ukuran partikel batang singkong dan batubara terhadap laju pembakaran briket *biocoal* (Keterangan : b1=50% BB:50% BS; b2=40% BB:60% BS; b3=30% BB:70% BS dan m1=10 mesh BS; m2= 20 mesh B; m3= 30 mesh BS)

Berdasarkan Gambar 4 nilai laju pembakaran tertinggi yaitu 0.38 g/menit pada perlakuan b2m1 dan b3m1. Sedangkan laju pembakaran terendah pada penelitian ini ditunjukkan pada perlakuan b3m3 dengan nilai 0.35 g/menit. Dari hasil penelitian yang diperoleh tinggi dan rendahnya laju pembakaran dipengaruhi oleh kadar air dan kerapatan massa. Semakin tinggi kerapatan briket, semakin rendah laju pembakaran.

Laju pembakaran briket juga dikaitkan dengan nilai kadar airnya. Semakin tinggi kadar air maka laju pembakarannya rendah. Hal ini disebabkan karena kadar air yang tinggi pada briket akan menimbulkan polutan. Sehingga dapat menyebabkan akan menyebabkan gejala sesak nafas bagi masyarakat yang menggunakannya. Jadi, briket tersebut tidak baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Budiono, 2003).

3.5. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah energi yang terkandung dalam bahan bakar padat dalam setiap satuan massa bahan bakar (kal/g) (Koesoemadinata, 1980). Nilai kalor merupakan sifat yang sangat penting dari briket *biocoal*, hal ini dikarenakan nilai kalor akan menentukan kelayakan briket untuk dijadikan sebagai bahan bakar (Faizal dkk,2014). Nilai kalor batubara BA-64 yaitu sebesar 6400 Kcal/Kg.ar (Bukit Asam Tbk. 2019). Sedangkan nilai kalor batang singkong terdapat pada tinjauan pustaka Tabel 3 yaitu *Gross calorific value* 17.58MJ/kg dan *Net calorific value* 17.99MJ/kg (Pattiya dkk. 2007). Hasil pengujian nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter* pada briket *biocoal* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan pengaruh komposisi dan ukuran partikel batang singkong dan batubara terhadap nilai kalor briket *biocoal* (Keterangan : b1=50% BB:50% BS; b2=40% BB:60% BS; b3=30% BB:70% BS dan m1=10 mesh BS; m2= 20 mesh B; m3= 30 mesh BS)

Berdasarkan Gambar 5 nilai kalor briket *biocoal* tertinggi yaitu pada perlakuan b2m2 dengan nilai 5064 kal/g. Sedangkan nilai kalor briket *biocoal* terendah yaitu pada perlakuan b3m3 dengan nilai 4548 kal/g. Hal ini sejalan dengan penelitian Marzan. (2016) yang menyatakan ukuran partikel dan komposisi sangat berpengaruh terhadap nilai kalor. Dimana semakin besar ukuran partikel maka semakin tinggi nilai kalornya dan semakin banyak batu baranya semakin tinggi pula nilai kalornya. Dan semakin tinggi berat jenis bahan bakar, maka semakin tinggi nilai kalor yang diperolehnya.

Kenaikan nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air terikat yang menyebabkan nilai kalor naik. Semakin rendah kadar air akan menaikkan nilai kalor karena briket dengan kadar air yang sedikit akan mudah terbakar. Tingginya kadar air akan menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran (Hendra dan Darmawan, 2000).

Nilai kalor juga dipengaruhi oleh kerapatan massa (densitas). Menurut Soeparno dkk. 1990 mengatakan kerapatan yang tinggi menunjukkan kekompakan partikel arang briket yang dihasilkan. Kerapatan juga mempengaruhi besar kecilnya nilai kalor. Semakin besar kerapatan dan semakin besar berat jenisnya maka semakin besar juga nilai kalornya. Berdasarkan data hasil penelitian nilai kalor pada briket *biocoal* sudah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia Kualitas Briket dan masuk dalam kategori kelas B yaitu dengan standar nilai kalor kelas A yaitu 5000-6000 kal/g dan kelas B 4000-5000 kal/g (SNI No. 4931/2010).

Menurut Novita dan Damanhuri (2010) menyatakan bahwa pengukuran nilai kalor bahan campuran dengan menggunakan bom kalorimeter sangat rentan dalam kesalahan. Hal tersebut terjadi karena sangat sedikit sampel yang digunakan untuk pengukuran nilai kalor. Sehingga tidak cukup hanya mewakili atau membuktikan komposisi bahan campuran sebenarnya.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan yaitu Limbah batang singkong dengan campuran batubara dan perekat molasse dapat menjadi solusi dalam penyelesaian masalah petani singkong yaitu dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif (briket *biocoal*). Komposisi batang singkong dan batubara berpengaruh nyata terhadap kadar air briket sedangkan ukuran partikel batang singkong berpengaruh nyata terhadap kerapatan massa (densitas) dan laju pembakaran briket. Hasil karakteristik setelah pengujian briket *biocoal* sebagai berikut: kadar air 5.26-6.77%,

kerapatan 0,37-0,41 g/cm³, laju pembakaran 0,35-0,38 gram/menit, dan nilai kalor 4548-55064 kal/g.

Daftar Pustaka

- Almu. A.M., Syahrul., Yesung A.P. 2014. Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 117-124.
- Budiono, C. 2003. *Penentuan Kualitas Briket Batubara*. <http://Penentuankualitasbriketbatubara.ac.id>. Diakses pada tanggal 22 Juli 2020. Pukul 21.00 WIB.
- Bukit Asam Tbk. 2019. *Produk Batubara*. <http://www.ptba.co.id>. Diakses Pada Tanggal 14 Oktober 2020. Pukul 19.00 WIB.
- Diah Pebriani, Trie. 2014. *Pembuatan Briket Biocoal Dari Campuran Batubara Lignit, Tongkol Jagung Dan Tempurung Biji Karet Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Faizal, Muhammad, Ismira Andynaprawati dan Puput Destriana. 2014. Pengaruh Komposisi Arang dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket dari Kayu Karet. *Jurnal Teknik kimia*. 20(2), 36-44.
- Hendra, D., dan Darmawan, S. 2000. Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu dengan Penambahan Tempurung Kelapa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 18 (1), 1 - 9.
- Hendra, D dan Winarni, I. 2003. Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Campuran Limbah Kayu Gergajian dan Sebetan Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Bogor.
- Iriany., Firman, A.S.S., Meliza. 2016. Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(3), 56-63.
- Koesoemadinata. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Marzan. 2016. *Pengaruh Ukuran Mesh Terhadap Kualitas Briket Batu Bara Campur Biomassa Sekam Padi Dan Tepung Kanji Sebagai Perekat Dengan Tekanan 8,43kg/cm²*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Teuku Umar. Aceh.
- Novita, M.D., dan Damanhuri, E.2010. Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia dalam Konsep Waste to Energy. *Journal Teknik Lingkungan*. 16(2), 103-104.
- Pattiya, A., Titiloye, O.J., and Bridgwater, V.A. 2007. Fast Pyrolysis of Agricultural Residues from Cassava Plantation for Bio-Oil Production. *Asian Journal on Energy and Environment*. 8(2): 496-502.
- Purnomo, R.A., Haisen, H., Inka, R.P. 2015. Pemanfaatan Limbah Biomassa untuk Briket Sebagai Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI Program Studi TIP-UTM*. 2(3), 56-67.
- Riseanggara, R. 2008. *Optimasi Kadar Perekat pada Briket Limbah Biomassa*. Perpustakaan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiowaty., R dan Triono, F. 2014. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan dan Komposisi Bahan terhadap Sifat Fisis Briket Arang. *Jurnal Neutrino*. 7(1).
- Soeparno. 1990 *Pengaruh Tekanan Waktu Kempa dan Jenis Serbuk Pada Pembuatan Arang Gergajian Terhadap Rendemen dan Nilai Panas*. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2010. *SNI Briket Batubara, Kualifikasi, Syarat, Mutu, dan Metode Pengujian SNI 01-6235-2000*. Badan Standarisasi Nasional – BSN.

http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/5781. Diakses tanggal 29 Juli 2020. Pukul 15.00 WIB.

- Sudiro., Sigit, S. 2014. Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Briket yang Terbuat dari Batubara dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*. 1(2), 1-20.
- Syamsiro, M., Saptoadi, H. 2007. Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao Pengaruh Temperatur Udara Preheat. *Seminar Nasional Teknologi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.