

## **PENGARUH KONSENTRASI PEREKAT TEPUNG TAPIOKA DAN TANAH LIAT TERHADAP MUTU BRIKET BATU BARA**

### ***EFFECT OF CONCENTRATION FROM TAPIOCA GLUE AND CLAY TO COAL BRIQUETTE QUALITY***

**Tamrin**

Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung  
✉ komunikasi penulis, email: tamrin62@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 01 Agustus 2016; revisi pada 24 Agustus;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 19 September 2015

#### **ABSTRACT**

*Making coal briquettes require tapioca glue and clay. The purpose of this research is studying the effect of concentration tapioca glue and clay to characteristic coal briquette. Research carried out by treatment with a concentration of starch, clay and coal flour respectively as follows; a) 2%, 18%, 80%, b) 4%, 14%, 82%, c) 6%, 10%, 84% and d) 8%, 6%, 86%. The results are showed that the density of coal briquettes are not affected by the concentration of glue material, but it is influenced by the pressure of the tool at the time of manufacture. The lower the content of clay in the briquettes, the stronger the briquettes were produced and the lower the number of briquettes were broken when dropped at a height of 2 m. The higher the clay content of the briquettes, so the time for the initial combustion, the temperature of the plate surface reached 180 °C and the duration of briquette became ashes are longer. The rate of combustion of coal briquettes are made lower than the rate of briquettes combustion from briquettes non carbonization and carbonization*

*Key word : coal briquette, tapioca, clay, start up combustion dan carbonisation*

#### **ABSTRAK**

Pembuatan briket batubara membutuhkan tapioka lem dan tanah liat Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh konsentrasi tapioka lem dan tanah liat untuk briket batubara karakteristik. Penelitian yang dilakukan oleh pengobatan dengan konsentrasi pati, tanah liat dan tepung batubara masing-masing sebagai berikut; a) 2%, 18%, 80%, b) 4%, 14%, 82%, c) 6%, 10%, 84% dan d) 8%, 6%, 86%. Hasilnya menunjukkan bahwa kepadatan briket batubara tidak terpengaruh oleh konsentrasi bahan lem, tetapi dipengaruhi oleh tekanan dari alat pada saat pembuatan. Semakin rendah kandungan tanah liat di briket, semakin kuat briket yang dihasilkan dan semakin rendah jumlah briket yang dipecah ketika dijatuhkan pada ketinggian 2 m. Semakin tinggi kandungan tanah liat dari briket, sehingga waktu untuk pembakaran awal, suhu permukaan pelat mencapai 180 ° C dan durasi briket menjadi abu lebih panjang. Tingkat pembakaran briket batubara yang dibuat lebih rendah dari laju pembakaran briket dari briket non karbonisasi dan karbonisasi

Kata kunci: briket batubara, tapioka, tanah liat, start up pembakaran dan karbonisasi

#### **I. PENDAHULUAN**

Pertumbuhan Penduduk Indonesia terus meningkat. Untuk melakukan aktivitas manusia membutuhkan energi. Berkembangannya jumlah penduduk, maka permintaan akan energi juga akan meningkat. Sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan energi fosil untuk mendukung aktivitasnya. Sedangkan ketersediaan energi fosil tersebut terbatas jumlahnya dan jenisnya. Disamping itu

masyarakat cenderung menggunakan jenis energi tertentu untuk memenuhi kebutuhannya, seperti gas LPG dan minyak tanah yang digunakan untuk memasak di dapur.

Deversifikasi penggunaan energi untuk aktivitas manusia perlu ditingkatkan, agar penggunaan satu atau dua jenis energi dapat dihindarkan. Penggunaan satu jenis energi saja akan

mempercepat kehabisan energi tersebut, karena ketersediaannya terbatas. Penggunaan energi batubara dalam bentuk briket perlu ditingkatkan, karena ketersediaan batubara Indonesia cukup tinggi. Menurut Iswanto dkk. (2015) bahwa cadangan batubara Indonesia sebesar 21 milyar ton. Jika memproduksi 200-300 juta ton batubara per tahun maka umur tambang batubara dapat mencapai 100 tahun.

Briket batubara merupakan bahan bakar yang dapat digunakan untuk industri dan rumah tangga. Briket batu bara merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari tepung batu bara dicampur dengan lem seperti tanah liat atau tapioka. Briket ini merupakan bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar lain yang paling murah dan dimungkinkan untuk dikembangkan secara masal. Teknologi pembuatan briket batubara relatif sederhana, sehingga masyarakat dapat membuat briket ini sendiri.

Ada dua cara pembuatan briket yaitu kompaksi rendah dengan bahan perekat tanag liat, bentonit atau tepung tapioka, dan kompaksi tinggi tanpa bahan pengikat. Penambahan bahan perekat dapat menurunkan nilai kalor, karena nilai kalor perekat lebih rendah dari nilai kalor batubara (Assureiro, 2002). Disampint itu menurut Akintude dan Seriki (2013) bahwa jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket dapat mempengaruhi nilai kerapata, ketahanan tekan, nilai kalor bakar, kadar air dan kadar abu.

Menurut Ristianibgsih, dkk. (2015) bahwa ada beberapa jenis bahan baku yang umum dipakaisebagai perekat untuk pembuatan briket, yaitu: a) Perekat anorganik yaitu perekat ini dapat menjaga ketahananbriket selama proses pembakaran. Misalkan briket anorganik seperti semen,lempung, natrium, dan b) Perekat organik yaitu dapat menghasilkan sedikit abu setelah pembakaran briket dan briket organik merupakan bahan perekat yang efektif. Misalnya bahan yang digunakan yaitu tepung kanji,tar, aspal, amilum, molase dan parafin. Perekat diperlukan dalam pembuatan briket batubara, karena sifat alami bubuk batubara yang cenderung saling memisah. Dengan menggunakan bahan perekat, maka butir-butir

bubuk batubara bisa disatukan dan dibentuk sesuai kebutuhan. Menurut Ristianingsih., dkk (2015) bahwa pemilihan jenis perekat sangat berpengaruhterhadap kualitas briket bioarang, karena perekat dapat mempengaruhi kalor pada saat pembakaran briket.

Perekat harus diberikan untuk pembuatan briket agar tepung batabara dapat menyatu. Bergabungannya tepung batubara dengan perekat akan membentuk material baru yaitu briket. Menurut Jones (1975) sifat material produk baru hasil gabungan tersebut diharapkan dapat mengatasi kekurangan dan kelemahan material penyusun. Sifat-sifat yang dapat diperbaiki yaitu kekuatan, kekakuan, berat jenis, kekuatan lentur, pengaruh terhadap suhu, isolasi terhadap suhu dan isolasi akustik.

Menurut Gibson (1994) mengatakan bahwa karakteristik dan sifat produk baru campuran dari dua material dipengaruhi oleh material penyusun, susunan material dan interaksi antar unsur-unsur penyusun. Interaksi antar unsur penyusun seperti matrik (perekat) dan partikel sangat berpengaruh kekuatan ikatan antar muka partikel (*interface strength*).

Jenis perekat merupakan faktor penting dalam pembuatan briket batubara. Kualitas perkat yang digunakan bermutu rendah, maka akan berpengaruh terhadap mutu dari briket yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa tingkat kosentrasi perekat yang terbuat dari camputan tepung tapioka dan tanah liat terhadap kualitas briket batu bara.

## **II. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian inidilakukan pada bulan Maret- Juni 2012 yang bertempat di Laboratorium Rekayasa Pasca Panen dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, panci, sendok pengaduk, , anglo dan alat pencetak briket batu bara skala lab. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lem yang terbuat dari tepung tapioka, air, tanah liat dan tepung batu bara dari PT. Bukit Asam.

**1. Prosedur Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan dan alat, tahap pembuatan lem, dengan perbandingan bahan dengan konsentrasi 250 gram tepung tapioka dan 800 ml air, tahap pencampuran bahan perekat dengan batu bara. Perbandingan campuran bahan perekat yang digunakan untuk membuat briket batubara seperti pada Tabel 1. Setelah tanah liat, lem tepung tapioka dicampurkan dengan tepung batubara dalam bentuk adonan. Adonan diaduk agar merata. Selanjutnya adonan dicetak dengan menggunakan cetakan berbentuk balok dan diberi tekanan. Briket batubara yang terjadi dijemur dibawah sinar matahari selama 3-4 hari pada saat cuaca panas.

**2.2 Kekuatan briket batu bara.**

**2.2.1 Tegangan tarik briket batu bara**

Pengujian tegangan tarik briket batu bara dengan menggantungkan beban pada briket (posisi briket horizontal) hingga briket patah. Beban yang digunakan ditimbang massanya dan dihitung tegangannya dengan menggunakan persamaan 2.

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- σ = Tegangan tarik (N/m<sup>2</sup>)
- c = 0,5 × tinggi briket (m)
- M = Moment (Nm)
- I = Moment Inersia (m<sup>4</sup>)

Tabel 1. Perlakuan dengan perbandingan konsentra

Perlakuan	Konsentrasi lem dan tepung batubara		
	Lem (%)	Tanah Liat (%)	Batu Bara (%)
A	2	18	80
B	4	14	82
C	6	10	84
D	8	6	86

**2. Pengujian Briket Batubara.**

Pengujian briket batubara dilakukan untuk mengukur tingkat kekerasan dengan menentukan tegangan tekan, tegangan tarik dan menentukan jumlah briket pecah setelah dijatuh dengan ketinggian 2 m. Selanjut diukur tingkat kerapatan briket dan menentukan tingkat lama pembakaran briket. Parameter pengamatan yang dilakukan sebagai berikut.

**2.1 Kerapatan**

kerapatan briket batu bara ditentukan dengan mengukur massa briket dan volume briket yang dibuat. Perhitungan kerapatan briket batu bara digunakan persamaan 1:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- ρ = Massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)
- m = Massa briket (kg)
- v = Volume briket (m<sup>3</sup>)

**2.2.2 Kekuatan tekan briket batu bara**

Kekuatan tekan briket ditentukan dengan cara memberikan beban pada briket batu bara pada posisi vertikal hingga briket hancur. Tegangan tekanan dihitung menggunakan persamaan 3 :

$$\sigma = F/A \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan,

- P = Tekanan (N/m<sup>2</sup>)
- F = Gaya (N)
- A = Luas (m<sup>2</sup>)

**2.2.3 Menentukan Impact Resistance Index (IRI).**

Briket yang telah dicetak, diukur kekuatannya dengan cara menjatuhkan briket batu bara dari ketinggian 2 meter ke lantai yang keras (semen keras ataupun besi). Kemudian potongan-potongan briket tersebut dikumpulkan dan dicatat, jumlah pecahan ini dinamakan IRI. jika pecahan briket banyak dan briket mengalami kerusakan fisik (hancur) maka kekuatan briket dikatakan rapuh (M.C. Mayoral, *et al*, 2001).

### 2.2.4 Lama pembakaran

Lama pembakaran ditujukan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan briket batu bara mulai membara (sekitar sepertiga briket sudah terbakar), Waktu permukaan besi plat yang dipanaskan briket batubara mencapai suhu 180 oC dan waktu briket yang dibuat habis terbakar menjadi abu dan dibandingkan dengan lama pembakaran briket berkarbonisasi dan non karbonisasi produk Ssi PT Batu Bara Bukit Asam. Pembakaran briket dilakukan menggunakan anglo dan jarak 5 cm diatas tumpukan briket paling atas dipanaskan besi plat. Perkembangan suhu plat besi diamati setiap 5 menit

Massa briket yang digunakan pada uji pembakaran ini yaitu sebanyak 1 kg. Sebelum briket dibakar, 30% briket terlebih dahulu direndam kedalam minyak tanah selama 10 menit yang berfungsi sebagai pancingan untuk mempermudah pembakaran briket yang lainnya. Minyak tanah mudah diserap briket batu bara sehingga memudahkan api menyala.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Kerapatan Briket

Kerapatan briket batubara yang dihasil seperti pada Tabel 2. Kerapatan dipengaruhi oleh kekuatan alat dalam menekan briket batubara saat pembuatannya. Menurut Speight (2005) bahwa kerapatan briket batubara yang dibuat pabrik 1,3 – 2 g/cm<sup>3</sup>. Tingginya kerapatan briket batubara menunjukkan tingkat kekerasan briket. Briket yang kerapatan tinggi akan sulit

Tabel 2. Kerapatan briket yang dihasilkan

Perlakuan	Massa (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )
A	26,2	21,7	1,13
B	25,0	22,8	1,09
C	25,4	21,4	1,18
D	28,6	23,4	1,22

untuk pecah apabila dijatuhkan dengan ketinggian 2 meter diatas permukaan atau nilai IRI-nya rendah.

Kerapatan briket batubara yang dihasilkan relatif sama. Hal ini dikarenakan briket dibuat dengan tingkat tekanan yang sama. Kerapatan

juga akan berdampak terhadap sulitnya penyalaan awal dan cepat laju pembakaran.

### 3.2 Dimensi Briket batubara

Briket batubara yang dibuat dalam bentuk balok dengan ukuran panjang 6,0 cm, lebar 2,35 dan tinggi 1,5 cm (Gambar 1.). Briket dibuat dari tepung batubara dengan campuran perekat dari tepung tanah liat dan lem dari bahan tapioka. Ukuran panjang 6.0 cm dan tinggi 1,5 adalah standar dari ukuran cetakan, sedangkan lebar ukuran bervariasi sangat tergantung berapa banyak adonan briket yang dimasukkan kedalam cetakan dan beberapa kuat tekanan yang diberikan.



Gambar 1. Briket batubara dengan konsentrasi lem tapioka 4 %

### 3.3 Pengaruh Konsentrasi Perekat Terhadap Tegangan Tekan dan Tarik Briket Batu Bara

Tegangan tekan menggambarkan kekuatan briket dalam menerima beban secara aksial.

Gaya yang diterima oleh briket secara aksial dapat membuat briket hancur. Sedang tegangan tarik dilakukan dengan cara memberi beban ditengah-tengah briket pada posisi ditidurkan. Hasil penelitian untuk tegangan tekan dan tarik seperti pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Penentuan kekuatan briket dengan uji tekan, tarik dan Indeks IRI

Perlakuan	Uji Tegangan Tarik			Uji tegangan Tekan			Indeks IRI (Pecahan/ potongan)
	Beban (kg)	Momen Energia (I) ( $\times 10^{-8} \text{ m}^4$ )	Tegangan tarik ( $\text{N/m}^2$ )	Beban (kg)	Luas ( $10^{-4} \text{ m}^2$ )	Tegangan tekan ( $\text{N/m}^2$ )	
A	2,02	0,7152	319.377	15,27	2,83	391.645	1,6
B	0,90	0,8326	128.710	13,35	3,81	341.476	2,6
C	0,64	0,6877	103.966	12,36	4,23	286.021	3,2
D	0,30	0,8958	40.860	11,3	4,16	266.202	3,6

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesentrasi tanah liat meningkat akan menghasilkan tegangan tekan briket dan tegangan tarik briket batubara semakin tinggi. Pada saat konsentrasi tanah liat meningkat, sedangkan konsentrasi perekat menurun, tetapi kekuatan briket yang dihasilkan tetap meningkat. Berdasarkan Tabel 2. Briket batu bara yang memiliki konsentrasi lem tapioka 2% dan konsentrasi tanah liat 18% memiliki tegangan tekan tertinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh tanah liat sebagai bahan perekat lebih dominan daripada tepung tapioka sebagai perekat. Kondisi ini juga didukung dengan konsentrasi tanah liat lebih besar daripada konsentasi lem tapioka.

Menurut Kurniawan dan Marsono (2008), bahwa fungsi tanah liat dan lem tapioka sama yaitu sebagai perekat yang memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Keunggulan lem tapioka yaitu mudah dibeli dan cara pembuatan yang mudah. Kelemahan lem tapioka yaitu sering ditumbuhi jamur parasit sehingga terkesan bulukan. Sedangkan keunggulan tanah liat yaitu biaya pembuatan murah dan praktis karena tidak perlu dicampur dengan air panas. Kelemahannya penampilan briket batu bara yang menggunakan perekat ini menjadi kurang menarik dan membutuhkan waktu lama untuk mengeringkannya

Sifat tanah liat secara umum yaitu keras ketika tanah tersebut kering dan bersifat lengket apabila tanah itu basah kena air. Sifat lengket ini dikarenakan kandungan jenis mineral lempung yang banyak terkandung dalam tanah. Sifat lengket inilah yang membuat tanah liat

mudah dijadikan bentuk- bentuk tertentu dan dapat juga berfungsi sebagai perekat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kekuatan tekan lebih besar dari kekuatan tarik. Semua perlakuan menunjukkan bahwa tegangan tekanan lebih besar dari tegangan tarik. Hal ini terjadi karena saat briket ditarik, maka gaya yang menahan adalah gaya koesi antara perekat dengan partikel. Seangkan pada saat benda ditekan, maka gaya yang menahan adalah gaya koesi dan adhesi. Gaya koesi yaitu gaya antara perekat dengan partikel batubara, sedangkan gaya adesi adalah gaya yang menahan bentuk partikel batubara, sehingga partikel tidak berubah. Hampir semua material bahan tegangan tekan lebih besar dari tegangan tarik.

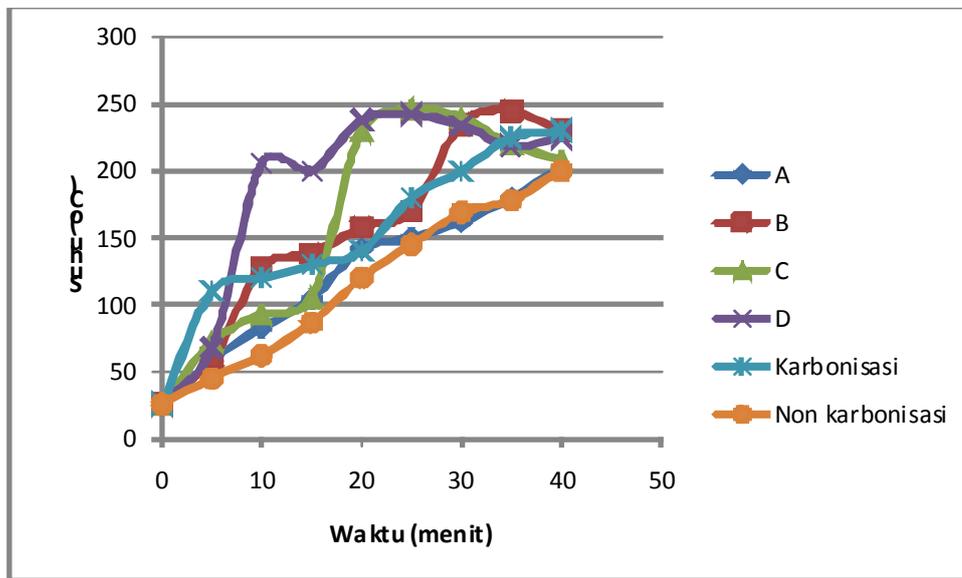
### 3.4 Pengaruh Konsentrasi Perekat Terhadap Pecahan Briket Batu Bara

Hasil uji kekuatan briket dengan cara menghitung banyaknya potongan yang terdapat dalam briket dengan cara menjatuhkan briket batu bara dari ketinggian 2 meter seperti pada Tabel 2. Semakin tinggi konsentrasi lem yang digunakan dalam pembuatan briket, maka semakin kuat briket tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan semakin sedikitnya pecahan briket dalam bentuk potong-potongan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perekat berkonsentrasi 2% dengan tanah liat 18% menghasilkan jumlah potongaa atau pecahan lebih rendah sebagai dampak dari kejatuhan setinggi 2 m ke lantai keras. Konsentrasi tanah liat lebih tinggi akan menghasilkan briket yang tidak mudah rapuh/pecah, karena tanah liat berfungsi sebagai bahan perekat dan keras jika tanah liat pada saat kering.

### 3.5 Perbandingan Laju Pembakaran Briket Batu Bara

Perubahan suhu permukaan besi plat yang dipanaskan oleh briket batubara dapat dilihat pada Gambar 2. Perubahan suhu briket yang dibuat lebih cepat naik dibandingkan dengan briket karbonisasi dan briket non karbonisasi yang dibuat oleh PT Bukit Asam. Hal ini menunjukkan bahwa briket yang dibuat lebih mudah terbakar. Kondisi terjadi karena tingkat kerapatan briket yang dibuat lebih rendah. rendah dibandingkan dengan briket karbonisasi dan non karbonisasi. Briket yang tingkat kerapatan lebih rendah, maka briket lebih berongga, sehingga udara lebih banyak didalam briket. Jika udara lebih banyak, maka pembakaran briket akan lebih mudah.

Lama pembakaran awal briket batubara yang diuji menunjukkan bahwa briket karbonisasi lebih cepat membara (190 detik), sedangkan briket non karbonisasi membutuhkan waktu lama (552 detik). Briket batu bara dengan perlakuan perekat campuran lem tapioka dengan tanah liat yang telah dibuat membara memerlukan waktu 275-470 detik. Waktu pembakaran briket karbonisasi akan cepat membara dibandingkan dengan briket non karbonisasi karena proses karbonisasi menurut Junary dkk. (2015) , bahwa semakin tingkat kemurnian briket, maka persentase karbon pada briket batubara meningkat, kadar air berkurang, zat volatil akan menguap, sehingga briket lebih mudah terbakar.



Gambar 2. Perubahan suhu permukaan plat dan lama pembakaran briket selama 40 menit (perlakuan A, B, C dan D) dengan briket karbonisasi dan non karbonisasi

Tabel 4. Perbandingan Lama Pembakaran briket batubara

Perlakuan	Lama briket mulai membara (detik)	Lama mencapai suhu 180° (menit)	Lama briket menjadi abu (menit)
A	470	37	101
B	383	26	88
C	367	17	80
D	275	08	61
Briket karbonisasi	190	20	160
Briket non karbonisasi	552	33	145

Waktu pembakaran awal briket batubara (membara) dengan konsentrasi tanah liat sebagai perekat meningkat, maka waktu pembakaran awal briket akan lama. Briket batubara dengan konsentrasi tanah liat 18% mengakibatkan waktu pembakaran awal lama (470 s). Hal ini dimungkinkan bahwa tanah liat bukan bahan bakar, sehingga adanya tanah liat didalam briket akan menghambat proses pembakaran. Sedangkan tepung tapioka dapat dibakar, sehingga semakin tinggi tepung tapioka, maka semakin mudah proses pembakaran briket

Laju pembakaran briket dapat dilihat dari panas yang dihasilkan dan lama waktu briket menjadi abu. Suhu permukaan plat yang dipanaskan oleh briket mencapai suhu 180 °C lebih cepat dengan konsentrasi lem tapioka 8% dan tanah liat 6%. Waktu suhu pembakaran mencapai 180 °C dibutuhkan waktu 8 menit dan lama waktu briket menjadi abu 61 menit. Hal ini menunjukkan bahwa dengan massa yang sama laju pembakaran briket lebih cepat. Karena laju pembakaran lebih cepat, maka panas yang dihasilkan akan lebih tinggi, akibatnya suhu permukaan plat yang dipanaskan sampai suhu 180 °C akan lebih cepat tercapai. Sedangkan briket dengan tingkat konsentrasi tanah liat 18% dengan konsentrasi lem tapioka 2 % memerlukan waktu untuk memanaskan permukaan plat mencapai suhu 180 °C lebih lama yaitu 37 menit dan lama waktu menjadi abu 101 menit. Briket dengan perlakuan seperti ini menunjukkan bahwa laju pembakaran rendah atau laju panas yang dikeluarkan lebih rendah.

#### IV. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah kerapatan briket yang dihasilkan masih lebih rendah dari briket yang dibuat PT bukit asam. Kandungan tanah liat yang tinggi pada briket akan membuat kekuatan briket menjadi tinggi dan nilai IRI-nya rendah. Disamping itu laju pembakaran menjadi rendah pada briket yang tinggi kandungan tanah liatnya. Lama briket yang dibuat mulai membara 275 -470 detik dan lama briket menjadi abu 61-101 menit. Lama briket karbonisasi membara 190 detik dan lama briket karbonisasi menjadi abu 190 menit

#### DAFTAR PUSTAKA

- Assureiro, E., 2002. Rice Husk – an Alternative Fuel. *Boiling Point No. 48*
- Akintunde, M.A., and M.E. Seriki, 2013. Effect of Paper Paste on The Calorific Value of Sawdust Briquette, *International Journal of Advancements in Research and Technology*, 2 (1)
- Gibson, R.F. 1994. Principle of composites material mechanics. Mc Graw Hill Book. Co. Singapore
- Iswanto, T., M. Rifa'i, Y. Rahmawati, dan Susianto. 2015. Desain Pabrik Synthetic Gas (Syngas) dari gasifikasi batubara kualitas rendah sebagai Pasokan Gas PT Pupuk Sriwijaya. *Jurnal Teknik ITS Vol 4 (2)*: 145-148.
- Jones, R. M. 1975. Mechanics of composite materials Scripta Bokks Company. Washington, USA.
- Junary, E., J. P. Pane, dan N. Herlina. 2015. Pengaruh Suhu Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor Dan Karakteristik Pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol 4(2)* : 46-52.
- Mayoral, M.C, M.T. Izquierdo, M.J. Blesa, J.M. Andres, B. Rubio, and J.L. Miramde. 2001. *DSC Study of curing in smokeless brignetting. Thermochimice acta*, 371. P. 41-44.
- Kurniawan dan Marsono. 2008. Superkarbon (Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas). Jakarta. Penebar Swadaya.
- Ristianingsih, Y., A. Ulfa, R. K.S. Syafitri, 2015. Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis . *jurnal Konversi. Vol 4 (2)*: 16-22

*Pengaruh konsentrasi perekat tepung tapioka... (Tamrin)*

Speight, J.G. 2005. Handbook coal Analisis. John Wiley and Sons Inc. Publication. New Jersey.