



**KARAKTERISTIK TERMAL BRIKET ARANG AMPAS
TEBU DENGAN VARIASI BAHAN PEREKAT LUMPUR
LAPINDO**

SKRIPSI

Oleh

Justin Rexanindita Nugraha

NIM 091910101015

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2013



**KARAKTERISTIK TERMAL BRIKET ARANG AMPAS
TEBU DENGAN VARIASI BAHAN PEREKAT LUMPUR
LAPINDO**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesinstrata satu (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Justin Rexanindita Nugraha

NIM 091910101015

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2013

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. **Allah SWT.**
2. **Nabi Muhammad SAW**
3. Bapak Nugraha Budidarma dan ibunda Ruswita Permanasari.
4. Dosen-dosenku dan Guru-guruku.
5. Kekasihku Alchi Radita S
6. Kakak-kakaku Jelita Mercyana N dan Lalitya Apcelia N..
7. Tante Lina dan Om Kris.
8. Sahabat-sahabatku.
9. Seluruh Saudaraku.

MOTTO

*Bekerjalah untuk duniamu seolah-olah kamu akan hidup selama-lamanya dan
bekerjalah untuk akhiratmu (ibadah) seolah-olah kamu akan mati besok pagi.*

(HR. Imam Al Baihaqi)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai
(dari suatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan
hanya Kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(terjemahan Q.SAl-Inshirah : 6-8)^{*)}

Jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari
rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir

(terjemahan Q.S Yusuf : 87)^{*)}

Allah SWT akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan
orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat

(Q.S al-mujaddalah ayat 11)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Justin Rexanindita Nugraha

NIM : 091910101015

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

"Karakteristik Termal Briket Arang Ampas tebu dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo " adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 September 2013

Yang menyatakan,

Justin Rexanindita Nugraha

091910101015

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK TERMAL BRIKET ARANG AMPAS TEBU
DENGAN VARIASI BAHAN PEREKAT LUMPUR LAPINDO**

Oleh

Justin Rexanindita Nugraha

NIM 091910101015

Dosen Pembimbing Utama : DR. Nasrul Ilminnafik ST.,MT.

Dosen Pembimbing Pendamping : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "**Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu Dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo**" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada,
hari, tanggal : Jumat, 27 September 2013
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Aris Zainul Muttaqin S.T.,M.T.
NIP. 196812071995121002

Hary Sutjahjono S.T.,M.T.
NIP. 196812051997021002

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Pendamping,

DR. Nasrul Ilminnafik S.T.,M.T
NIP 197111141999031002

Ir. Digdo Listyadi Setyawan, MSc.
NIP. 196806171995011001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi., M.T
NIP 196806171995011001

RINGKASAN

Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu Dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo; Justin Rexanindita Nugraha; 091910101015; 2013; 56 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari limbah organik, limbah pabrik maupun limbah perkotaan. Komposisi campuran briket terdiri dari bahan baku utama berupa arang ampas tebu dan perekat alternatif. Perekat yang digunakan berasal dari lumpur lapindo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik termal briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo.

Jenis penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian karakteristik termal briket arang ampas tebu digunakan alat bom kalorimeter untuk mengetahui nilai kalor, laju pembakaran, sisa abu dan alat *thermocouple* untuk mengetahui temperatur pembakaran yang dicapai briket arang ampas tebu. Pengujian menggunakan spesimen briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat 100 gr : 20 gr, 100 gr : 30 gr; 100 gr : 40 gr. Data di peroleh dianalisis dengan persamaan nilai kalor dan laju pembakaran untuk menentukan apakah terdapat perbedaan antara ketiga spesimen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 40 gr mempunyai nilai kalor tertinggi sebesar 3564 kal/gr dan laju pembakaran terendah sebesar 0,142 gr/menit. Temperatur pembakaran tertinggi yang dicapai oleh briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 30 gr sebesar 777°C. Briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 20 gr mempunyai nilai kalor terendah sebesar 2942 kal/gr dan laju pembakaran tertinggi sebesar 0,249 kal/gr . Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan nilai kalor dan laju pembakaran briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat yang berbeda.

SUMMARY

The Thermal Characteristic Of Bagasse Charcoal Briquettes of Adhesive Materials Lapindo Mud; Justin Rexanindita Nugraha; 091910101015; 2013; 56 pages; Departement Mechanical Egeineering of Engineering Faculty of Jember University.

Briquette is a solid fuel made from organic waste, plant waste and municipal waste. Briquette composition comprising a mixture of raw materials such as charcoal bagasse and alternative adhesive. Adhesives that are used from the Lapindo mud. This study aims to determine the thermal characteristics of bagasse charcoal briquettes with adhesives Lapindo mud.

This research is an experimental metod. Testing the thermal characteristics of bagasse charcoal briquettes used tool bo mb calorimeter to determine the calorific value, the rate of burning, the ashes and thermocouple device to determine the combustion temperature achieved bagasse charcoal briquettes. Test using bagasse charcoal briquette specimens with variations in adhesive material 100 gr:20 gr; 100 gr: 30 gr; 100 gr: 40 gr. The data obtained were analyzed with calorific value equation and the firing rate to determine whether there are differences between the three specimens.

The results showed that the bagasse charcoal briquettes with various adhesives lapindo mud 100 gr: 40 gr has the highest calorific value of 3564 cal/gr and the lowest firing rate of 0,142 gr/m. The highest combustion achieved by bagasse charcoal briquettes with various adhesives lapindo mud 100 gr : 30 gr of 777°C. Bagasse charcoal briquettes with a various of adhesive materials Lapindo mud 100 gr: 20 gr has the lowest calorific value of 2942 cal/gr and the highest firing rate of 0,249 cal/gr. This suggests that there are differences in the rate of combustion and calorific

value of bagasse charcoal briquettes with a variety of different adhesive materials
Lapindo mud composition.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu Dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak dan Ibu, Nugraha Budidarma dan Ruswita Permanasari;
2. DR. Nasrul Ilminnafik S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Digdo Listyadi M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan memberikan bimbingan serta saran-saran dalam penyusunan skripsi ini;
3. Aris Zainul Muttaqin ST.,M.Tselaku Dosen Penguji Ketua dan Hary Sutjahjono S.T.,M.T selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukannya guna kesempurnaan penulisan skripsi ini;
4. Ir. Widyono Hadi selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
5. Seluruh Dosen dan semua bagian yang telah banyak memberikan ilmu, nasehat, bimbingan dan dukungannya;
6. Alchi Radita S yang telah memberi semangat dan waktu
7. Kakak-Kakaku Jelita Mercyana dan Lalitya Apcelia;
8. Tante Lina dan Om Kris;
9. Kakak-kakak iparku Mas dony dan Mas Aang;
10. Keponakanku Kanya, Kania dan Nevan;

11. Om Rudolf dan tante Dahlia;
12. Teman – Teman kos Dimas, Sandy, Bobby, Zakaria, Denis, oo'k dan ibu kos ;
13. Teman-teman N'gine Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember angkatan 2009;
14. Sahabat-sahabatku Dwi, Andrik, Rizal, Muchsin, Hefa, Hadi, Ryan, Sabil ,Alpo, Fanani ;
15. Semua pihak yang telah berperan dalam penyelesaian skripsi ini, yang saya tidak bisa sebutkan satu persatu.

Penulis merasa penyusunan skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu semua kritik, saran dan masukan yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih yang berharga bagi khasanah keilmuan di bidang teknik mesin.

Jember,27 September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN SKRIPSI.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Penelitian	5
1.4.2 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Arang Aktif	6

2.1.1 Pembuatan Arang Aktif.....	7
2.1.2 Pembakaran Arang.....	8
2.2 Tebu.....	9
2.3 Pengertian Ampas Tebu	10
2.4 Briket.....	14
2.5 Karakteristik Briket.....	17
2.6 Proses Pembakaran.....	19
2.7 Lumpur Lapindo.....	21
2.8 Hipotesis.....	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Metode Penelitian.....	24
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2.1 Tempat Penelitian.....	24
3.2.2 Waktu Penelitian	24
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian	24
3.3.1 Variabel Bebas	24
3.3.2 Variabel Terikat	24
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.4.1 Alat Penelitian.....	25
3.4.2 Bahan Penelitian.....	26
3.5 Prosedur Penelitian.....	27
3.5.1 Pembuatan Arang ampas tebu.....	27
3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket	27

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil	36
4.1.1 Data Pengamatan.....	36
4.1.2 Hasil penelitian.....	38
4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Pengaruh Komposisi Variasi Bahan Perekat terhadap Nilai Kalor Briket.	38
4.2.2 Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat terhadap Temperatur Pembakaran Briket	42
4.2.3 Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat terhadap Laju Pembakaran Briket.....	49
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ampas Tebu	10
Gambar 2.2 Proses penggilingan tebu Sumber: (Andri,2012)	11
Gambar 3.1 Bom Kalorimeter.....	25
Gambar 3.2 <i>Termometer Reader</i> merk Krisbow.....	26
Gambar 3.3 Skema Alat Uji Bom kalorimeter.....	32
Gambar 3.4 Skema Alat Uji Pembakaran	33
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Nilai Kalor dengan Tiga Kali Pengulangan.....	39
Gambar 4.2 Grafik Selisih Temperatur Pembakaran Briket Arang Ampas Tebu Pada Bom Kalorimeter dengan Tiga Kali Pengulangan	41
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Temperatur Pembakaran Pengulangan Pertama	43
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Temperatur Pembakaran Pengulangan Kedua.....	43
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Temperatur Pembakaran Pengulangan Ketiga.....	44
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pembakaran Pengulangan Pertama.....	50
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pembakaran Pengulangan Kedua	50
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pembakaran Pengulangan Ketiga	51
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Gambar Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pengurangan Massa Pengulangan Pertama.....	52
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Gambar Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pengurangan Massa Pengulangan Kedua.....	53

Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Gambar Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pengurangan Massa Pengulangan Ketiga 53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengamatan uji bom kalorimeter	30
Tabel 3.2 Pengamatan Temperatur Pembakaran Briket.....	31
Tabel 4.1 Data hasil penelitian Briket arang ampas tebu.....	36
Tabel 4.2 Data hasil penelitian pembakaran briket arang ampas tebu	37
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai kalor dan Laju Pembakaran.....	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak cadangannya kian menipis sedangkan pada sisi lain terdapat sejumlah biomassa yang kuantitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan penggunaannya.

Energi alternatif dapat dihasilkan dari teknologi tepat guna yang sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan seperti briket dengan memanfaatkan limbah biomassa seperti tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji kayu jati, ampas tebu. Sejalan dengan itu, berbagai pertimbangan untuk memanfaatkan tempurung kelapa serbuk gergaji kayu dan ampas tebu menjadi penting mengingat limbah ini belum dimanfaatkan secara maksimal (Amin,2000).

Data Indonesia Energi Outlook (2002) biomassa memiliki cadangan sebesar 434.000 GW atau setara 255 juta barrel minyak bumi. Potensi biomassa ini sangat besar apabila dijadikan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas, khususnya untuk kebutuhan energi rumahtangga mensubstitusi penggunaan minyak tanah yang telah dikurangi subsidiya oleh pemerintah.

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa setelah suatu tanaman atau material organik yang dihilangkan kadar airnya. Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Biomassa sangat mudah ditemukan dari aktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan, dan limbah-limbah lainnya.

Sementara itu biomassa memiliki kandungan bahan volatail tinggi namun kadar karbon rendah. Kadar abu biomassa tergantung dari jenis bahannya, sementara nilai kalornya tergolong sedang. Tingginya kandungan senyawa volatail dalam biomassa menyebabkan pembakaran dapat dimulai pada suhu rendah. Proses devolatisasi pada suhu rendah ini mengindikasikan bahwa biomassa mudah dinyalakan dan terbakar. Pembakaran yang terjadi berlangsung sangat cepat dan bahkan sulit di kontrol(Jamilatun,Siti, 2008).

Limbah biomassa dan sampah bisa menjadi salah satu pilihan sumber energi alternatif. Contoh nyata pemanfaatan biomassa yang berasal dari produk limbah aktivitas kehutanan dan perkebunan dan telah dilaksanakan yaitu briket dan arang.

Menurut Bossel (1994) dikutip dari Mursalim,Abdul (2004) bahan biomass yang dapat digunakan untuk pembuatan briket berasal dari :

1. Limbah pengolahan kayu seperti : *logging residues, bark, saw dusk, shavings, waste timber.*
2. Limbah pertanian seperti; jerami, sekam padi, ampas tebu, daun kering.
3. Limbah bahan berserat seperti; serat kelapa, goni, sabut kelapa.
4. Limbah pengolahan pangan seperti kulit kacang-kacangan, biji-bijian.
5. Sellulosa seperti, limbah kertas,karton.

Sektor agraris umumnya menghasilkan limbah pertanian menghasilkan limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan. Limbah pertanian yang merupakan biomassa tersebut merupakan sumber energi alternatif yang melimpah, dengan kandungan energi yang relatif besar. Limbah pertanian tersebut apabila diolah akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif. Di samping itu sumber energi biomassa mempunyai keuntungan pemanfaatan antara lain: dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang *renewable resources*, tidak mengandung unsur sulfur yang menyebabkan polusi udara pada penggunaan bahan bakar fosil, dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian. Limbah pertanian yang selama ini merupakan masalah umum di daerah

pedesaan dan sering menimbulkan permasalahan, karena menjadi satu penyebab pencemaran lingkungan. Sebagai contoh adalah ampas tebu.

Ampas tebu adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dapat dihasilkan ampas tebu sekitar 35%-40% dari berat tebu yang digiling. Mengingat begitu banyak limbah tersebut, maka ampas tebu akan memberikan nilai tambah tersendiri bagi pabrik gula bila diberi perlakuan lebih lanjut, karena sebageaian besar ampas tebu di Negara Indonesia digunakan untuk bahan bakar pembangkit ketel uap pada pabrik gula dan bahan dasar pembuatan kertas.

Salah satu lahan kritis di Indonesia saat ini adalah lumpur lapindo yang berada di Sidoarjo dengan kapasitas semburan mencapai 125.000 m³ setiap hari (Mathari,2008). Luas areal yang tercemar oleh lumpur lapindo hingga tahun 2008 mencapai 600 hektar. Lumpur lapindo dapat dikatakan lahan kritis karena banyak mengandung logam berat yang relatif tinggi seperti Pb, Cr, Cd, Arsen dan Hg (Mediacenter, 2006) juga mengandung natrium sebesar 1 ml/100 gr , aluminium sebesar 0,2 ml/100 gr, besi sebesar 700 ppm dan khlor (Pribadi, 2006)

Dari kenyataan diatas, maka dapat dilihat adanya peluang untuk menggabung dua hal tersebut, sehingga akan didapat suatu bahan bakar alternatif berupa *briket*. Dalam pembuatannya, diperlukan komposisi campuran briket yang tepat agar tercipta briket dengan karakteristik yang diinginkan. Dalam penelitian ini, komposisi campuran briket terdiri dari bahan baku utama berupa arang ampas tebu dan perekat alternatif. Perekat yang digunakan berasal dari lumpur lapindo. Lumpur lapindo memiliki sifat sebagai perekat yang dapat meningkatkan nilai kalor briket arang ampas tebu. Namun demikian, potensi penggunaan lumpur Lapindo dalam briket arang ini perlu dikaji lebih lanjut, di antaranya adalah komposisi optimal dan karakteristik lumpur lapindo pada briket.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan perbandingan antara briket arang ampas tebu dan lumpur lapindo, dapat diketahui seberapa besar pengaruh bahan bakar tersebut terhadap nilai kalornya. Dengan penelitian menggunakan campuran briket ampas tebu dengan lumpur lapindo diharapkan dapat mengetahui nilai kalor, dan laju pembakaran briket tersebut. Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan perekat briket terhadap nilai kalor briket arang ampas tebu?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan perekat briket terhadap temperatur pembakaran briket arang ampas tebu dengan aliran udara konstan?
3. Manakah variasi komposisi bahan perekat briket arang ampas tebu yang menghasilkan temperatur tertinggi?
4. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan perekat briket terhadap laju pembakaran briket arang ampas tebu ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Tekanan cetak setiap briket yaitu $P = 2,737 \text{ kg/cm}^2$;
2. Tidak menghitung moisture;
3. Tidak menghitung ash;
4. Tidak menghitung sisa abu;
5. Tidak menghitung fixed carbon;
6. Tidak menghitung kadar emisi gas

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan perekat briket terhadap nilai kalor briket arang ampas tebu .
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan perekat briket terhadap temperatur pembakaran briket arang ampas tebu dengan aliran udara konstan.
3. Untuk mengetahui variasi komposisi bahan perekat briket arang ampas tebu yang menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi.
4. Untuk mengetahui variasi komposisi bahan perekat briket terhadap laju pembakaran briket arang ampas tebu.

1.4.2 Manfaat Penelitian

1. Dapat membantu mengatasi permasalahan dalam pengolahan limbah ampas tebu.
1. Dapat membantu mengurangi jumlah timbunan ampas tebu yang berada di pabrik tebu.
2. Dapat mengatasi permasalahan dalam memanfaatkan pengolahan lumpur lapindo Sidoarjo.
3. Sebagai alternatif bahan bakar energi yang terbarukan yang ekonomis.
4. Dapat meningkatkan pendapatan masyarakat bila pembuatan briket ini dikelola dengan baik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arang Aktif

Arang aktif atau karbon aktif adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon. Arang aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air, atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Arang aktif mengandung 5%-15% air, 2%-3% abu, dan sisanya adalah karbon. Arang aktif berbentuk amorf, terdiri atas pelat-pelat datar, disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya. Pelat tersebut bertumpuk-tumpuk satu sama lain terbentuk kristal dengan sisa hidrokarbon, ter, dan senyawa organik lain yang tersisa di dalamnya (Tangkuman, 2006).

Arang aktif berbentuk kristal berukuran mikro, karbon non grafit, yang pori-porinya telah mengalami proses pengembangan kemampuan untuk menyerap gas dan uap dari campuran gas dan zat-zat yang tidak larut atau terdispersi dalam cairan . Sembiring dan Sinaga (2003) menyatakan bahwa arang aktif merupakan senyawa karbon berbentuk amorf yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 3000-3500 m²/gram dan hal ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif bersifat adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu (adsorpsinya bersifat selektif) bergantung pada besar dan volume pori-pori, dan luas permukaan. Daya jerap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap arang aktif.

Kapasitas adsorpsi arang aktif bergantung pada karakteristik arang aktifnya, seperti: tekstur (luas permukaan, distribusi ukuran pori), kimia permukaan (gugus

fungsi pada permukaan), kadar abu. Selain itu juga bergantung pada karakteristik adsorpsi: bobot molekul, polaritas, pKa, ukuran molekul, dan gugus fungsi, kondisi larutan juga berpengaruh, seperti: pH, lain (Villacarias, 2005)

Arang aktif dibagi menjadi dua jenis berdasarkan fungsinya, yaitu arang aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Arang aktif sebagai pemucat biasanya berbentuk serbuk yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 Å, digunakan dalam fase cair, berfungsi memindahkan zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan dan membebaskan pelarut dari zat pengganggu.

Arang aktif tipe ini dapat diperoleh dari ampas tebu, serbuk gergaji atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah. Sedangkan arang aktif sebagai penyerap uap biasanya berbentuk granular atau pelet yang sangat keras, diameter pori berkisar antara 10-200 Å, tiap pori lebih halus, digunakan dalam fase gas berfungsi memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan, dan pemurnian gas. Arang aktif tipe ini dapat diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bara atau bahan baku yang mempunyai struktur keras (Sembiring dan Sinaga, 2003).

2.1.1 Pembuatan Arang Aktif

Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik karbon organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori. Bahan-bahan tersebut antara lain kayu, batu bara, tulang, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, sabut buah coklat, ampas tebu, sekam padi, jerami, tongkol jagung.

Pembuatan arang aktif terdiri atas dua tahap utama, yaitu proses karbonisasi (pirolisis) bahan baku dan proses aktivasi bahan terkarbonisasi adalah proses penguraian selulosa organik menjadi unsur karbon dan pengeluaran unsur-unsur nonkarbon yang berlangsung pada suhu 600-700°C. Proses aktivasi merupakan

proses untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang sehingga dapat meningkatkan porositas arang. Proses aktivasi arang dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu aktivasi gas dan aktivasi kimia. Prinsip dasar aktivasi gas adalah pemberian uap air atau gas CO₂ terhadap arang yang telah dipanaskan, sedangkan aktivasi kimia adalah perendaman arang dengan senyawa kimia sebelum dipanaskan.

2.1.2 Pembakaran Arang

Untuk pembakaran yang optimum, jumlah udara pembakaran yang sesungguhnya harus lebih besar daripada yang dibutuhkan secara teoritis. Bagian dari gas buang mengandung udara murni yaitu udara yang berlebih yang ikut dipanaskan hingga mencapai suhu gas buang dan meninggalkan boiler melalui cerobong. Analisis kimia gas-gas merupakan metode objektif yang dapat membantu untuk mengontrol udara dengan lebih baik. Dengan mengukur CO₂ atau O₂ dalam gas buang (menggunakan peralatan pencatat kontinyu atau peralatan orsat atau beberapa peralatan *portable* yang murah). Kandungan udara yang berlebih dan kehilangan dicerobong dapat diperkirakan. Udara berlebih yang dibutuhkan tergantung pada jenis bahan bakar dan sistem pembakarannya. Adapun tahapan dalam pembakaran bahan bakar padat adalah sebagai berikut :

1. Pengerinan dalam proses ini bahan bakar mengalami proses kenaikan temperatur yang akan mengakibatkan menguapnya kadar air yang berada pada permukaan bahan bakar tersebut sedangkan untuk kadar air yang berada di dalam akan menguap melalui pori-pori bahan bakar padat

2. Devolatisasi yaitu proses bahan bakar mulai mengalami dekomposisi setelah terjadi pengeringan.

3. Pembakaran arang, sisa dari pirolisis adalah arang (fix carbon) dan sedikit abu, kemudian partikel bahan bakar mengalami tahapan oksidasi arang yang memerlukan 70%-80% dari total waktu pembakaran. Laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperatur gas, bilangan reynolds, ukuran, dan

porositas arang, arang mempunyai porositas yang tinggi. Laju reaksi global dirumuskan dalam istilah laju reaksi massa arang per satuan luas permukaan luar dan per satuan konsentrasi oksigen di luar lapis batas partikel. Sehingga reaksi pembakaran bisa di tuliskan sebagai berikut :



Dimana permukaan karbon juga bereaksi dengan karbondioksida dan uap air dengan reaksi reduksi sebagai berikut :



Reaksi reduksi (2) dan (3) secara umum lebih lambat daripada reaksi oksidasi (1) yang diperhitungkan.

2.2 Tebu

Tebu (*Sacharum officinarum*, Linn) merupakan tanaman bahan baku pembuatan gula yang hanya dapat ditanam di daerah beriklim tropis. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih satu tahun.

Tebu termasuk keluarga Graminae atau rumput-rumputan dan cocok ditanam pada daerah dengan ketinggian 1 sampai 1300 meter di atas permukaan laut. Di Indonesia terdapat beberapa jenis tebu, diantaranya tebu hitam (Cirebon), tebu kasur, POJ 100, POJ 2364, EK 28, dan POJ 2878. Setiap tebu memiliki ukuran batang dan warna yang berlainan. Tebu termasuk tanaman berbiji tunggal yang tingginya berkisar antara 2 sampai 4 meter. Batang tebu memiliki banyak ruas yang setiap ruasnya dibatasi oleh buku-buku sebagai tempat tumbuhnya daun. Bentuk daunnya kasar dan berbulu. Bunga tebu berupa bunga majemuk dengan bentuk menjuntai di puncak sebuah poros gelagah. Tebu sendiri mempunyai akar serabut.

Tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik gula. Dalam proses produksi gula, dari setiap tebu yang diproses dihasilkan ampas tebu sebesar 90%,

gula yang dimanfaatkan hanya 5% dan sisanya berupa tetes tebu (*molase*) dan air (Witono,2003).

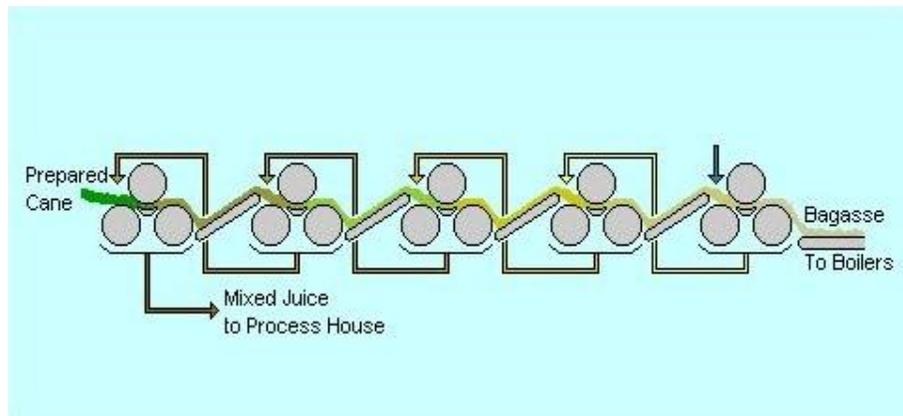
2.3 Pengertian Ampas Tebu

Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu (Gambar 2.1). Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah (Wijayanti, 2009). Untuk mendapatkan nira yang optimal, pada penggilingan ampas hasil gilingan kedua harus ditambahkan susu kapur 3Be yang berfungsi sebagai senyawa yang mampu menyerap nira dari serat ampas tebu, sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap meskipun volumenya lebih sedikit dari hasil gilingan kedua.



Gambar 2.1 Ampas Tebu

Pada penggilingan seterusnya hingga penggilingan kelima ditambahkan suu kapur 3Be dengan volume yang berbeda-beda tergantung sedikit banyaknya nira yang masih dihasilkan (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Proses penggilingan tebu Sumber: (Andri,2012)

Rata-rata ampas yang diperoleh dari proses giling 32% tebu. Dengan produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta ton potensi ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta ton ampas per tahun. Selama itu hampir di setiap pabrik gula tebu menggunakan ampas sebagai bahan bakar boiler.

Tiap berproduksi, pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat, yaitu ampas tebu (*bagasse*), abu boiler dan blotong (*filter cake*). Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang terbentuk diambil niranya. Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu selain dimanfaatkan sendiri oleh pabrik sebagai bahan bakar pemasakan nira, juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai *pulp* campuran pembuat kertas. Kadangkala masyarakat sekitar pabrik memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar contohnya briket. Ampas tebu ini memiliki aroma yang segar dan mudah dikeringkan sehingga tidak menimbulkan bau busuk. Limbah padat yang kedua berupa *blotong*, merupakan hasil endapan limbah pemurnian nira sebelum dimasak

dan dikristalkan menjadi gula pasir. Bentuknya seperti tanah berpasir warna hitam, memiliki bau tak sedap jika masih basah. Bila tidak segera kering akan menimbulkan bau busuk menyengat (Mahmudah Hamawi,2005).

Kebutuhan energi di pabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari gilingan akhir. Sebagai bahan bakar ketel jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30% berat tebu dengan kadar air sekitar 50%. Berdasarkan bahan kering ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47%, H (*Hydrogen*) 6,5%, O (*Oxygen*) 44% dan abu (*Ash*) 2,5%. Menurut rumus Pritzelwitz tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5% akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal.

Kelebihan ampas (*bagasse*) tebu dapat membawa masalah bagi pabrik gula, ampas bersifat *bulky* (meruah) sehingga untuk menyimpannya perlu area yang luas. Ampas mudah terbakar karena di dalamnya terkandung air, gula, serat dan mikroba, sehingga bila tertumpuk akan terfermentasi dan melepaskan panas. Terjadinya kasus kebakaran ampas di beberapa pabrik gula diduga akibat proses tersebut. Ampas tebu selain dijadikan sebagai bahan bakar ketel di beberapa pabrik gula mencoba mengatasi kelebihan ampas dengan membakarnya secara berlebihan (*inefesien*). Dengan cara tersebut mereka bisa mengurangi jumlah ampas tebu.

Ampas tebu sebagian besar mengandung ligno-cellulose. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2mm dengan diameter sekitar 20 mikr, sehingga amapas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Bagasse mengandung air 48%-52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,&%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebagaian terdiri atas selulosa, pentosan dan lignin (Witono,2003). Komposisi kimia dari abu ampas tebu terdiri dari beberapa senyawa yang dapat dilihat pada tabel (2.1) berikut :

Tabel 2.1. Hasil analisis serat *bagasse* dalam tabel berikut :

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiO ₂	3,01

Sumber: (Wijayanti,R. 2009)

Dengan metode polarimeter zat yang terkandung pada ampas tebu setelah diperas (zat kering ampas) kandungan kadar sakarosa sisa 2,32% . Untuk mengilangkan sisa kadar gula yang yang terdapat pada ampas tebu tersebut, direndam dengan alkohol 99% selama 24 jam.

Tabel 2.2 Hasil analisa proksimasi kandungan gas ampas tebu dalam tabel berikut :

Kadar	Persentase (%)
Moisture	21,8
Ash	2,5
Volatile	72,7
Fixed carbon	3,5
Carbon	47,0
Hydrogen	6,5
Shulfur	0,1
Nitrogen	0,9
Oxygen	44,0
Gross calorific value	3596,98 J/kg

Sumber : Winaya,2010

2.4 Briket

Briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari limbah organik, limbah pabrik maupun dari limbah perkotaan. Bahan bakar padat ini merupakan bahan bakar alternatif atau merupakan pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan dimungkinkan untuk dikembangkan secara masal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana (Kementrian Negara Riset dan Teknologi @2004.ristek.go.id). Standar kualitas mutu briket dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Standar kualitas mutu briket

Sifat Briket	Kualifikasi Briket			
	Jepang	Inggris	Amerika	Indonesia
Kadar air (%)	-8	3-4	6	7,75
Kadar abu (%)	3-6	8-10	18	5,51
Kadar zat menguap (%)	5-30	16	19	16,14
Kadar karbon terikat (%)	60-80	5	58	78,35
Kerapatan (g/cm ³)	1-2	0,84	1	0,44007
Keteguhan tekan(kg/cm ²)	60	12,7	62	0,4
Nilai kalori (kal/g)	0000-7000	6500	7000	6814,11

Sumber: Hendra. 1999

Pembriketan pada prinsipnya adalah pemadatan material untuk diubah ke bentuk tertentu..

Patabang (2011), hubungan antara kandungan *volatile matters* dengan bahan perekat terlihat bahwa makin meningkat kandungan bahan perekat mengakibatkan menurunnya kandungan *volatile matters* di dalam briket.

Winaya (2010), salah satu karakteristik biomassa briket yang paling berpengaruh terhadap performansi pembakaran adalah kandungan zat volatil yang tinggi dengan nilai kalor yang rendah. Nilai kalor rendah akan menyebabkan turunnya temperatur maksimum pembakaran dan meningkatkan waktu pembakaran yang dapat menyebabkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna.

Tekanan pemampatan diberikan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah bahan perekat dicampurkan dan tekan mulai diberikan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir membagi diri ke permukaan bahan. Pada saat yang bersamaan dengan terjadinya aliran maka perekat juga mengalami perpindahan dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat. Menurut Khairil (2003) menyatakan dalam pembuatan bio briket sekam padi dan batang padi yang bermutu rendah menggunakan tekanan 2,20 Mpa dengan menggunakan mesin press.

Dari hasil penelitian Syamsiro dan Saptoadi (2007) tentang biobriket diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik pembakaran biobriket antara lain :

1. Laju pembakaran biobriket semakin tinggi dengan semakin tingginya kandungan senyawa yang mudah menguap (volatile matter). Laju pembakaran dapat didekati dengan rumus (Levenspiel,1972);

$$M = \frac{M_0}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.4)$$

M_0 = massa bahan uji (gr);

Δt = waktu (menit);

M = laju pembakaran (gr/menit)

2. Biobriket dengan nilai kalor yang tinggi dapat mencapai suhu pembakaran yang tinggi dan pencapaian suhu optimumnya cukup lama.;

3. Semakin besar kerapatan (*density*) biobriket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi. Namun, semakin besar kerapatan biobriket menyebabkan semakin tinggi pula nilai kalornya.

Himawanto (2005) meneliti laju pembakaran briket yang terbuat dari sampah pengergajian kayu, sekam padi, kulit kacang tanah, serat kulit kelapa sawit. Briket dibuat dengan metode *piston-press* dengan bahan perekat starch dan molase.. briket yang dibuat diuji karakteristik pembakarannya. Peneliti menyimpulkan laju pembakaran naik seiring dengan kenaikan dwell time dan prosentase perekat. Briket dari limbah pengergajian kayu mempunyai sifat paling baik dibandingkan dengan bahan yang lain. Secara umum disimpulkan bahwa briket biomassa mempunyai potensi untuk dijadikan bahan bakar, tetapi setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda.

Subroto (2006) meneliti karakteristik pembakaran briket campuran batubara, ampas tebu, jerami dengan bahan perekat tepung pati. Komposisi yang diuji adalah biobriket dengan perbandingan prosentase batubara : biomassa (ampas tebu, dan jerami); 10% :90; 33,3% : 66,6%; 50% :50%, briket dibuat dengan metode cetak tekan pada tekanan 100 kg/ cm^2 . pengujian pembakaran dilakukan untuk mengetahui laju pengurangan massa dengan laju kecepatan udara konstan (0,3m/s) kemudian dilanjutkan dengan pengujian emisi polutan. Berdasarkan percobaan dan parameter yang telah di uji, penambahan biomassa menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Penambahan biomassa juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan saat pembakaran. Komposisi biobriket terbaik yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari adalah komposisi batubara 10% : biomassa 90% karena lebih cepat terbakar, suhu yang dicapai dapat optimal dan lebih ramah lingkungan.

Sulistiyanto (2006), telah menguji karakteristik pembakaran biobriket campuran batubara dengan sabut kelapa dengan perbandingan batubara : biomassa : 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70% dengan kecepatan udara konstan. Briket dibuat

dengan metode Piston press tekanan kompaksi sebesar 100 kg/cm^2 dan bahan perekat pati. Berdasarkan percobaan dan parameter yang telah diuji penambahan biomassa menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Penambahan biomassa juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan pada saat pembakaran. Komposisi biobriket terbaik yang dapat digunakan sehari-hari adalah komposisi batubara : biomassa = 10% : 90% karena lebih cepat terbakar dan lebih ramah lingkungan, sedangkan untuk kebutuhan industri komposisi terbaik dengan pencapaian temperatur tertinggi adalah komposisi batubara : biomassa = 30% : 70 %.

Himawanto (2005), menguji pengaruh temperatur karbonisasi terhadap briket karakteristik pembakaran briket sampah kota. Briket terbuat dari sampah kota dengan bahan pengikat molasses dan batu kapur. Peneliti menyimpulkan proses karbonisasi mempengaruhi karakteristik pembakaran briket, semakin tinggi temperatur karbonisasi mempunyai pengaruh signifikan terhadap karakteristik pembakaran. Karakteristik pembakaran terbaik dicapai pada komposisi bahan organik dan perekat sebesar 90% :10% pada temperatur karbonisasi 120°C . Pada komposisi campuran ini temperatur mulai terbakar pada $176,3^\circ\text{C}$ dengan peak temperatur yang dicapai sebesar $448,8^\circ\text{C}$.

2.5 Karakteristik Briket

Bahan bakar padat memiliki parameter yang akan dibahas antara lain sebagai berikut :

1. Nilai kalor (*Heating value/calorific value*)
2. Kadar air (*Moisture*)
3. Kadar abu (*Ash*)
4. *Volatile matter* (Zat-zat yang mudah menguap)
5. *Fixed Carbon* (FC)

1. Nilai kalor (Highest Heating value/calorific value)

Nilai kalor bahan bakar terdiri dari HHV (*highest heating value*/ nilai kalor atas) dan LHV (*low heating value*/nilai kalor bawah). Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperatur 1 gr air dari 3,5- 4,5°C dengan satuan kalori. Nilai kalor tinggi atau *High Heating Value* (HHV) adalah banyaknya kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran 1 kg bahan bakar, tanpa adanya kandungan air pada bahan bakar. Nilai kalor rendah atau *Low Heating Value* (LHV) adalah banyaknya kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran 1 kg bahan bakar dan sebgai dimanfaatkan untuk penguapan sehingga kandungan air pada bahan bakar akan habis. Makin tinggi berat jenis bahan bakar, makin rendah nilai kalor yang diperolehnya. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur kalor disebut kalorimeter bom (*Bomb Kalorimeter*). Besarnya nilai kalor dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{HHV} = \frac{(\text{EE} \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

HHV= Highest heating Value (kal/gram)

Acid = Sisa abu 10 kal/ gram

Fulse= Panjang kawat yang terbakar =1 cm =1 kal/gram

ΔT = Selisih Suhu (°C)

EE = 2401,459 kal/gr

2. Kadar air (*Moisture*)

Kandungan air dalam bahan bakar, air yang terkandung dalam kayu atau produk kayu dinyatakan sebagai kadar air (Haygreen dkk,1989). Besarnya kadar air dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Moisture} = \frac{A-D}{C} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

A = berat sampel dengan cawan;

- C = berat sampel yaitu (A-B), dimana :
 B = berat cawan
 D = berat cawan dengan residu

3. Kadar Abu (*Ash*)

Abu atau disebut dengan bahan mineral yang terkandung dalam bahan bakar padat yang merupakan bahan yang tidak dapat terbakar dalam proses pembakaran. Abu adalah bahan yang tersisa apabila bahan bakar padat (kayu) dipanaskan hingga berat konstan.

4. *Volatille Matter* (Zat-zat yang mudah menguap)

Volatille matter merupakan salah satu karakteristik yang terkandung dari suatu biobriket. Komponen yang pertama adalah uap air muncul sesaat setelah temperatur mencapai 100°C untuk rentang temperatur operasi sampai 900°C dan komponen H₂, CO₂, CO, CH₄. Semakin banyak kandungan *volatille matter* pada biobriket maka akan semakin mudah biobriket untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat.

5. Fixed Carbon (FC)

Kandungan fixed carbon yaitu komponen yang bila terbakar tidak membentuk gas yaitu karbon tetap atau disebut FC (*fixed carbon*), atau bisa juga disebut kandungan karbon tetap yang terdapat pada bahan bakar padat yang berupa arang (*char*).

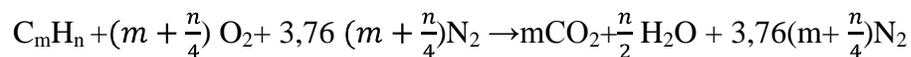
2.6 Proses Pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar (*fuel*) merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sementara oksidator adalah segala substansi

yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar (*fuel*) (Taufiq, 2008).

Dalam proses pembakaran fenomena-fenomena yang terjadi antara lain interaksi proses-proses kimia dan fisika, pelepasan panas yang berasal dari energi ikatan-ikatan kimia, proses perpindahan panas, proses perpindahan massa, dan gerakan fluida.

Proses pembakaran akan terjadi jika unsur-unsur bahan bakar teroksidasi. Proses ini akan menghasilkan panas sehingga akan disebut sebagai proses oksidasi eksotermis. Jika oksigen yang dibutuhkan untuk proses pembakaran diperoleh dari udara, dimana udara terdiri dari 21% oksigen dan 78% nitrogen, maka reaksi stokiometrik pembakaran hidrokarbon murni C_mH_n dapat ditulis dengan persamaan:



Persamaan ini telah disederhanakan karena cukup sulit untuk memastikan proses pembakaran yang sempurna dengan rasio ekivalen yang tepat dari udara. Jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka hasil persamaan diatas CO_2 dan H_2O . Juga sering terbentuk hidrokarbon tak jenuh, formaldehida dan kadang-kadang didapat juga karbon.

Pada temperatur yang sangat tinggi gas-gas pecah atau terdisosiasi menjadi gas-gas yang tak sederhana, dan molekul-molekul dari gas dasar akan terpecah menjadi atom-atom yang membutuhkan panas dan menyebabkan kenaikan temperatur. Reaksi akan bersifat endotermik dan disosiasi tergantung pada temperatur dan waktu kontak. Berdasar proses pembakarannya, pembakaran dapat dibedakan menjadi :

1. Pembakaran sempurna merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang cukup.
2. Pembakaran tak sempurna merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang tidak cukup.

3. Pembakaran dengan udara berlebih merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang berlebih, sehingga dalam pembakaran menghasilkan unsur oksigen.

2.7 Lumpur Lapindo

Menurut Syekhfani dalam Pribadi (2006), terdapat lima parameter yang dapat dievaluasi dari semburan lumpur lapindo dan menguntungkan karena kandungan hara makro yang tinggi yaitu kandungan sulfur tersedia lebih dari 50 ppm, kalium dapat dipertukarkan (K_{dd}) > 1ml/100 gram, kalsium (C_{add}) > 10 ml/10 gram, magnesium (Mg_{dd}) > 2ml/100 gram dan kapasitas tukar kation (KTK) > 40 ml/100 gram yang berarti terdapat segi positif yaitu lumpur tersebut apabila bercampur dengan tanah akan mengandung kekayaan unsur hara makro yang diperlukan untuk tumbuh tanaman. Jumlah itu sebenarnya terlalu tinggi bagi kebutuhan tanaman, namun karena karakter unsur hara makro memang sekalipun berlebihan tidak berdampak buruk untuk tanaman, maka tidak menjadi masalah. Namun, analisis rutin yang juga dilakukan terhadap kandungan unsur hara mikro, jika berlebihan bisa berdampak meracuni tanaman. Hasil analisis mikro juga sangat tinggi, bahkan ekstrem tinggi. Kandungan garam natrium (N_{add}) > 1 ml/100 gram, aluminium (Al_{dd}) > 0,2 ml/100 gram, besi (Fe_{dd} larut 0,1 N HCL) > 700 ppm dan khlor (Cl_{dd} larut dalam 0,1 N HCL).

Selain itu berdasarkan hasil analisis tanah oleh tim Bapedal Jawa Timur, lumpur lapindo mempunyai kandungan Mn sebesar 8 mg/L dan Zn sebesar 0,45 mg/L (Walhi Jatim,2006)..

Lumpur panas PT Lapindo Brantas Inc, mempunyai komposisi 30% padatan dan 70 % air. Tekstur lumpur adalah liat berdebu dengan kandungan liat 43-47%, debu 46-50% dan pasir 7%. Sedangkan tanah lapisan atas di sekitar lokasi tersebut umumnya bervariasi dari lempung berdebu sampai liat berdebu dengan kandungan liat 24-41 %, debu 37-66 % dan pasir 6-26 % (Sudarto,2006).

Beberapa laporan menyebutkan lumpur panas lapindo yang menyembur dapat mencapai 125 ribu meter kubik tiap hari dengan bau menyengat. Untuk mengetahui volume lumpur yang sudah merendam 600 hektare sawah, dan menenggelamkan 10 ribuan rumah penduduk porong, tinggal mengalikan jumlah hari selama dua tahun terakhir dengan debit lumpur yang dikeluarkan setiap hari (Mathari,2008).

Amanda (2012) menyatakan bahwa kandungan lumpur lapindo yang berperan dalam meningkatkan nilai kalori briket arang kayu adalah Fe karena memiliki nilai konduktivitas termal yang tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai kalori. Sedangkan komposisi optimum campuran lumpur lapindo dalam briket arang kayu untuk mendapatkan briket yang memiliki nilai kalori tinggi adalah komposisi perbandingan arang : lumpur = 600cc : 150 cc atau 4:1

Tabel 2.4 Hasil XRF Serbuk Lumpur Lapindo dan Serbuk Arang Kayu

NO	Lumpur Lapindo		Arang Kayu	
	Unsur	Persen (%)	Unsur	Persen (%)
1	Fe	37,36	C	56,5
2	Si	37	Cl	19,0
3	Al	7	K	14,0
4	Ca	6,67	Fe	2,6
5	K	5,03	S	2,1

Sumber : Amanda, 2012

2.8 Hipotesis

Ada perbedaan nilai kalor antara briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat yang berbeda. Bahan perekat lumpur lapindo dapat berperan

meningkatkan nilai kalor briket arang ampas tebu. Semakin tinggi laju pembakaran maka mempercepat waktu pembakaran sehingga kualitas briket menurun.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan desain tersebut dengan tanpa perlakuan sebagai kontrol atau pembanding. Atau membandingkan pengujian beberapa variasi perlakuan dengan pengujian tanpa variasi sebagai pembanding.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember dan Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

3.2.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2013.

3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah komposisi arang ampas tebu dan bahan perekat Lumpur Lapindo antara lain B 20= 100 gr : 20 gr, B 30= 100 gr : 30 gr, dan B 40= 100 gr : 40 gr dan laju aliran udara konstan yaitu 2 m/s.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah:

- HHV= *Highest Heating Value* (kal/gr)
- ΔT = Selisih Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

- T_0 = Suhu air pendingin sebelum diuji ($^{\circ}\text{C}$)
- T_1 = Suhu air pendingin sesudah diuji ($^{\circ}\text{C}$)
- Fulse = Panjang kawat yang terbakar = 1 cm = 1 (kal/ gram)
- T_{max} = Temperatur maksimum pembakaran ($^{\circ}\text{C}$)
- M = laju pembakaran (gr/s)
- Δt = waktu uji laju pembakaran (gr)

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan meliputi:

3.4.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pengujian ini meliputi:

1. Bom Kalorimeter, dengan spesifikasi alat sebagai berikut (Gambar 3.1):
 - a. Merk Mesin : PAAR
 - b. Model : PAAR 1241 EF
 - c. Volt : 220
 - d. Hertz : 50
 - e. Negara Pembuat : USA
 - f. Tahun : 1987



Gambar 3.1 Bom Kalorimeter.

2. Perlengkapan Pendukung :

- a. Uji Pembakaran Prototype.
- b. Mesin Cetak Tekan Briket
- c. Drum Karbonasi
- d. *Termokopel*
- e. Timbangan Digital
- f. Stop watch
- g. Panci Air
- h. Blower
- i. Anemometer
- j. Cetakan briket berbentuk silinder dengan $D= 5,5$ cm dan tinggi = 7 cm
- k. *Termometer Reader* merk Krisbow type KW06-283 (Gambar 3.2)



Gambar 3.2 *Termometer Reader* merk Krisbow.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

- a. Arang Ampas Tebu
- b. Lumpur Lapindo
- c. Air

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Arang ampas tebu

- 1) Ampas tebu dibersihkan dari kotoran dengan menggunakan air.
- 2) Keringkan ampas tebu selama 2 hari dibawah sinar matahari hingga tidak ada kandungan air.
- 3) Siapkan drum karbonasi kapasitas 6 kg.
- 4) Ampas tebu dibuat menjadi arang didalam drum karbonasi.
- 5) Proses pembakaran dilakukan hingga temperatur 300°C.
- 6) Proses pembakaran dilakukan hingga 3 jam sampai menjadi arang ampas tebu.
- 7) Jumlah massa arang ampas tebu 900 gr dibagi menjadi 3 sampel briket.

3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket

- a. Pembuatan briket dengan 20 gr, 30 gr, 40 gr bahan perekat
 - 1) Arang ampas tebu dihancurkan dengan ukuran sekitar 40-60 mesh.
 - 2) Arang ampas tebu yang halus tersebut ditimbang 900 gr keseluruhan sampelnya
 - 3) Proses selanjutnya menghilangkan kadar air pada lumpur lapindo dengan proses pengeringan.
 - 4) Pengeringan lumpur lapindo ini menggunakan sinar matahari selama 1 hari. Pengeringan bertujuan untuk membuang zat-zat/gas yang berbahaya.
 - 5) Untuk sampel pertama 100 gr arang ampas tebu dicampur dengan air 30°C dan dicampur dengan bahan perekat lumpur lapindo dengan berat 20 gr.
 - 6) Untuk sampel kedua 100 gr arang ampas tebu dicampur dengan air 30°C dan dicampur dengan bahan perekat lumpur lapindo dengan berat 30 gr
 - 7) Untuk sampel ketiga 100 gr arang ampas tebu dicampur dengan air 30°C dan dicampur dengan bahan perekat lumpur lapindo dengan berat 40 gr
 - 8) Kemudian arang ampas tebu, lumpur lapindo dan air tersebut di tumbuk hingga rata di dalam lesung batu hingga adonan tercampur.

- 9) Setelah adonan campuran arang, lumpur lapindo dan air tercampur dengan baik maka selanjutnya dilakukan pencetakan pada mesin press cetak briket dengan tekanan sama
- 10) Hasil cetakan briket kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 8 jam.

3.5.2 Tahapan Penelitian

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengujian dengan alat Bom Kalorimeter;

Pada pengujian ini tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Tahapan Persiapan Pengambilan Data

Setelah proses pembuatan arang briket ampas tebu dengan bahan perekat lumpur lapindo berjalan dengan baik maka ketiga sampel briket arang siap untuk di uji dengan bomb kalorimeter untuk mengetahui karakteristik termal dan nilai kalor maksimum dan minimum. Pengecekan terhadap alat ukur dan sensor-sensor yang terhubung dengan bomb kalorimeter dan mencatat kondisi suhu air pendingin sebelum dinyalakan.

b. Tahapan Pengambilan Data

Tahapan proses pengujian dapat diperinci sebagai berikut:

- 1) Siapkan 2 liter air/aquades, kemudian masukkan ke dalam oval bucket..
- 2) Timbang bahan bakar yang akan diuji , kemudian masukkan ke dalam combustion capsule..
- 3) Pasang kawat sepanjang 10 cm sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi combustion capsule dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*..
- 4) Masukkan bahan yang diuji dalam combustion capsule tadi bersama dengan kawat, ke dalam tabung oxygen bomb.
- 5) Hubungkan semua peralatan bomb calorimeter dengan listrik.

- 6) Isi tabung oxygen bomb dengan oksigen bertekanan 30-35 Atm menggunakan bantuan auto charger.
- 7) Setelah selesai , masukkan tabung *oxygen bomb* ke dalam oval bucket yang telah terisi air.
- 8) Kemudian masukkan *oval bucket* ke dalam adiabatic calorimeter, lalu tutup.
- 9) Pindahkan posisi switch ke posisi on.
- 10) Sterilkan / samakan suhu dari aquades/air di oval bucket dengan suhu water jacket dengan menggunakan switch hot/cold.
- 11) Setelah sama, catat suhu yang terjadi
- 12) Kemudian bakar bahan bakar yang diuji tersebut.
- 13) Beberapa saat kemudian, catat kembali suhu yang terjadi pada aquades/ air (catat temperatur maksimum yang tercapai).
- 14) Setelah itu hitung selisih temperatur di air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran. Selisih tersebut kalikan dengan standard benzoid dengan tabung tertentu.
- 15) Setelah itu hitung sisa kawat yang terbakar.
- 16) Dari situlah nilai kalor dari bahan bakar yang diuji diketahui

c. Akhir Pengambilan data

Setelah proses pengujian atau pengambilan data selesai, langkah selanjutnya adalah:

- 1) Buka penutup tabung oxygen bomb setelah pengujian.
- 2) Mengangkat oval bucket dari tabung bomb.
- 3) Bersihkan combustion capsule dan masukkan bahan bakar yang akan di uji.

Tabel 3.1 Pengamatan uji bom kalorimeter

Nama Bahan	Berat Bahan (gr)	T ₁ (°C)	T ₀ (°C)	ΔT (°C)	Sisa Kawat	Nilai Kalor (cal/gr)

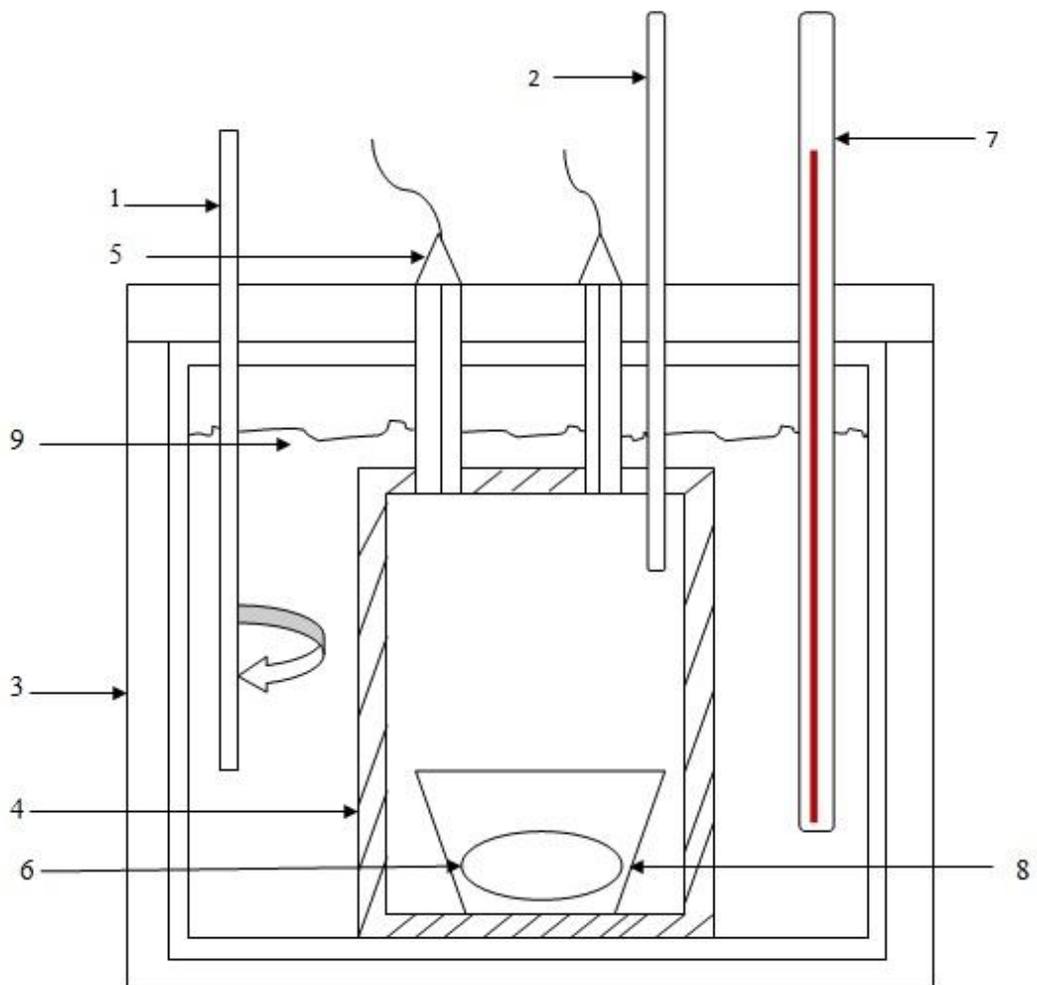
2. Pengujian dengan alat uji pembakaran dengan variasi udara:

- 1) Memasang dan menyetel alat-alat yang digunakan.
- 2) Menempatkan briket yang akan di uji pada tempat yang terhubung dengan timbangan hoist.
- 3) Mengukur massa briket sebelum pembakaran berlangsung.
- 4) Menghidupkan *thermocouple* dan sensor yang terletak pada briket dan alat pemanas.
- 5) Menghidupkan anemometer.
- 6) Menghidupkan alat pemanas hingga mencapai suhu 200°C
- 7) Menghidupkan blower dan mengatur kecepatan aliran udara dengan *valve*.
- 8) Membakar Briket Arang Ampas Tebu sesuai dengan variasi massa perekatnya.
- 9) Memulai pengujian dan pengamatan dengan membuka valve dengan laju aliran udara yaitu 2 m/s.
- 10) Pengujian dilakukan dengan range waktu 1-10 menit.
- 11) Mencatat temperatur briket pada detik ke 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10..
- 12) Mencatat hasil temperatur maksimum yang didapat dari pembakaran briket tersebut.
- 13) Mencatat waktu yang dibutuhkan hingga nyala api biket padam.
- 14) Mengulangi pengujian dengan briket ampas tebu dengan variasi massa perekat yang berbeda yaitu 20 gr, 30 gr, 40 gr .

Tabel 3.2 Pengamatan Temperatur Pembakaran Briket

No	Bahan Bakar	Menit	T Briket (°C)

3.6 Skema Alat Uji

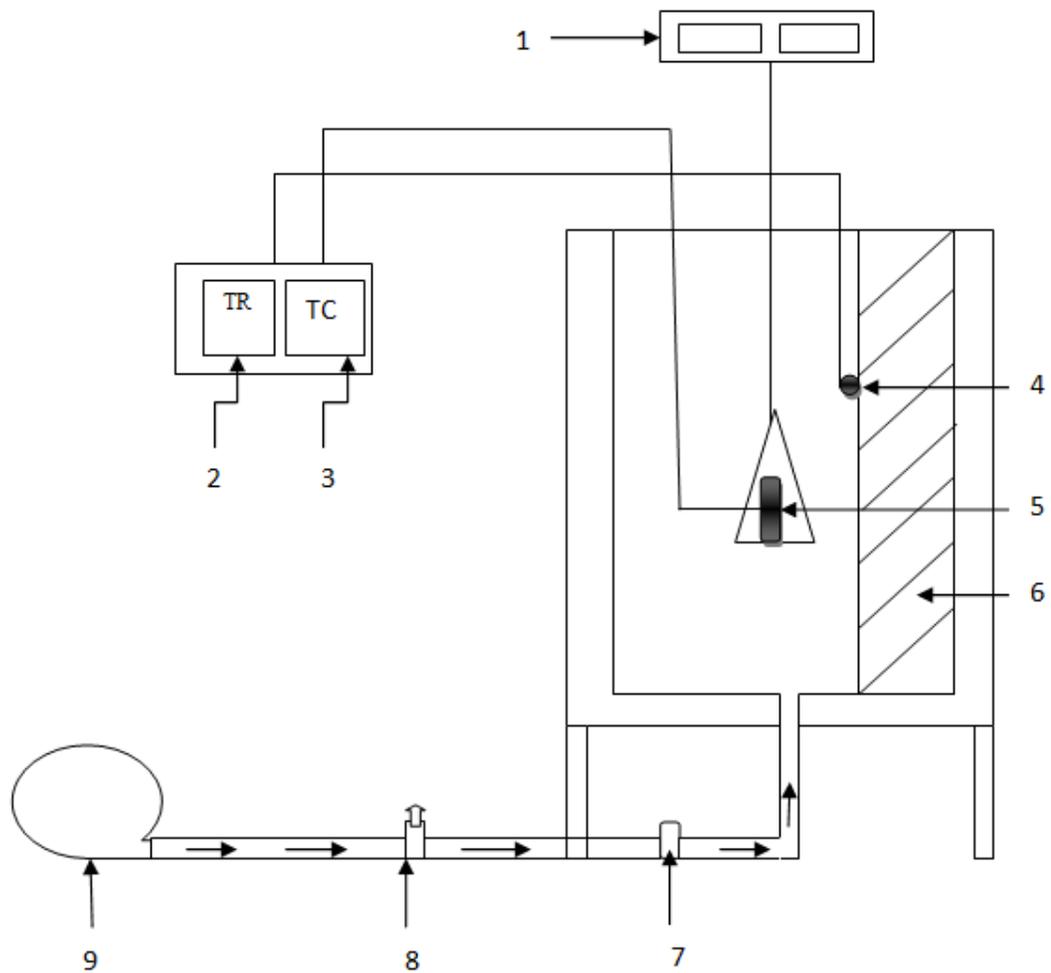


Gambar 3.3 Skema Alat Uji Bom kalorimeter

Keterangan Gambar Skema Alat Uji;

1. Pengaduk;
2. Katup Oksigen;
3. Kalorimeter;
4. Bom;
5. Kawat Penyala;

6. Bahan Bakar atau Briket;
7. Thermometer;
8. Cawan;
9. Air Pendingin;

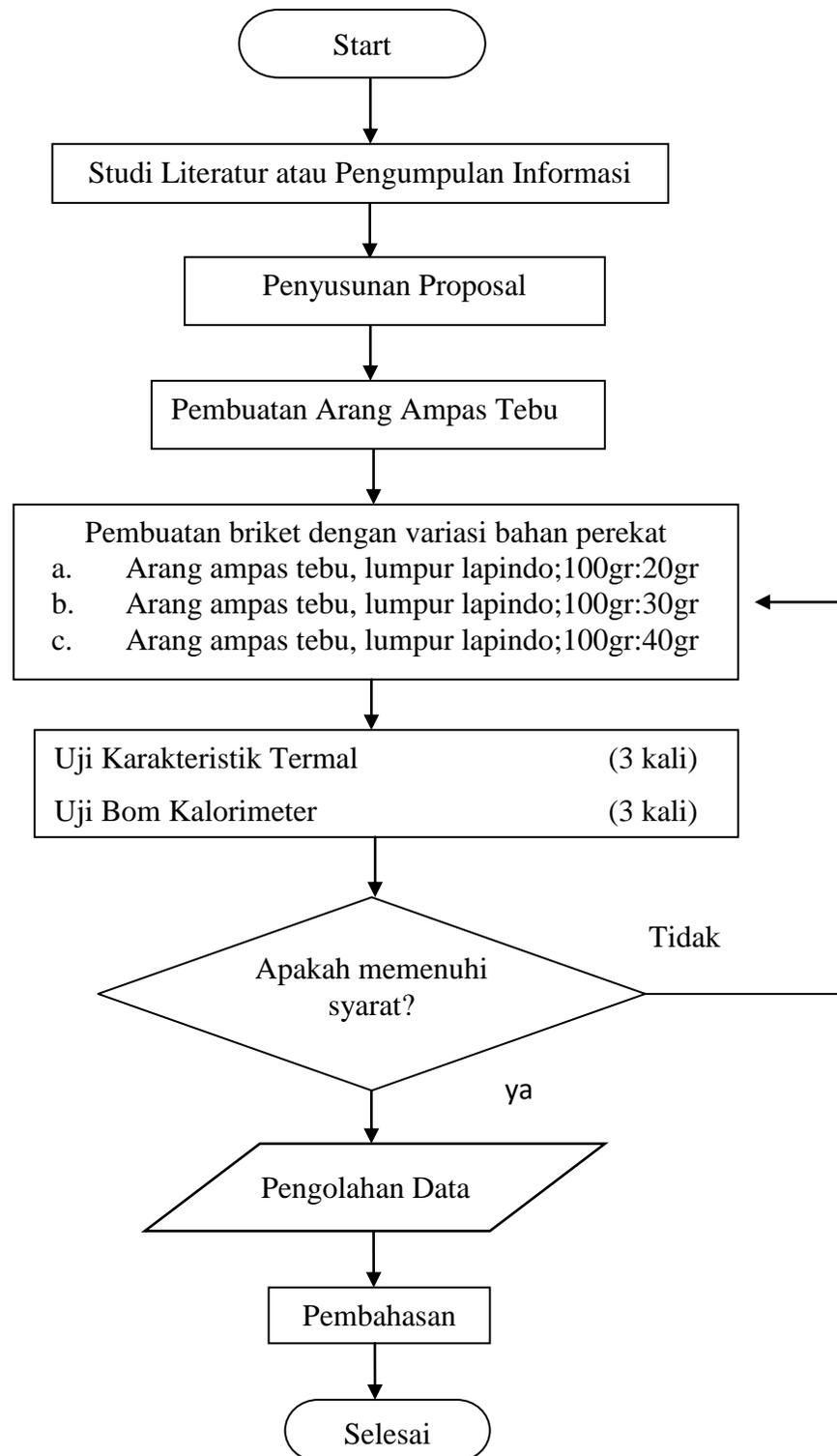


Gambar 3.4 Skema Alat Uji Pembakaran

1. Timbangan Hoist
2. *Thermokopel Reader*
3. *Thermokopel controler*
4. *Thermokopel sensor*

5. Briket
6. Elemen Pemanas
7. Anemometer
8. *Valve*
9. *Blower*

3.7 Alur Penelitian



BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Data Pengamatan

Data hasil pengamatan disajikan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali percobaan. Data hasil penelitian selengkapnya disajikan pada Lampiran A.

Tabel 4.1 Data hasil penelitian Briket arang ampas tebu

No	Jenis Briket	Massa Bahan yang diuji (gr)	T0 (°C)	T1 (°C)	ΔT (°C)	Fulse (cm)	Lama pembakaran (menit)
1	ampas	0,5	25,7	26,3	0,6	6,5	1'40''21
2	B20	0,5	26,1	26,7	0,62	7,6	1'59''02
3	B30	0,5	26,9	27,6	0,69	6,9	2'31''41
4	B40	0,5	27,3	28,0	0,75	8,7	3'50''20

Tabel 4.2 Data hasil penelitian pembakaran briket arang ampas tebu

Jenis	Massa briket (gr)	Menit ke	Tbriket (°C)
B 20	53,1	1	304
		2	603
		3	567
		4	539
		5	528
		6	514
		7	504
		8	334
		9	194
		10	143
B 30	60	1	450
		2	564
		3	658
		4	777
		5	668
		6	675
		7	601
		8	526
		9	321
		10	214
B 40	72,7	1	202
		2	263
		3	592
		4	460
		5	637
		6	303
		7	511
		8	184
		9	184
		10	172

4.1.2 Hasil penelitian

Hasil penelitian karakteristik termal briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo adalah sebagai berikut. Data berikut disajikan pada Tabel 4.3 dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai kalor dan Laju Pembakaran

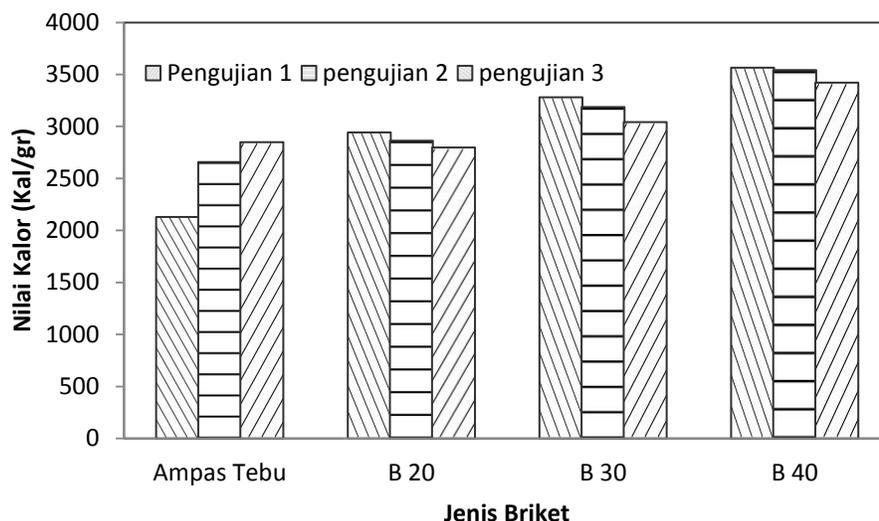
No	Jenis Briket	ρ (gr/cm ³)	Tmax (°C)	HHV (kal/gr)	Sisa Abu (%)	Laju Pembakaran (gr/ menit)
1	Ampas	-	-	2848,74	-	0,357
2	B 20	0,321	603	2942,60	38	0,249
3	B 30	0,364	777	3280,21	10	0,216
4	B 40	0,441	637	3564,78	6	0,142

Data pengulangan tiga spesimen dan perhitungan disajikan pada lampiran B. Data hasil penelitian tersebut di tampilkan dalam bentuk grafik yang disajikan pada Gambar 4.1 sampai 4.11.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Komposisi Variasi Bahan Perekat terhadap Nilai Kalor Briket

Dalam pengujian menggunakan Bom Kalorimeter hasil yang didapat langsung berupa nilai kalor dalam tiap sample briket arang ampas tebu. Hubungan variasi komposisi bahan perekat briket arang ampas tebu terhadap nilai kalor dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pada gambar ini adalah nilai kalor maksimum briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat dari tiga kali pengujian.

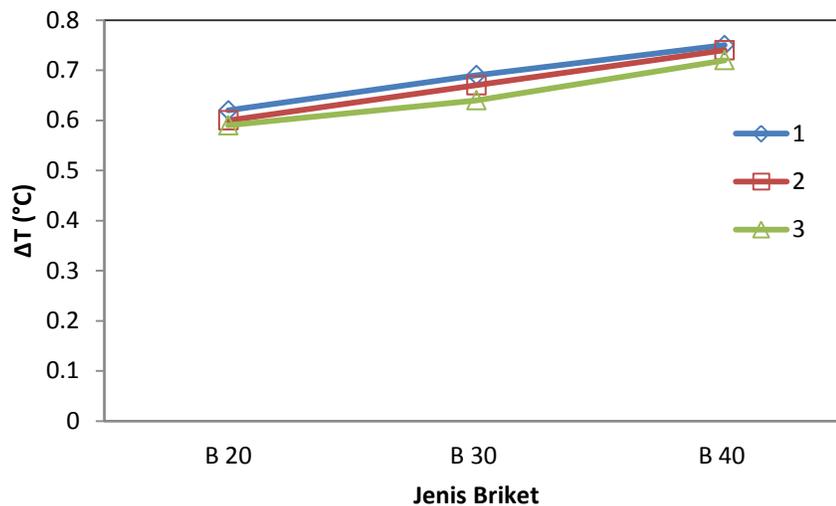


Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Nilai Kalor dengan Tiga Kali Pengulangan

Berdasarkan Gambar 4.1 pengujian bahan bakar briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat lumpur lapindo yang menghasilkan nilai kalor tertinggi adalah briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 40 gr, kemudian 100 gr : 30 gr, dan yang terakhir 100 gr : 20 gr. Pengujian nilai kalor ampas tebu mempunyai nilai sebesar 2848,74 kal/gr. Pengujian Briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 40 gr menghasilkan nilai kalor maksimum sebesar 3564,788 kal/gr. Pengujian briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 30 gr menghasilkan nilai kalor sebesar 3280,384 kal/gr. Pengujian briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 20 gr menghasilkan nilai kalor 2942,609 kal/gr. Jadi selisih nilai kalori antara briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo yaitu 100 gr : 20 gr dengan briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo yaitu 100 gr : 40 gr sebesar 622,180 kal/gr.

Hasil pengujian pembakaran dalam bom kalorimeter pada briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat lumpur lapindo yang setiap 10 gram pertama dapat membantu menambahkan nilai kalori sebesar 337,776 kal/gr dan 10 gram kedua menambahkan nilai kalori briket arang ampas tebu sebesar 284,404 kal/gr. Hal ini dikarenakan bahan perekat lumpur lapindo memiliki kandungan Fe yang mempunyai sifat konduktivitas termal dan Sulfur yang merupakan komponen hidrokarbon sehingga membantu menaikkan nilai kalor dari briket arang ampas tebu tersebut. Hal ini diperkuat oleh Syekhfani dalam Pribadi (2006), terdapat lima parameter yang dapat dievaluasi dari semburan lumpur lapindo dan menguntungkan karena kandungan hara makro yang tinggi yaitu kandungan sulfur tersedia lebih dari 50 ppm dan Amanda (2012) menyatakan bahwa kandungan lumpur lapindo yang berperan dalam meningkatkan nilai kalori briket arang kayu adalah Fe karena memiliki nilai konduktivitas termal yang tinggi.

Kondisi briket arang ampas tebu dengan perbandingan variasi bahan perekat 100 gr : 20 gr sangat rapuh dan mudah hancur, hal ini dikarenakan kurangnya bahan perekat sehingga berpengaruh besar pada nilai kalor briket. Sedangkan kondisi briket arang ampas tebu dengan perbandingan variasi bahan perekat 100 gr : 40 gr kuat dan keras dan semakin rapat partikel-partikel arang ampas tebu yang melekat pada bahan perekat lumpur lapindo sehingga dapat menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi daripada briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat 100 gr : 20 gr. Jadi faktor yang berpengaruh untuk menambahkan nilai kalor adalah bahan perekat lumpur lapindo dan *density* (kerapatan). Kerapatan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 40 gr mempunyai nilai 0,441 gr/cm³ dan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr hanya sebesar 0,321 gr/cm³. Hal ini sesuai yang dikatakan Saptoadi dan Syamsiro (2007) bahwa semakin besar kerapatan (*density*) biobriket maka semakin tinggi pula nilai kalornya.



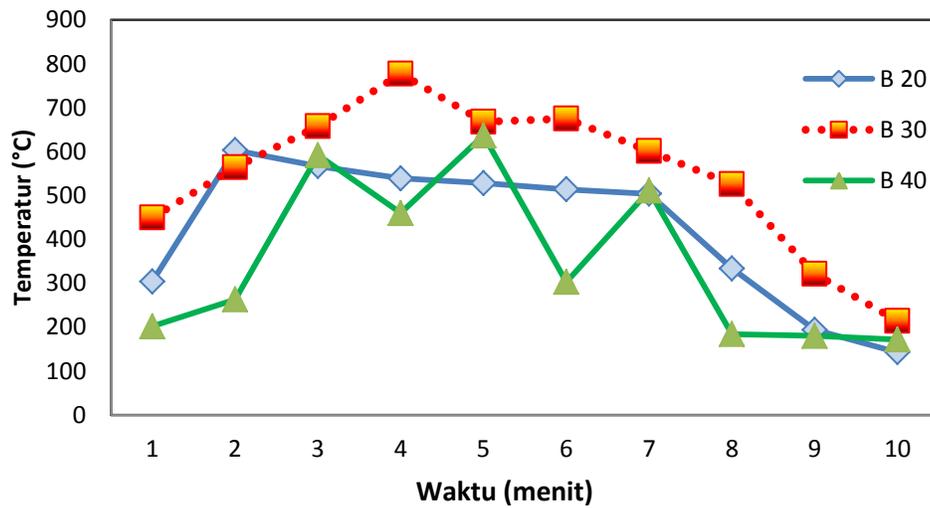
Gambar 4.2 Grafik Selisih Temperatur Pembakaran Briket Arang Ampas Tebu Pada Bom Kalorimeter dengan Tiga Kali Pengulangan

Berdasarkan Gambar 4.2 pengujian pembakaran dalam alat bom kalorimeter pada bahan bakar briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo menghasilkan selisih suhu pembakaran tertinggi adalah briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 40 gr sebesar 0,75°C dengan suhu awal 27,32 °C mencapai suhu maksimum 28,07°C. Hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr mempunyai nilai kalor yang tinggi dan waktu pembakaran yang lama. Hal ini sesuai dengan Syamsiro dan Saptoadi (2007) menyatakan bahwa biobriket dengan nilai kalor yang tinggi dapat mencapai suhu pembakaran yang tinggi dan mencapai suhu optimumnya cukup lama. Pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 40 gr dapat membakar kawat uji (*fulse wire*) sebesar 8,7 cm dan sisa kawat sebesar 1,3 cm. Pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 30 gr menghasilkan selisih suhu pembakaran 0,69 °C dengan suhu awal 26,91 °C dan mencapai suhu maksimum 27,60°C. Pembakaran briket arang ampas tebu dengan

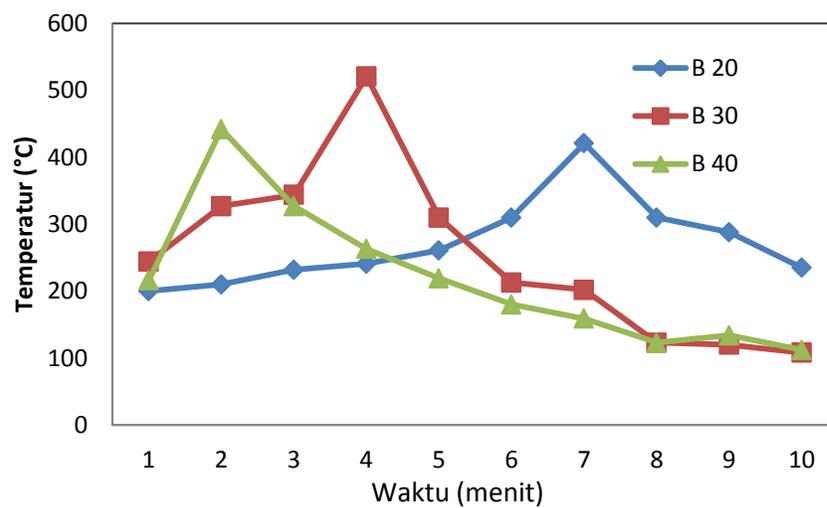
komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 30 gr dapat membakar kawat uji (*fulse wire*) sebesar 6,9 cm dan sisa kawat 3,1 cm. Pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 20 gr menghasilkan selisih suhu pembakaran 0,62 °C dengan suhu awal 26,12 °C dan mencapai suhu maksimum 27,35°C. Hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr mempunyai nilai kalor yang rendah dan waktu pembakaran yang singkat. Pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 20 gr dapat membakar kawat uji (*fulse wire*) sebesar 7,6 cm dan sisa kawat 2,4 cm. Dalam pengujian nilai kalor briket arang ampas tebu ini maka semakin besar selisih suhu dan semakin sedikit sisa kawat maka semakin besar nilai kalor briket tersebut.

4.2.2 Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat terhadap Temperatur Pembakaran Briket

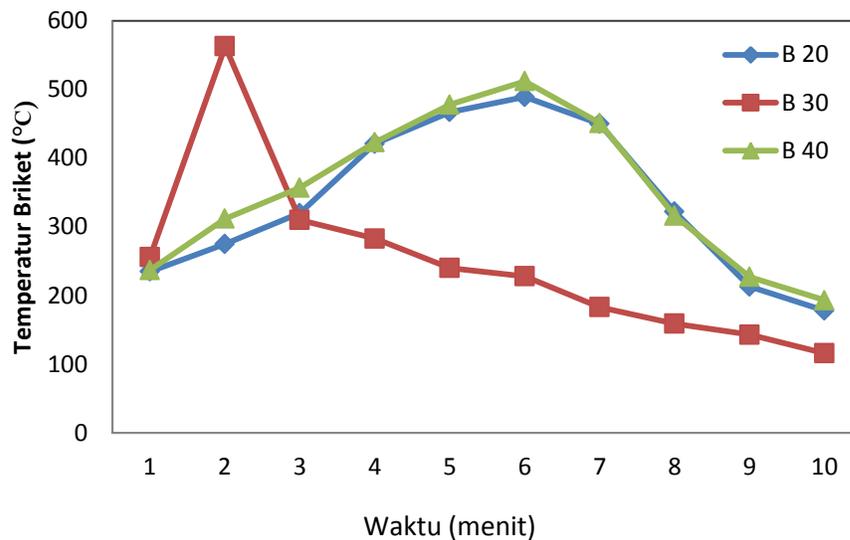
Hasil pengujian pembakaran yang briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat dengan perbandingan antara lain 100 gr : 20 gr, 100 gr: 30 gr, 100 gr: 40 gr ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Temperatur Pembakaran Pengulangan Pertama



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Temperatur Pembakaran Pengulangan Kedua



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Temperatur Pembakaran Pengulangan Ketiga

Berdasarkan Gambar 4.3 pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat lumpur lapindo yang menghasilkan temperatur tertinggi adalah briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 30 gr, kemudian 100 gr : 40 gr, dan yang terakhir 100 gr : 20 gr. Pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 30 gr yang menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi yaitu 777 °C. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan zat *volatile matter* dan penambahan 30 gr bahan perekat lumpur lapindo pada briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr sehingga briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr mudah terbakar dan proses pembakaran berlangsung lama mengakibatkan temperatur pembakaran briket arang ampas tebu dapat mencapai *peak* temperatur. Hal ini sesuai yang dikatakan Winaya (2010) bahwa salah satu karakteristik bahan bakar biomassa yang paling berpengaruh terhadap

performansi pembakaran adalah kandungan zat *volatile matter* yang tinggi dengan nilai kalor yang rendah.

Pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 40 gr yang menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi yaitu 637 °C. Hal ini dikarenakan penambahan bahan perekat lumpur lapindo sebesar 40 gr mengakibatkan kandungan zat *volatile matter* semakin sedikit mengakibatkan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 : 40 gr ini menjadi sukar terbakar dan kerapatan yang tinggi mengakibatkan laju pembakaran menjadi lama sehingga temperatur pembakaran tidak mencapai puncak dan proses pembakaran menjadi tidak sempurna. Hal ini sesuai yang dikatakan Patabang (2012) bahwa kandungan zat *volatile matters* dengan kandungan bahan perekat terlihat bahwa makin meningkat kandungan bahan perekat mengakibatkan menurunnya kandungan zat *volatile matters*.

Pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 20 gr yang menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi yaitu 603 °C. Hal ini dikarenakan kandungan zat *volatile matters* yang tinggi menyebabkan briket arang ampas tebu dengan 100 gr : 20 gr ini mudah terbakar dan menyala dan penambahan bahan perekat 20 gr mengakibatkan laju pembakaran berlangsung singkat sehingga proses pembakaran tidak sempurna dan temperatur briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr tidak mencapai maksimum dikarenakan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr ini dengan cepat menjadi abu. Hal ini sesuai yang dikatakan Winaya (2010) mengatakan bahwa nilai kalor yang rendah menyebabkan turunnya temperatur maksimum pembakaran dan meningkatkan waktu pembakaran yang dapat menyebabkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna dan kandungan zat *volatile* yang tinggi dengan nilai kalor yang rendah berpengaruh terhadap performansi pembakaran.

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa temperatur pembakaran tertinggi terjadi pada proses pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr :

30 gr bahan perekat lumpur lapindo, terlihat dari titik awal temperatur 450 °C di detik ke 0 , mulai naik tajam pada menit ke 3 di titik 658 °C kemudian grafik meningkat menuju titik maksimum 777 °C dengan selang waktu 1 menit. Apabila diamati grafik pada menit ke 5 temperatur pembakaran berangsur menurun pada titik 668 °C. Pada menit ke 8 temperatur pembakaran menurun pada titik 526 °C. Pada menit ke 9 temperatur pembakaran menurun drastis pada titik 321 °C. Kemudian menit ke 10 temperatur pembakaran menurun hingga 214 °C. Jadi temperatur pembakaran tertinggi briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 30 gr yaitu 777°C. Seiring dengan cepatnya briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 30 gr mencapai temperatur tertingginya maka semakin cepat sampel briket tersebut menjadi abu sehingga menurunkan massa briket arang ampas tebu ini.

Dapat dilihat pada Gambar 4.3 pada pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 20 gr menghasilkan temperatur tertinggi 602 °C. Pada titik awal menit ke 1 pembakaran sample briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr mencapai titik 304 °C. Pada menit ke 2 melonjak secara signifikan ke titik 602 °C hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr ini mudah retak karena kurangnya bahan perekat sehingga mudah mencapai titik temperatur pembakaran tertinggi. Pada menit ke 7 temperatur pembakaran briket ini menurun pada titik 507 °C. Pada menit ke 9 temperatur pembakaran briket ini menurun secara signifikan pada titik 194 °C. Dan menit ke 10 mencapai titik 143°C.

Pada Gambar 4.3 pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 40 gr menghasilkan temperatur tertinggi 637 °C. Pada menit ke 1 temperatur pembakaran briket ini mencapai 202 °C. Pada menit ke 5 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik maksimum pada 637 °C. Pada menit ke 8 temperatur pembakaran briket ini turun menjadi 184 °C. Kemudian pada menit ke 10 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik terendah yaitu 172°C. Hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu dengan komposisi

100 gr : 40 gr ini pada menit ke 8 tetapi masih menghasilkan panas pada permukaan briketnya. Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa temperatur pembakaran tertinggi terjadi pada proses pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 30 gr bahan perekat lumpur lapindo, terlihat dari titik awal temperatur 244°C di detik ke 0, mulai naik tajam pada menit ke 3 di titik 344°C kemudian grafik meningkat menuju titik maksimum 521 °C dengan selang waktu 1 menit. Apabila diamati grafik pada menit ke 5 temperatur pembakaran berangsur menurun pada titik 310 °C. Pada menit ke 8 temperatur pembakaran menurun pada titik 123 °C. Pada menit ke 9 temperatur pembakaran menurun drastis pada titik 108 °C. Kemudian menit ke 10 temperatur pembakaran menurun hingga 120 °C. Jadi temperatur pembakaran tertinggi briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 30 gr yaitu 521°C. Seiring dengan cepatnya briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 30 gr mencapai temperatur tertingginya maka semakin cepat sampel briket tersebut menjadi abu sehingga menurunkan massa briket arang ampas tebu ini.

Dapat dilihat pada Gambar 4.4 pada pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 20 gr menghasilkan temperatur tertinggi 421°C. Pada titik awal menit ke 1 pembakaran sample briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr mencapai titik 200 °C. Pada menit ke 2 melonjak secara signifikan ke titik 210 °C hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr ini mudah retak karena kurangnya bahan perekat sehingga mudah mencapai titik temperatur pembakaran tertinggi. Pada menit ke 7 temperatur pembakaran briket ini mencapai pada titik 421 °C. Pada menit ke 9 temperatur pembakaran briket ini menurun secara signifikan pada titik 288 °C. Dan menit ke 10 mencapai titik 235°C.

Pada Gambar 4.4 pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 40 gr menghasilkan temperatur tertinggi 442 °C. Pada menit ke 1 temperatur pembakaran briket ini mencapai 216 °C. Pada menit ke 2 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik maksimum pada

442 °C. Pada menit ke 8 temperatur pembakaran briket ini turun menjadi 123 °C. Kemudian pada menit ke 10 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik terendah yaitu 112°C. Hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 40 gr ini padam pada menit ke 8 tetapi masih menghasilkan panas pada permukaan briketnya.

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa temperatur pembakaran tertinggi terjadi pada proses pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 30 gr bahan perekat lumpur lapindo, terlihat dari titik awal temperatur 256 °C di detik ke 0 , mulai naik tajam pada menit ke 2 di titik 563 °C . Apabila diamati grafik pada menit ke 5 temperatur pembakaran berangsur menurun pada titik 240 °C. Pada menit ke 8 temperatur pembakaran menurun pada titik 159 °C. Pada menit ke 9 temperatur pembakaran menurun drastis pada titik 143 °C. Kemudian menit ke 10 temperatur pembakaran menurun hingga 116 °C. Jadi temperatur pembakaran tertinggi briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 30 gr yaitu 563°C. Seiring dengan cepatnya briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 30 gr mencapai temperatur tertingginya maka semakin cepat sampel briket tersebut menjadi abu sehingga menurunkan massa briket arang ampas tebu ini.

Dapat dilihat pada Gambar 4.5 pada pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 20 gr menghasilkan temperatur tertinggi 489 °C. Pada titik awal menit ke 1 pembakaran sample briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr mencapai titik 235 °C. Pada menit ke 2 melonjak secara signifikan ke titik 275 °C hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr ini mudah retak karena kurangnya bahan perekat sehingga mudah mencapai titik temperatur pembakaran tertinggi. Pada menit ke 6 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik maksimum pada titik 489 °C. Pada menit ke 9 temperatur pembakaran briket ini menurun secara signifikan pada titik 213 °C. Dan menit ke 10 mencapai titik 178°C.

Pada Gambar 4.5 pengujian pembakaran briket arang ampas tebu dengan komposisi bahan perekat lumpur lapindo 100 gr : 40 gr menghasilkan temperatur

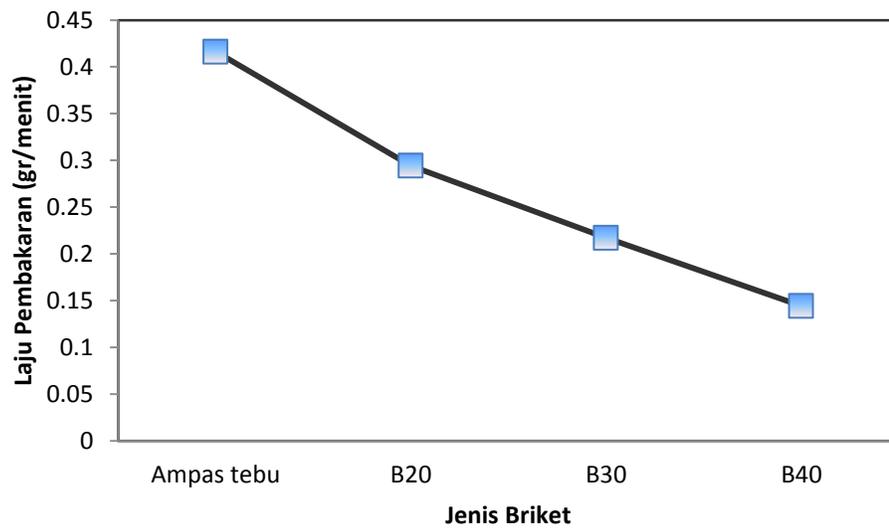
tertinggi 512 °C. Pada menit ke 1 temperatur pembakaran briket ini mencapai 237 °C. Pada menit ke 6 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik maksimum pada 512 °C. Pada menit ke 8 temperatur pembakaran briket ini turun menjadi 316 °C. Kemudian pada menit ke 10 temperatur pembakaran briket ini mencapai titik terendah yaitu 193°C. Hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 40 gr ini padam pada menit ke 8 tetapi masih menghasilkan panas pada permukaan briketnya Pada Gambar 4.3 sampai 4.5 adalah perbandingan temperatur pembakaran briket arang ampas tebu dengan bahan perekat lumpur lapindo. Pada gambar tersebut trend grafik perbandingan temperatur pembakaran briket arang ampas tebu dengan bahan perekat lumpur lapindo yang cenderung tidak sama. Hal ini disebabkan ketidakmeratanya bahan perekat lumpur lapindo dengan arang ampas tebu pada proses pembuatan briket atau *mixing* pada setiap spesimen briket.

4.2.3 Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perekat terhadap Laju Pembakaran Briket

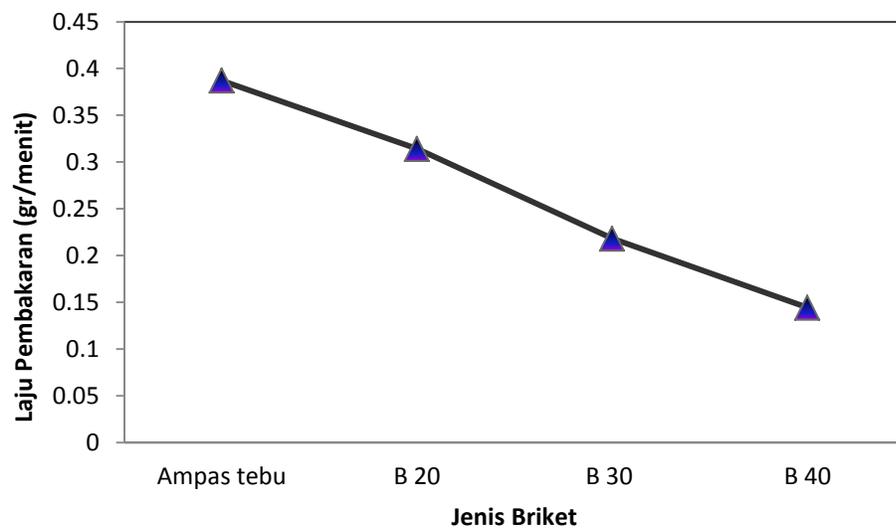
Berdasarkan perhitungan laju pembakaran didapat dengan menguji briket arang ampas tebu dengan alat bom kalorimeter. Rumus laju pembakaran dapat ditunjukkan pada persamaan dibawah ini.

$$M = \frac{M_0}{\Delta t} \text{ gr/menit}$$

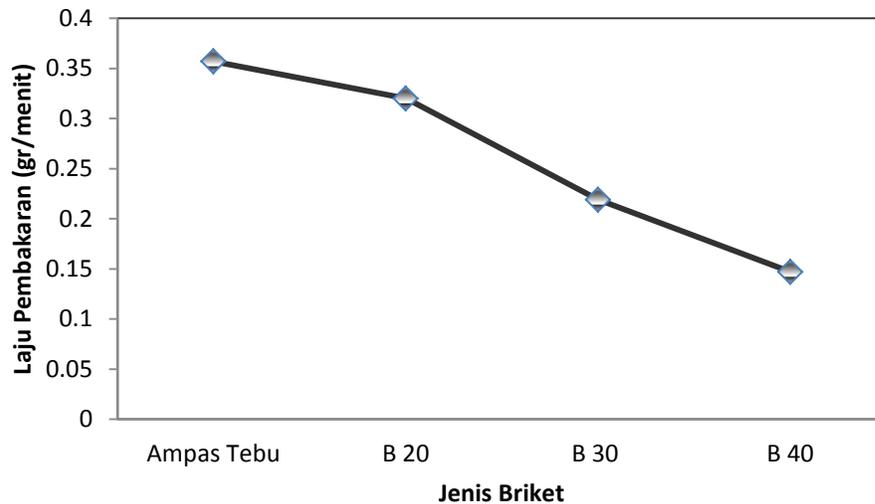
Dalam pengujian menggunakan bom kalorimeter hasil yang didapat langsung berupa kadar abu dan laju pembakaran. Pada Gambar 4.6 ini adalah hasil minimum dari tiga kali percobaan briket arang ampas tebu dengan menggunakan alat bom kalorimeter.



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pembakaran Pengulangan Pertama



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pembakaran Pengulangan Kedua

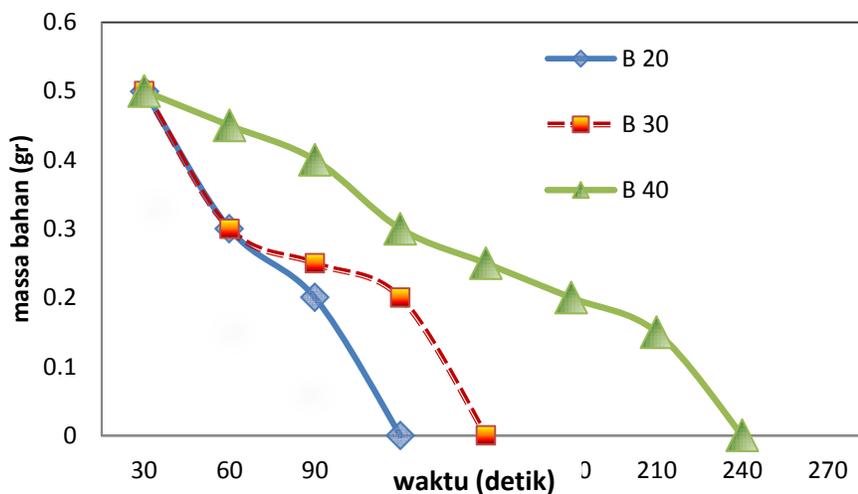


Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pembakaran Pengulangan Ketiga

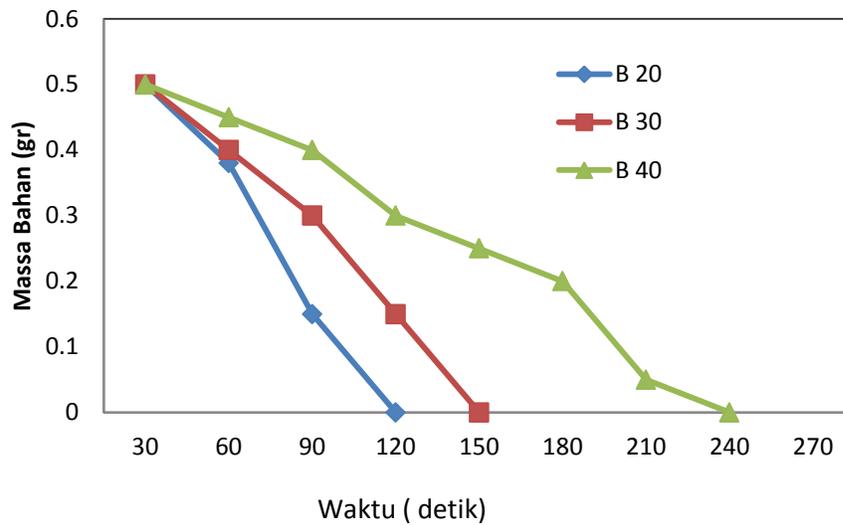
Berdasarkan Gambar 4.6 pengujian laju pembakaran bahan bakar briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo yang menghasilkan nilai minimum laju pembakaran adalah briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat lumpur lapindo dengan perbandingan 100 gr : 40 gr, kemudian briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 30 gr dan yang terbesar laju pembakarannya adalah briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 gr. Pengujian laju pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi bahan perekat lumpur lapindo antara 100 gr : 40 menghasilkan nilai laju pembakaran sebesar 0,144 gr/menit. Hal ini dikarenakan briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 40 gr ini mempunyai nilai kalor sebesar 3564,78 kal/gr dan mempunyai nilai kerapatan yang tinggi sebesar 0,441 gr/cm³ mengakibatkan laju pembakaran menjadi lama. Hal ini sesuai yang dikatakan Syamsiro dan Saptoadi (2007) bahwa semakin besar kerapatan (*density*) biobriket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi. Namun, semakin besar kerapatan biobriket menyebabkan

semakin tinggi pula nilai kalornya. Pengujian briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi 100 gr : 30 gr menghasilkan nilai laju pembakaran sebesar 0,217 gr/menit.

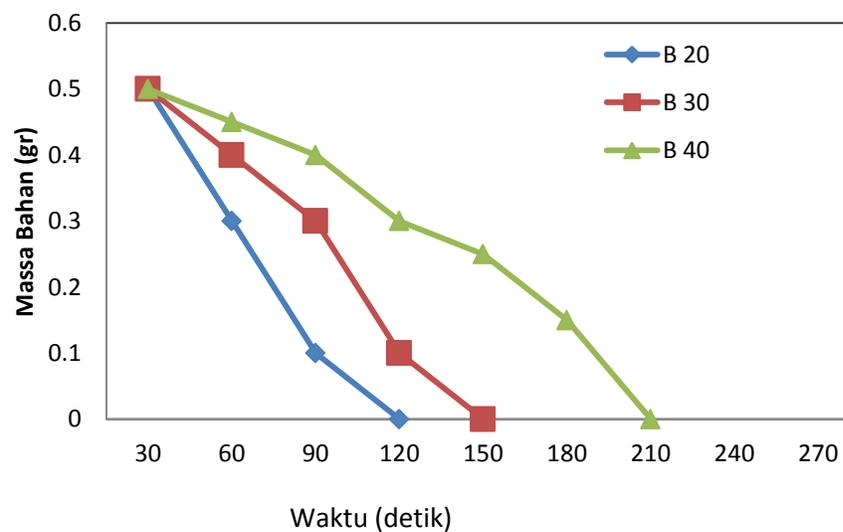
Pengujian laju pembakaran briket arang ampas tebu dengan perbandingan komposisi 100 gr : 20 menghasilkan nilai laju pembakaran sebesar 0,294 gr/menit. Hal ini dikarenakan oleh nilai kalor briket arang ampas tebu dengan komposisi 100 gr : 20 yang rendah yaitu 2942 kal/gr dan mempunyai nilai kerapatan yang rendah yaitu 0,321 gr/cm³ mengakibatkan laju pembakaran menjadi singkat. Hal ini sesuai dengan Winaya (2010) mengatakan bahwa nilai kalor yang rendah menyebabkan turunnya temperatur maksimum pembakaran dan meningkatkan waktu pembakaran yang dapat menyebabkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna dan kandungan zat *volatile* yang tinggi dengan nilai kalor yang rendah berpengaruh terhadap performansi pembakaran. Pada Gambar 4.6 sampai 4.8 adalah perbandingan laju pembakaran briket arang ampas tebu. Pada gambar tersebut trend grafik laju pembakaran cenderung sama, tidak ada perbedaan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya variasi yang dilakukan terhadap keempat spesimen tersebut.



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Gambar Variasi Komposisi Bahan Perekat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pengurangan Massa Pengulangan Pertama



Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Gambar Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pengurangan Massa Pengulangan Kedua



Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Gambar Variasi Komposisi Bahan Perikat Briket Arang Ampas Tebu Terhadap Laju Pengurangan Massa Pengulangan Ketiga

Berdasarkan Gambar 4.9 dalam pengujian briket arang ampas tebu dengan perbandingan variasi komposisi bahan perekat antara 100 gr : 40 gr membutuhkan waktu 230,20 detik untuk melakukan pembakaran pengurangan massa briket sebesar 0,5 gr sampai briket terbakar habis. Pengujian briket arang ampas tebu dengan perbandingan variasi komposisi bahan perekat antara 100 gr : 30 gr membutuhkan waktu 151,21 detik untuk melakukan pembakaran pengurangan massa briket sebesar 0,5 gr hingga terbakar habis. Pengujian briket arang ampas tebu dengan perbandingan variasi komposisi bahan perekat antara 100 gr : 20 gr membutuhkan waktu 121,10 detik untuk melakukan pembakaran pengurangan massa briket sebesar 0,5gr hingga terbakar habis. Pada Gambar4.9 sampai 4.11 adalah perbandingan laju pengurangan massa briket arang ampas tebu. Pada gambar tersebut trend grafik laju pengurangan massa briket arang ampas tebu cenderung sama, tidak ada perbedaan yang begitu signifikan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya variasi lain yang dilakukan pada keempat spesimen tersebut.

Hubungan briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo dengan laju pembakaran adalah semakin besar komposisi bahan perekat lumpur lapindo maka semakin lambat laju pembakarannya sehingga kualitas briket meningkat, sedangkan semakin kecil komposisi bahan perekat lumpur lapindo maka semakin cepat laju pembakarannya sehingga kualitas briket menurun. Penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo dapat meningkatkan kerapatan (*density*) pada briket arang ampas tebu ini sehingga dapat memperlambat proses laju pembakaran sehingga kualitas briket meningkat.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisa pengujian briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo dengan komposisi antara lain 100 gr : 40 gr, 100 gr : 30 gr, dan 100 gr : 20 gr dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo pada briket arang ampas tebu dapat meningkatkan nilai kalor pada briket arang ampas tebu tersebut. Penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo pada briket dapat meningkatkan kerapatan briket arang ampas tebu mengakibatkan semakin besar nilai kalor briket arang ampas tebu tersebut. Kandungan senyawa Fe dan sulfur pada bahan perekat lumpur lapindo berperan meningkatkan nilai kalor briket arang ampas tebu.
2. Penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo pada briket arang ampas tebu dapat meningkatkan temperatur pembakaran briket arang ampas tebu tersebut. Hal ini disebabkan penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo dapat meningkatkan nilai kalor sehingga temperatur pembakaran optimal.
3. Penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo pada briket arang ampas tebu mampu menurunkan laju pembakaran briket arang ampas tebu. Penambahan komposisi bahan perekat lumpur lapindo meningkatkan kerapatan briket arang ampas tebu mengakibatkan menurunkan laju pembakaran sehingga kualitas briket arang ampas tebu meningkat.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian yaitu antara lain:

1. Diperlukan pengujian gas buang hasil pembakaran atau uji emisi.
2. Untuk mendapatkan nilai kalor dan laju pembakaran yang optimal pada briket arang ampas tebu dapat memvariasikan variabel tekanan pada mesin tekan cetak briket.
3. Karena pemakaian komposisi bahan perekat lumpur lapindo dalam briket arang ampas tebu dapat menambahkan nilai kalor, maka dapat digunakan variasi komposisi bahan perekat lumpur lapindo yang lebih tinggi lagi, misalnya briket arang ampas tebu dengan variasi bahan perkat lumpur lapindo dengan variasi bahan perekat lumpur lapindo 50 gr, 60 gr, 70 gr, 80 gr, 90 gr.
4. Diperlukan pengujian kadar air.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. 2000. *Penelitian Berbagai Jenis Kayu Limbah Pengolahan untuk Pemilihan Bahan baku Briket Arang*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia 2, 41-46.
- Amanda, G dan Marcheliana, F. 2012. *Kajian Potensi Lumpur Lapindo sebagai Perekat Briket Arang Kayu sebagai Sumber Energi Alternatif Terbaru*. Jurnal Proceeding Seminar Nasional Energi Terbarukan & Produksi Bersih. 2012. Bandar Lampung.
- Himawanto, D.A. 2005. *Pengaruh Temperatur Karbonisasi terhadap Karakteristik Pembakaran Briket*. Jurnal Media Mesin. Volume 6 No. 2, Juli 2005. Surakarta.
- Jamilatun, S. 2008. *Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu*. Jurnal Rekayasa Proses. Vol 2, No 2, 2008. Yogyakarta.
- Kementerian Negara Riset dan Teknologi@ristek.go.id. [14 Februari 2013]
- Khairil. 2003. *Study on Combustion Characteristics of Bio-Briquete*. Proceeding of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion. Bali. Indonesia. .
- Mathari. 2013. *Temuan Baru Tentang Lumpur Lapindo*. www.jakartapress.com. Diakses pada 21 Februari 2013.
- Mediacenter. 2013. *Kandungan Lumpur Lapindo Semakin Meningkat*. www.mediacenter.or.id/pusatdata. Diakses pada tanggal 23 Februari 2013
- Mursalim, W.A. 2004. *Pemanfaatan Kulit Buah Kakao sebagai Briket Arang*. Laporan penerapan Ipteks Lembaga Pengabdian pada Masyarakat. Makassar: Universitas Hassanudin..
- Patabang, D. 2012. *Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat*. Jurnal Mekanikal, Vol. 3 No.2. Hal: 286-292. Palu: Fakultas Teknik. Universitas Tadulako.

- Pribadi, W. 2013. *Memandang Lumpur Bukan Sebagai Masalah*. www.kompas.co.id. Diakses pada 30 Februari 2013.
- Sembiring MT, Sinaga TS. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan: Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Sudarto. 2006. *Dampak Lumpur Panas PT Lapindo Brantas Inc.* www.Bem_fp_ub.ac.id. Diakses 19 Februari 2013
- Subroto. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu, dan Jerami*. Media Mesin. Vol 7.No 2. Hal 47-54.
- Sulistiyanto, A. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Sabut Kelapa dan Batubara*. Vol 7. No2. Hal 77-84.
- Syamsiro, M. Dan Saptoadi, H. 2007. *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat*. Yogyakarta: Seminar Nasioanal Teknologi 2007 (SNT 2007).
- Tangkuman, HD. 2013. *Jagung Versus Jarak Pagar, Aren dan Kelapa*. http://www.hariankomentar.com/arsip/arsip_2006/nov_22//index.html. [16 Februari 2013].
- Taufiq. 2008. *Perbandingan Temperatur Literatur*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Villacarias F et al. 2005. *Adsorption of Simple Compounds on Activated Carbon*. Journal of Colloid and Interface Science 293:128-136.
- Walhi Jatim. 2013. *Walhi Jatim Tolak Pembuangan Lumpur Lapindo*. www.walhi_jatim.co.id. Diakses pada 30 Februari 2013
- Wijayanti. 2009. *Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Witono, J.A. 2003. *Produksi Furfural dan Turunannya: Alternatif Peningkatan Nilai Ampas Tebu Indonesia*. <http://www.chem-istry.org/sect=fokus/htm>. [16 Februari 2008].

Winaya, N.I. 2010. *Co-Firing Sistem Fluidized Bed Berbahan Bakar Batubara dan Ampas Tebu*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol 4 No2 (180-188). Bali. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Udayana.

LAMPIRAN A. TABEL

Tabel A.1 Data Pengamatan Pengujian Nilai Kalor Briket Arang Ampas Tebu

No	Jenis Briket	Massa Bahan yang diuji (gr)	T0(°C)	T1(°C)	$\Delta T(^{\circ}C)$	Sisa Fulse (cm)	Lama Pembakaran (menit)
1	20	0,5	25,80	26,39	0,59	1,9	01;56''81
2	20	0,5	26,12	26,74	0,62	2,4	02'01''10
3	20	0,5	26,75	27,35	0,60	3,1	01'59''02
4	30	0,5	26,01	26,65	0,64	3,9	02'28''49
5	30	0,5	26,79	27,46	0,67	4,3	02'29''45
6	30	0,5	26,91	27,60	0,69	3,1	02'31''41
7	40	0,5	25,92	26,65	0,74	1,8	03'47''25
8	40	0,5	26,64	27,36	0,72	1,4	03'40''75
9	40	0,5	27,32	28,07	0,75	1,3	03'50''20
10	Ampas	0,5	26,75	27,20	0,45	4,1	1'20''21
11	Ampas	0,5	26,76	27,32	0,56	3,9	1' 32''26
12	Ampas	0,5	25,70	26,30	0,60	3,5	1'40''21

Tabel A.2 Hasil Pengujian Pembakaran Briket Arang Ampas Tebu

Jenis Briket	Massa Briket (gr)	Percobaan	Waktu (Menit)	Tbriket (°C)
B20	53,1	1	1	304
			2	603
			3	567
			4	539
			5	528
			6	514
			7	504
			8	334
			9	194
			10	143
B20	50,5	2	1	200
			2	210
			3	232
			4	241
			5	261
			6	310
			7	421
			8	310

Jenis Briket	Massa Briket (gr)	Percobaan	Waktu (Menit)	Tbriket (°C)
			9	288
			10	235
B20	49,7	3	1	235
			2	275
			3	320
			4	421
			5	467
			6	489
			7	450
			8	322
			9	213
			10	178
B30	60	1	1	450
			2	564
			3	658
			4	777
			5	668
			6	675
			7	601
			8	526
			9	321
			10	214
B30	59,4	2	1	244
			2	327
			3	344
			4	521
			5	310
			6	213
			7	202
			8	123
			9	108
			10	120
B30	58,7	3	1	256
			2	563
			3	310
			4	283
			5	240
			6	228
			7	183

Jenis Briket	Massa Briket (gr)	Percobaan	Waktu (Menit)	Tbriket (°C)
			8	159
			9	143
			10	116
B40	72,7	1	1	202
			2	263
			3	592
			4	460
			5	637
			6	303
			7	511
			8	184
			9	184
			10	172
B40	71,5	2	1	216
			2	442
			3	327
			4	263
			5	219
			6	180
			7	159
			8	123
			9	134
			10	112
B40	70,7	3	1	237
			2	312
			3	357
			4	423
			5	478
			6	512
			7	451
			8	316
			9	227
			10	193

Tabel A.3 Hasil Perhitungan Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

No	Jenis Briket	HHV (kal/gr)	Sisa Abu (%)	Laju Pembakaran (gr/menit)
1	100 gr : 20 gr	2797,522	42	0,320
2	100 gr : 20 gr	2942,608	38	0,249
3	100 gr : 20 gr	2847,950	40	0,314
4	100 gr : 30 gr	3041,668	12	0,219
5	100 gr : 30 gr	3186,544	10	0,218
6	100 gr : 30 gr	3280,214	10	0,216
7	100 gr : 40 gr	3541,774	8	0,144
8	100 gr : 40 gr	3420,900	8	0,147
9	100 gr : 40 gr	3564,708	6	0,142
10	Ampas Tebu	2129,51	-	0,416
11	Ampas Tebu	2657,42	-	0,387
12	Ampas Tebu	2848,74	-	0,357

LAMPIRAN B. PERHITUNGAN

Contoh perhitungan karakteristik termal briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat lumpur lapindo adalah sebagai berikut.

B.1 Perhitungan untuk Nilai Kalor

Untuk Percobaan ke 1 ampas tebu :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standart Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 26,75 °C
5. Suhu akhir (T1) = 27,20 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 5,9 cm = 5,9 kal

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,45 - 10 - (5,9)}{0,50}$$

$$= 2129,51 \text{ kal/gr}$$

Untuk percobaan ke 2 ampas tebu :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standart Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 26,76 °C
5. Suhu akhir (T1) = 27,32 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 6,1 cm = 6,1 kal

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,56 - 10 - (6,1)}{0,50}$$

$$= 2657,42 \text{ kal/gr}$$

Untuk percobaan ke 3 ampas tebu :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standart Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 25,70 °C
5. Suhu akhir (T1) = 26,30 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 6,5 cm = 6,5 kal

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,60 - 10 - (6,5)}{0,50}$$

$$= 2848,74 \text{ kal/gr}$$

Untuk percobaan ke 1 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr: 20 gr :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standard Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 25,80 °C
5. Suhu akhir (T1) = 26,39 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 8,1 cm = 8,1 kal/gr

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,59 - 10 - (8,1)}{0,50}$$

$$= 2797,522 \text{ kal/gr}$$

Untuk percobaan ke 2 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standard Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr

3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 26,12 °C
5. Suhu akhir (T1) = 26,74 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 7,6 cm= 7,6 kal

$$\begin{aligned}
 HHV &= \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr} \\
 &= \frac{2401,459 \times 0,62 - 10 - (7,6)}{0,50} \\
 &= 2942,608 \text{ kal/gr}
 \end{aligned}$$

Untuk percobaan ke 3 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standard Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 26,75 °C
5. Suhu akhir (T1) = 27,35 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 6,9 cm= 6,9 kal

$$\begin{aligned}
 HHV &= \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr} \\
 &= \frac{2401,459 \times 0,60 - 10 - (6,9)}{0,50} \\
 &= 2847,950 \text{ kal/gr}
 \end{aligned}$$

Untuk percobaan ke 1 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr :

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standard Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 26,01 °C
5. Suhu akhir (T1) = 26,65 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 6,1 cm= 6,1 kal

$$\begin{aligned}
 HHV &= \frac{(EE \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \text{ kal/gr} \\
 &= \frac{2401,459 \times 0,64 - 10 - (6,1)}{0,50} \\
 &= 3041,668 \text{ kal/gr}
 \end{aligned}$$

Untuk percobaan ke 2 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr :

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 26,91 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 27,60 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 5,7 cm = 5,7 kal |

$$\begin{aligned}
 HHV &= \frac{(EE \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \text{ kal/gr} \\
 &= \frac{2401,459 \times 0,67 - 10 - (5,7)}{0,50} \\
 &= 3186,544 \text{ kal /gr}
 \end{aligned}$$

Untuk percobaan ke 3 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr :

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,5 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal /gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 25,80 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 27,60 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 6,9 cm = 6,9 kal |

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,69 - 10 - (6,9)}{0,50}$$

$$= 3280,214 \text{ kal gr}$$

Untuk percobaan ke 1 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr :

1. Massa bahan uji = 0,5 gr
2. Standart benzoit (EE) = 2401,459 kal /gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal /gr
4. Suhu awal (T0) = 25,92 °C
5. Suhu akhir (T1) = 26,66 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 8,2 cm = 8,2 kal

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa \text{ Bahan}} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,74 - 10 - (8,2)}{0,50}$$

$$= 3541,774 \text{ kal/gr}$$

Untuk percobaan ke 2 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr

1. Massa bahan uji = 0,5 gr
2. Standart benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal
4. Suhu awal (T0) = 26,64 °C
5. Suhu akhir (T1) = 27,36 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 8,6 cm = 8,6 kal

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa \text{ Bahan}} \text{ kal/gr}$$

$$= \frac{2401,459 \times 0,72 - 10 - (8,6)}{0,50}$$

$$= 3420,099 \text{ kal/ gr}$$

Untuk percobaan ke 3 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr :

1. Massa bahan uji = 0,5 gr
2. Standart benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal
4. Suhu awal (T0) = 27,32 °C
5. Suhu akhir (T1) = 28,07 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 8,7 cm = 8,7 kal

$$\begin{aligned}
 HHV &= \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \text{ kal/gr} \\
 &= \frac{2401,459 \times 0,75 - 10 - (8,7)}{0,50} \\
 &= 3564,788 \text{ kal/gr}
 \end{aligned}$$

B.2 Perhitungan Laju pembakaran

Untuk percobaan ke 1 ampas tebu

1. Massa bahan uji = 0,50 gr
2. Standart Benzoit (EE) = 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
4. Suhu awal (T0) = 26,75 °C
5. Suhu akhir (T1) = 27,20 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse) = 5,9 cm = 5,9 kal
7. Lama pembakaran (menit) = 1'20"21

$$M = \frac{M_0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,50 \text{ gram}}{1,20 \text{ menit}}$$

$$M = 0,416 \text{ gr/menit}$$

Untuk percobaan ke 2 ampas tebu :

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standart Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 26,76 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 27,32 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 6,1 cm = 6,1 kal |
| 7. Lama Pembakaran | = 1' 32"26 |

$$M = \frac{M_0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,50 \text{ gram}}{1,32 \text{ menit}}$$

$$M = 0,387 \text{ gr/menit}$$

Untuk percobaan ke 3 ampas tebu :

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standart Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 25,70 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 26,30 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 6,5 cm = 6,5 kal |
| 7. Lama Pembakaran (menit) | = 1' 40"21 |

$$M = \frac{M_0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{1,40 \text{ menit}}$$

$$M = 0,357 \text{ gr/menit}$$

Untuk percobaan ke 1 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 25,80 °C |

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 5. Suhu akhir (T1) | = 26,39 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 8,1 cm= 8,1 kal/gr |
| 7. Lama Pembakaran (menit) | = 01'56"81 |

$$M = \frac{M0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,50 \text{ gram}}{1,56 \text{ menit}}$$

$$M = 0,320 \text{ gr/menit}$$

Untuk percobaan ke 2 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 26,12 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 26,74 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 7,6 cm= 7,6 kal |
| 7. Lama Pembakaran (menit) | = 02'01"10 |

$$M = \frac{M0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{2,01 \text{ menit}}$$

$$M = 0,249 \text{ gr/menit}$$

Untuk percobaan ke 3 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 20 gr :

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 26,75 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 27,35 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 6,9 cm= 6,9 kal |
| 7. Lama pembakaran (menit) | = 01'59"02 |

$$M = \frac{M_0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{1,59 \text{ menit}}$$

$$M = 0,31 \text{ gr/menit}$$

Untuk percobaan ke 1 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr :

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 26,01 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 26,65 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 6,1 cm = 6,1 kal |
| 7. Lama Pembakaran (menit) | = 02'28"49 |

$$M = \frac{M_0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{02,28 \text{ menit}}$$

$$M = 0,219 \text{ gr /menit}$$

Untuk percobaan ke 2 briket arang ampas tebu 100 gr : 30 gr:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,50 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal/gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 26,91 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 27,60 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 5,7 cm = 5,7 kal |
| 7. Lama pembakaran (menit) | = 02'29"45 |

$$M = \frac{M_0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{02,29 \text{ menit}}$$

$$M = 0,218 \text{ gr /menit}$$

Untuk percobaan ke 3 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 30 gr :

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,5 gr |
| 2. Standard Benzoit (EE) | = 2401,459 kal/gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal /gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 25,80 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 27,60 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 6,9 cm = 6,9 kal |
| 7. Lama pembakaran (menit) | = 02'31"41 |

$$M = \frac{M0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{02,31 \text{ menit}}$$

$$M = 0,216 \text{ gr /menit}$$

Untuk percobaan ke 1 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. Massa bahan uji | = 0,5 gr |
| 2. Standart benzoit (EE) | = 2401,459 kal /gr |
| 3. Sisa abu (acid) | = 10 kal /gr |
| 4. Suhu awal (T0) | = 25,92 °C |
| 5. Suhu akhir (T1) | = 26,66 °C |
| 6. Kawat yang terbakar (fulse) | = 8,2 cm = 8,2 kal |
| 7. Lama pembakaran (menit) | = 03'47"75 |

$$M = \frac{M0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{3,47 \text{ menit}}$$

$$M = 0,144 \text{ gr /menit}$$

Untuk percobaan ke 2 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr :

1. Massa bahan uji	= 0,5 gr
2. Standart benzoit (EE)	= 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid)	= 10 kal
4. Suhu awal (T0)	= 26,64 °C
5. Suhu akhir (T1)	= 27,36 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse)	= 8,6 cm = 8,6 kal
7. Lama pembakaran (menit)	= 03'40"75

$$M = \frac{M0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ gram}}{3,40 \text{ menit}}$$

$$M = 0,147 \text{ gr /menit}$$

Untuk percobaan ke 3 briket arang ampas tebu komposisi 100 gr : 40 gr :

1. Massa bahan uji	= 0,5 gr
2. Standart benzoit (EE)	= 2401,459 kal/gr
3. Sisa abu (acid)	= 10 kal
4. Suhu awal (T0)	= 27,32 °C
5. Suhu akhir (T1)	= 28,07 °C
6. Kawat yang terbakar (fulse)	= 8,7 cm = 8,7 kal
7. Lama pembakaran (menit)	= 03'50"20

$$M = \frac{M0}{\Delta t}$$

$$M = \frac{0,5 \text{ menit}}{3,50 \text{ menit}}$$

$$M = 0,142 \text{ gr/menit}$$

B.3 Perhitungan kerapatan

Perhitungan kerapatan briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat dengan perbandingan 100 gr : 20 gr sebagai berikut :

(Data Tabel 4.2)

1. Massa briket (gr) = 53,1
2. Diameter cetakan silinder (cm) = 5,5
3. Tinggi cetakan silinder (cm) = 7

Jawab :

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\text{massa briket}}{\text{volume briket}} \\ &= \frac{53,1}{3,14 \times 2,75^2 \times 7} \\ &= 0,321 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Perhitungan kerapatan briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat dengan perbandingan 100 gr : 30 gr sebagai berikut :

(Data Tabel 4.2)

1. Massa briket (gr) = 60
2. Diameter cetakan silinder (cm) = 5,5
3. Tinggi cetakan silinder (cm) = 7

Jawab :

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\text{massa briket}}{\text{volume briket}} \\ &= \frac{60}{3,14 \times 2,75^2 \times 7}\end{aligned}$$

$$= 0,364 \text{ gr/cm}^3$$

Perhitungan kerapatan briket arang ampas tebu dengan variasi komposisi bahan perekat dengan perbandingan 100 gr : 40 gr sebagai berikut :

(Data Tabel 4.2)

1. Massa briket (gr) = 72,7
2. Diameter cetakan silinder (cm) = 5,5
3. Tinggi cetakan silinder (cm) = 7

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\text{massa briket}}{\text{volume briket}} \\ &= \frac{72,7}{3,14 \times 2,75^2 \times 7}\end{aligned}$$

$$= 0,441 \text{ gr/cm}^3$$

LAMPIRAN C. BUKTI PENELITIAN

C.1 Surat Keterangan Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
LABORATORIUM MOTOR BAKAR
 Jl. Mayjen Haryono 167 Malang 65145
 Cel_mesinUB@yahoo.co.id



COMBUSTION ENGINE LABORATORY
C.E.L.
MECHANICAL ENGINEERING
BRAWIJAYA UNIVERSITY
MALANG

SURAT KETERANGAN
 No : 002/VII/Lab MB/2013

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

No.	Nama	NIM	Jurusan
1.	Justin Rexanindita	091910101015	Teknik Mesin

dari Universitas Jember .

Telah melakukan / menggunakan Fasilitas Alat Ukur Bomb Calorimeter pengujian dalam rangka penyelesaian **Tugas Akhir / Skripsi** yang dilaksanakan pada tanggal 28 Juni 2013 di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Demikian surat keterangan yang kami buat supaya digunakan sebaik-baiknya.

Malang, 1 Juli 2013
 Mengetahui,
 Ka. Lab. Motor Bakar




Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST, M. Eng
NIP. 19740121 199903 1 001

C.2 Data Hasil Penelitian

No	Jenis Briket	HHV (kal/gr)	Sisa Abu (%)	LP (gr/menit)
1	100 gr : 20 gr	2797,522	42	0,320
2	100 gr : 20 gr	2942,608	38	0,249
3	100 gr : 20 gr	2847,950	40	0,314
4	100 gr : 30 gr	3041,668	12	0,219
5	100 gr : 30 gr	3186,344	10	0,218
6	100 gr : 30 gr	3280,214	10	0,216
7	100 gr : 40 gr	3341,774	8	0,144
8	100 gr : 40 gr	3420,900	8	0,147
9	100 gr : 40 gr	3364,708	6	0,142

LAMPIRAN D. FOTO PENELITIAN

Gambar D.1 Timbangan Digital



D.2 Stopwatch



D3. Fulse Wire



D4. Bom Kalorimeter



D.5 Menimbang Berat Sample dan Cawan



D.6 Bom



D.7. Bom + Sample



D.8 Bom disuplai oksigen 35 Atm



D.9 Briket Arang Ampas Tebu



D.10 Pembakaran Briket 100: 20 gr



D.11 Pembakaran Briket 100:30gr



D.12 Pembakaran Briket 100gr:40 gr



D.13 Temperatur maksimum pembakaran



D.14 Tungku Elektrik



D.15 Blower