



**PENGARUH VARIASI BAHAN PEREKAT BRIKET
TERHADAP NILAI KALOR, KADAR AIR, KADAR ABU DAN
WAKTU PENYALAN**

SKRIPSI

Oleh:

**Imron Rosyadi O. S.
NIM. 11910101060**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGARUH VARIASI BAHAN PEREKAT BRIKET
TERHADAP NILAI KALOR, KADAR AIR, KADAR ABU DAN
WAKTU PENYALAN**

SKRIPSI

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

Oleh:

**Imron Rosyadi O. S.
NIM. 111910101060**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapakku Muh. Syamsuddin dan Ibuku Sulami tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan pengorbanan yang tiada batas hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Pak deku Kasidi, Kolil dan Ibudeku Purmikasih, tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayangnya;
3. Nenekku Toyarni dan tercinta yang senanti asa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan pengorbanan tiada batas hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
4. Kakakku Eka Pebriana Ayuningrum, yang selalu memberikanku semangat lewat nasehat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;
5. Adikku Moh. Iqbal Deka Rifa'i, Nur'Aini, Aulia Dwi Rahmawati, dan Handoko Abdiprayogo Sekar Pembayun yang selalu memberikanku semangat dan senyumannya;
6. Semua staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa memberikan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama dan Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku dosen penguji anggota yang telah banyak sekali saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Dulur-dulur seperjuang Teknik Mesin '11 Universitas Jember, M. Dahlaz Dzuhro, Bangkit Nurul Akmal, Febrian Rhama Putra, Farihen, Ahmad Mahfud, Saddam Husein, M. Agung Fauzi, Muhammad Mukri, Arief Hidayatullah, Shofiyon Lesmana Anton Cahyono, Muslih Muhammad Asa,

Achmad Alifiyan Sobirin, M. Syaifudin Ihsan, Angga Rahmanto, Pemi Juni Setiawan, Luki Agung Prayitno, Irsyadul Absor, M. Arif Ramdhoni, Mei Novan Dani Setyopambudi, Ahmad Sofyan Hadi, Mar'iy Muslih Muttaqin, Muhammad Asrofi, Faisal Karamy, Yohanes Kristian, Ahmad Amril Nurman, Adam Malik, Setyo Pambudi, Muhammad Kahlil Gibran, Dwi sujatmiko, Sigit Jatmiko, Rizki Erizal, Febri Anggih Setiawan, Nurudin Hamid, Wildan Gobez, Wildan Didi, Hegar, Dimas Triadi, Annas Widadyawan Firdaus, Jupri, Niko Putra Karuniawan, Agung Widodo, Arisyabana, Lutfi Hilman, Naufal Firas, Dani Bachtiar, Anugrah V Ilannuri, Aunur Rofik, Agus Widiyanto, M. Mirza Rosid Sudrajat, Tito Diaz, Itok Denis, Hendri, Hanif Rahmat, Hanif Hermawan, Muhammad Abduh, Hafid, Yulius, Erda, Saiful Rizal, Adi, Wildan, Aryo Kristian, Yurike Elok Purwanti, Aisyatul Khoiriyah, Novia Dwi Triana, Kiki Ermawati, Ikawati, Upit Fitria, dan lain-lain, yang selalu memberikan motivasi dan semangat persaudaraan selama perkuliahan hingga saat ini dan teruslah bersaudara hingga kita bisa berbagi kesenangan dan kebahagiaan lagi di surga-NYA kelak, panjang umur dan berbahagialah kalian;

8. Saudaraku kos Moersid 17 Eko Pradana, Angger Panji Irwana, Rizal Setya Budi, Hadi Sasmito, Lukman, Halim, Chandra, Amir, Depri, Dika, Hanif, Rijal, Rachell Nurman, Habibi dan lain-lain, yang sudah mau berbagi keluh kesah, senang, canda tawa bersama;
9. Ibu Moersid dan Bu Nur sekeluarga yang sudah menerima segala kekuranganku selama hidup di lingkungan kos;
10. Seluruh civitas akademik baik dilingkungan Universitas Jember maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.

MOTTO

“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 surat Alam Nasyrah ayat 6-8)*)

“Sesungguhnya urusan-nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata kepadanya, ”Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu.”

(terjemahan surat Yasin ayat 82)*)

“Niscaya ALLAH akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(terjemahan surat Al-Mujaadilah ayat 11)*)

“Tidak ada balasan kebaikan kecuali kebaikan (pula). Maka ni'mat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?”

(terjemahan surat Ar-Rahmaan ayat 60-61)*)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imron Rosyadi O. S.

NIM : 111910101060

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH VARIASI BAHAN PEREKAT BRIKET TERHADAP NILAI KALOR, KADAR AIR, KADAR ABU DAN WAKTU PENYALAN” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Januari 2019

Yang menyatakan,

(Imron Rosyadi O.S.)

NIM 111910101060

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI BAHAN PEREKAT BRIKET
TERHADAP NILAI KALOR, KADAR AIR, KADAR ABU
DAN WAKTU PENYALAN**

Oleh

Imron Rosyadi O.S.
NIM 111910101060

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Bahan Perekat Briket Terhadap Nilai Kalor, Kadar Air, Kadar Abu dan Waktu Penyalaan” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 22 Januari 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama,

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
NIP 19711114 199903 1 002

Penguji Utama,

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.
NIP 19681207 199512 1 002

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T.
NIP 19751006 200212 1 002

Penguji Anggota,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Bahan Perekat Briket Terhadap Nilai Kalor, Kadar Air, Kadar Abu dan Waktu Penyalaan; Imron Rosyadi O.S., 111910101060; 2019; 42 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu dengan ukuran briket bervariasi. Pemilihan proses pembriketan tentunya harus mengacu pada segmen pasar agar dicapai nilai ekonomis, teknis dan lingkungan yang optimal. Proses pembuatan briketan bertujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber energi pengganti yang ramah lingkungan.

Penelitian ini difokuskan tentang pengaruh variasi bahan perekat terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan waktu penyalaan briket arang limbah serbuk kayu sengon. Variasi bahan perekat yang digunakan yaitu tepung beras, sagu, dan tapioka.

Pembuatan briket dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, dan untuk penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember dan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai kalor tertinggi sebesar 6946,886 kalori/gram pada briket cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata nilai kalor sebesar 6181,385 kalori/gram dengan variasi bahan perekat tapioka. Rata-rata kadar air terendah adalah sebesar 10,92% pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata kadar air sebesar 11,67% dengan variasi bahan perekat tapioka. Rata-rata kadar abu terendah adalah sebesar 2% pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata kadar abu sebesar

4% dengan variasi bahan perekat tapioka. Rata-rata waktu penyalaan terlama adalah sebesar 55,29 detik pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata waktu penyalaan sebesar 49,36 detik dengan variasi bahan perekat tapioka.



SUMMARY

Effect Of Variations In Briquette Adhesives On Calorific Value, Ash Content, Moisture Content, and Ignition Time; Imron Rosyadi O.S., 111910101060; 2018; 42 pages; Department Of Mechanical Engineering Faculty Of Engineering Jember University.

Briquettes are solid fuel which can be used as an alternative energy source that has a particular shape with the size of briquettes. The selection process pembriketan must refer to a market segment so that achieved economic value, technical and environment is optimal. Peroses pembuatan briketan aims to obtain a quality fuel that can be used for all sectors as a substitute energy source that is environmentally friendly.

This research is focused on the influence of the variation of heat adhesive material, moisture content, ash levels, and the time the lighting charcoal briquets waste sawdust sengan. Variation of binder used i.e., sago, rice flour and tapioca.

Manufacture of briquettes is done in energy conversion laboratory of mechanical engineering faculty of Engineering University of Jember, and for research done in the energy conversion laboratory of mechanical engineering faculty of Engineering University of Jember and in laboratory Motor Fuel Is The Mechanical Engineering Faculty Of Engineering University Of Brawijaya.

From the results of the study, the highest average calorific value was 6946.886 calories / gram in hot print briquettes. While the cold print briquettes obtained an average calorific value of 6181,385 calories / gram with a variety of tapioca adhesives. The lowest average water content is 10.92% in sengan wood waste charcoal briquettes with heat printing. While the cold print briquettes obtained an average water content of 11.67% with a variety of tapioca adhesives. The lowest average ash content is 2% in sengan wood waste charcoal briquettes with heat printing. While the cold print briquettes obtained an average ash content of 4% with a variety of tapioca adhesives. The longest average ignition time is 55.29 seconds on sengan wood powder waste charcoal briquettes with heat

printing. While the cold print briquettes obtained an average ignition time of 49.36 seconds with a variety of tapioca adhesives.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Bahan Perekat Briket Terhadap Nilai Kalor, Kadar Air, Kadar Abu Dan Waktu Penyalaan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapakku Muh. Syamsuddin dan Ibuku Sulami tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan pengorbanan yang tiada batas hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Pak deku Kasidi, Kolil dan Ibudeku Purmikasih, tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayangnya;
3. Nenekku Toyarni dan tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan pengorbanan tiada batas hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
4. Kakakku Eka Pebriana Ayuningrum, yang selalu memberikanku semangat lewat nasehat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;
5. Adikku Moh. Iqbal Deka Rifa’i, Nur’Aini, Aulia Dwi Rahmawati, Handoko Abdiprayogo Sekar Pembayun yang selalu memberikanku semangat dan senyumannya;
6. Bapak Dr. Nasrul Iminnafik, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah

banyak sekali saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini

8. Bapak-bapak Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
9. Saudaraku Teknik Mesin '11 Universitas Jember, Adi Febrianto, Erdha Kogarta D.P., Ahmad Wildan, M. Dahlaz Dzuhro, Bangkit Nurul Akmal, Febrian Rhama Putra, Farihen, Ahmad Mahfud, Saddam Husein, M. Agung Fauzi, Muhammad Mukri, Arief Hidayatullah, Ahmad Shofiyan Lesmana, Anton Cahyono, Muslih Muhammad Asa, Imron Rosyadi Octora Sakti, Achmad Alifiyan Sobirin, M. Syaifudin Ihsan, Angga Rahmanto, Pemi Juni Setiawan, Luki Agung Prayitno, Irsyadul Absor, M. Arif Ramdhoni, Meinovan Dani Setyopambudi, Ahmad Sofyan Hadi, Mar'iy Muslih Muttaqin, Muhammad Asrofi, Faisal Karamy, Yohanes Kristian, Ahmad Amril Nurman, Adam Malik, Setyo Pambudi, Muhammad Kahlil Gibran, Dwi Wahyu Sujatmiko, Sigit Jatmiko, Rizki Erizal, Febri Anggih Setiawan, Nurudin Hamid, Wildan Gobez, Wildan Mukholadun, Hegar, Dimas Triadi, Annas Widadyawan Firdaus, Jupri, Niko Putra Karuniawan, Agung Widodo, Arisyabana, Lutfi Hilman, Naufal Firas, Dani Bachtiar, Anugrah V Ilannuri, Aunur Rofik, Agus Widiyanto, M. Mirza Rosid Sudrajat, Tito Diaz, Itok Denis, Hendri, Arif Rahmat, Hanif Hermawan, Muhammad Abduh, Hafid, Yulius, Erda, Zainal Arifin, Saiful Rizal, Adi Febrianto, Wildan Khadziq, Aryo Kristian, Yurike Elok Purwanti, Aisyatul Khoiriyah, Novia Dwi Triana, Kiki Ermawati, Ikawati, Upit Fitria, dan lain-lain, yang selalu memberikan motivasi dan semangat persaudaraan selama perkuliahan hingga saat ini dan teruslah bersaudara hingga kita bisa berbagi kesenangan dan kebahagiaan lagi di surga-Nya kelak, panjang umur dan berbahagialah kalian. Semoga kalian senantiasa mendapatkan perlindungan dan barokah-Nya.
10. Saudaraku kos Moersid Eko Pradana, Angger Panji Irwana, Rizal Setya Budi, Hadi Sasmito, Lukman, Halim, Chandra, Amir, Depri, Dika, Hanif, Rijal,

rachell Nurman, Habibi dan lain-lain, yang sudah mau berbagi keluh kesah, senang, canda tawa bersama.

11. Ibu Moersid dan Bu Nur sekeluarga yang sudah menerima segala kekuranganku selama hidup di lingkungan kos.
12. Seluruh civitas akademik baik dilingkungan Universitas Jember maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, 22 Januari 2019

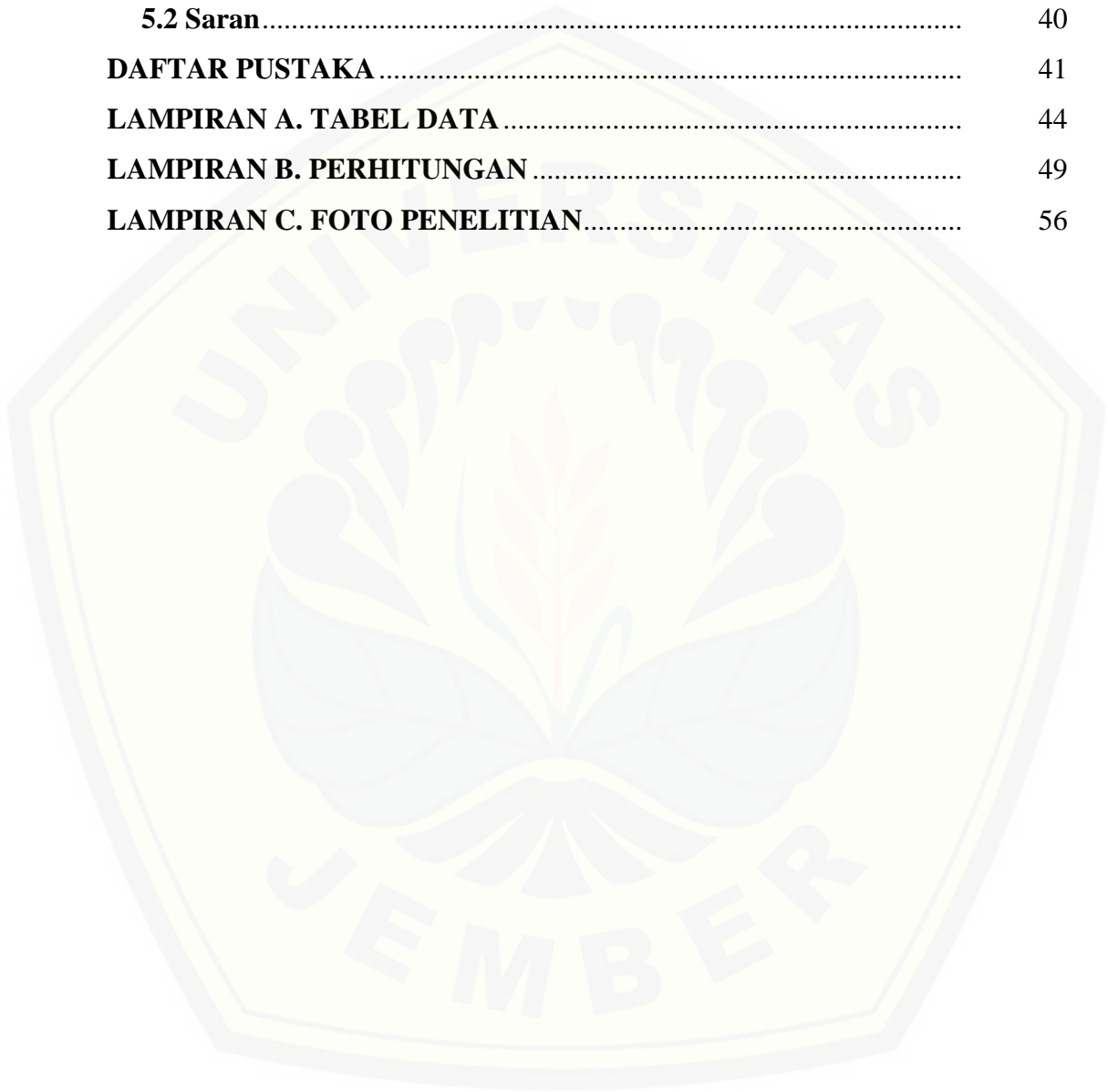
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Hipotesa	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biomassa	4
2.2 Potensi biomassa di Indonesia	4
2.3 Serbuk gergajian kayu sengon	6
2.4 Briket	7
2.5 Perekat	8
2.5.1 Tepung Tapioka.....	10
2.5.2 Tepung Beras.....	11

2.5.3 Tepung Sagu.....	11
2.6 Karakteristik Termal Briket	12
2.6.1 Nilai Kalor.....	12
2.6.2 Kadar Air.....	14
2.6.3 Kadar Abu	14
2.6.4 Waktu Penyalaan.....	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2.1 Tempat Penelitian.....	16
3.2.1 Waktu Penelitian	16
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Bahan.....	17
3.4 Variabel Penelitian	17
3.4.1 Variabel Bebas	17
3.4.2 Variabel Terikat.....	19
3.5 Prosedur Penelitian	19
3.5.1 Pembuatan Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon.....	19
3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket dengan Cetak Dingin	19
3.5.3 Tahapan Pembuatan Briket dengan Cetak Panas	20
3.5.4 Tahapan Penelitian	21
3.6 Skema Alat Uji.....	23
3.6.1 Alat Uji Pembakaran Protoype.....	23
3.6.2 Bom Kalorimeter	24
3.6.3 Dongkrak Hidrolik	25
3.7 Diagram Alir Penelitian	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Karakteristik Briket	27
4.2 Nilai Kalor	28
4.3 Kadar Air	30

4.4 Kadar Abu	33
4.5 Waktu Penyalaan	36
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN A. TABEL DATA	44
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN	49
LAMPIRAN C. FOTO PENELITIAN	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bom kalorimeter	13
Gambar 3.1 Skema alat uji pembakaran briket	23
Gambar 3.2 Bom kalorimeter	24
Gambar 3.3 Dongkrak hidrolik	25
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian	26
Gambar 4.1 Beriket (A) bahan perekat beras, Beriket (B) bahan perekat sagu, Beriket (C) bahan perekat tapioka, Beriket (D) bahan serbuk gergaji kayu sengon tanpa pirolisis.....	27
Gambar 4.2 Grafik nilai kalor briket dengan variasi perekat	29
Gambar 4.3 Grafik kadar air briket dengan variasi perekat	32
Gambar 4.4 Grafik kadar abu briket dengan variasi perekat.....	35
Gambar 4.5 Grafik waktu penyalaan briket dengan variasi perekat	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Potensi energi biomassa di Indonesia	5
Tabel 2.2 Cadangan energi terbarukan dan produksi energi Indonesia ..	5
Tabel 2.3 Standar kualitas briket buatan Jepang, Amerika, Inggris, dan Indonesia.....	8
Tabel 2.4 Daftar analisa bahan perekat	12
Tabel 3.1 Keterangan nama sampel dengan cetak dingin	18
Tabel 3.2 Keterangan nama sampel dengan cetak panas	18
Tabel 4.1 Nilai rata-rata hasil pengujian terhadap karakteristik termal briket arang serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi bahan perekat	27
Tabel 4.2 Hasil pengujian nilai kalor briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat	28
Tabel 4.3 Data hasil pengujian kadar air briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi perekat	31
Tabel 4.4 Data hasil pengujian kadar abu briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi perekat	34
Table 4.5 Data hasil pengujian waktu penyalaan briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi perekat	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. TABEL DATA	44
Lampiran 4.1 Data hasil pengujian nilai kalor dan kadar abu briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat	44
Lampiran 4.2 Data hasil pengujian nilai kalor briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat.....	45
Lampiran 4.3 Data hasil pengujian kadar air briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat.....	46
Lampiran 4.4 Data hasil pengujian kadar abu briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi perekat.....	47
Lampiran 4.5 Data hasil pengujian waktu penyalaan briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi perekat	48
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN	49
LAMPIRAN C. FOTO PENELITIAN	56
Gambar C.1 Tungku karbonasi	56
Gambar C.2 Alat pencetak briket.....	56
Gambar C.3 Ayakan 70 mesh	56
Gambar C.4 Termokontrol	56
Gambar C.5 Timbangan digital.....	57
Gambar C.6 Oven listrik	57
Gambar C.7 Briket arang limbah serbuk kayu sengon	57
Gambar C.8 Bom kalorimeter	57
Gambar C.9 <i>Oxygen bomb</i>	57
Gambar C.10 <i>Fuse wire</i>	57
Gambar C.11 Serbuk gergajian kayu sengon	58
Gambar C.12 Arang serbuk gergaji kayu sengon	58
Gambar C.13 Perekat Tapioka	58
Gambar C.14 Perekat Sagu	58
Gambar C.15 Perekat Beras	58

Gambar C.16 Mengatur Aliran Udara Konstan 0,6 m/s n

58



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Saat ini laju konsumsi energi fosil tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan laju pembentukannya dalam perut bumi. Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi masih banyak menggunakan bahan bakar minyak tanah dan gas yang cadangannya apabila diukur semakin lama kian menipis sedangkan untuk energi biomassa yang kualitasnya cukup melimpah namun masih belum dioptimalkan penggunaannya.

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa dari aktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan dan limbah-limbah lainnya. Proses pembuatan briket merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah serbuk kayu sengon. Keuntungan dari pembuatan briket antara lain mampu meningkatkan nilai kalor per unit volume, mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam, mudah dalam pengemasan dan mudah disimpan. Yuniarti (2011) memaparkan bahwa briket arang dari serbuk gergajian kayu meranti dan arang kayu galam dengan komposisi perekat tepung tapioka sebesar 5 % dan tekanan Kempa sebesar 10.000 kg/cm^2 , memiliki kadar air yaitu berkisar antara 3,78 % - 4,54 % dengan kerapatan antara $0,49 \text{ gr/cm}^3$. Kadar abu berkisar antara 2,64 % - 3,24 %, kadar zat terbang antara 25,40 % - 29,40 % dan nilai kalor antara 5502,40 – 6249,51 kal/gr. Menurut Triono (2006) dalam pemaparannya kadar perekat dalam briket arang tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan mutu briket arang yang sering menimbulkan banyak asap. Kadar perekat yang digunakan umumnya tidak lebih dari 5%. Tepung beras juga tidak membentuk jaringan gluten dalam sistem adonan sehingga kemampuan menahan air nya lebih rendah dibanding tepung terigu (Widjajaseputra dkk, 2011). Secara kimia pati sagu mengandung 28% amilosa dan 72% amilopektin sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku

perekat, maka dari itu sagu cukup potensial untuk digunakan sebagai perekat (Lestari, 2010).

Penelitian ini akan dilakukan variasi bahan perekat tapioka, beras, sagu dengan masing-masing komposisi 7 gram arang, 2 gram perekat, 1 gram air dengan berat keseluruhan 10 gram. Penelitian ini diharapkan dapat diperoleh data *valid* tentang karakteristik termal briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi bahan perekat.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk fokus permasalahan dari penelitian ini adalah dengan penentuan perbandingan antara briket arang serbuk gergaji kayu sengon dan variasi perekat dapat diketahui seberapa besar pengaruh bahan bakar tersebut terhadap analisis karakteristik termal. Maka rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh variasi bahan perekat terhadap nilai kalor briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon.
2. Bagaimana pengaruh variasi bahan perekat terhadap kadar air briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon.
3. Bagaimana pengaruh variasi bahan perekat terhadap kadar abu briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon.
4. Bagaimana pengaruh variasi bahan perekat terhadap waktu penyalaan briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang lebih luas, maka pembahasan dari penelitian skripsi ini ditetapkan dengan batasan dan asumsi sebagai berikut:

1. Komposisi perekat sama untuk semua briket.
2. Tekanan pada proses pengepresan sama untuk semua briket.
3. Suhu pirolisis sama untuk semua bahan briket.
4. Tidak membahas reaksi kimia pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna

1.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan dan mafaat yang diharapkan sebagai berikut:

1.4.1. Tujuan

1. Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap besar nilai kalor briket arang limbah serbuk kayu sengon.
2. Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap kadar abu briket arang limbah serbuk kayu sengon.
3. Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap besar kadar air briket arang limbah serbuk kayu sengon.
4. Mengetahui pengaruh variasi perekat terhadap waktu penyalaan briket arang limbah serbuk kayu sengon.

1.4.2 Manfaat:

1. Mengurangi jumlah sampah atau limbah serbuk gergaji kayu sengon.
2. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat bahwa limbah serbuk gergaji kayu sengon dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.
3. Meningkatkan penghasilan masyarakat apabila pengolahan bahan baku briket dapat dikelola dengan baik.
4. Dapat membantu mengurangi jumlah timbunan limbah gergaji kayu sengon.

1.5 Hipotesa

Dengan adanya penambahan tepung maka akan mempengaruhi nilai kalor briket. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah kadar air pada briket yang berasal dari bahan tepung. Sedangkan semakin tinggi kadar abu dari proses pembakaran maka kualitas briket akan semakin rendah, apabila kandungan abu tinggi akan menurunkan nilai kalor dari briket. Untuk memperoleh waktu penyalaan yang cepat bahan harus memiliki kandungan zat mudah menguap yang tinggi. Semakin banyak kandungan zat mudah menguap maka akan semakin mudah briket untuk terbakar dan menyala.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa adalah limbah alam yang ada di bumi yaitu meliputi daun, kayu, akar, buah-buahan, dan limbah-limbah pertanian, perkebunan, hutan dan juga limbah organik dari industri maupun rumah tangga. Sampah biomassa dan juga sampah pekarangan dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi bagi keperluan rumah tangga khususnya untuk memasak, namun penggunaan sampah biomassa secara langsung sebagai bahan bakar, sebenarnya kurang efisien, oleh karena itu sampah tersebut perlu diubah menjadi bahan bakar alternatif, misalnya dengan mengubahnya menjadi briket. Biomassa adalah salah satu sumber energi terpenting khususnya untuk negara berkembang seperti Indonesia, karena berasal dari limbah organik yang dapat diperbaharui. Namun dibanding dengan bahan bakar yang lain, biomassa memiliki densitas yang rendah sehingga menghasilkan energi yang rendah, agar bisa bernilai lebih tinggi biomassa dikonversikan menjadi bentuk briket (Delima, 2013). Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Tujuan biomassa dikonversi menjadi briket adalah untuk meningkatkan densitas dan mengurangi persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. Secara umum perubahan biomassa menjadi briket mempunyai beberapa keuntungan antara lain dapat menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut serta mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam (Surono, 2010).

2.2 Potensi Biomassa di Indonesia

Indonesia memiliki potensi biomassa cukup tinggi. Dengan hutan tropis Indonesia yang sangat luas, setiap tahun diperkirakan terdapat limbah kayu sebanyak 25 juta ton yang terbuang dan belum dimanfaatkan. Jumlah energi yang terkandung dalam kayu, yaitu 100 milyar kkal per setahun. Demikian pula sekam padi, tongkol jagung dan tempurung kelapa yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan, memiliki potensi yang besar sekali.

Tabel 2.1 Potensi energi biomassa di Indonesia

No.	Sumber Energi	Produksi (10 ⁶ ton/tahun)	Energi (10 ⁹ kkal/tahun)	Pangsa (%)
1.	Kayu	25,0	100,0	72,0
3.	Sekam padi	7,55	27,0	19,4
3.	Jenggal jagung	1,52	6,8	4,9
4.	Tempurung kelapa	1,25	5,1	3,4
Potensi total		35,32	138,9	100,0

Sumber: (Ndraha, 2009)

Kondisi produksi dan cadangan energi Indonesia saat ini digambarkan dalam Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Cadangan Energi Baru Terbaharukan dan Produksi Energi Indonesia.

No.	Sumber Energi Non Fosil	Sumber Daya	Kapasitas Terpasang
1.	Hidro	75.670 MW	5.705,29 MW
2.	Panas Bumi	29.038 MW	1.189 MW
3.	Mini/Miri Hidro	1.013,5 MW	462,0 MW
4.	Biomassa	49.810 MW	1.618,40 MW
5.	Energi Matahari	4,80 kwh/m ² /day	13,5 MW
6.	Energi Angin	3 – 6 m/s	1,87 MW

Sumber: (Kajian EBT, 2013)

Total konsumsi energi final pada tahun 2010 mencapai 1.012 juta SBM dengan laju pertumbuhan antara tahun 2000-2010 sebesar 3,09% per tahun yang didominasi oleh penggunaan BBM di tahun 2010 mencapai 31%, sedangkan konsumsi biomasa berupa kayu bakar dan arang mencapai 28% dan pemanfaatan gas dan batubara sekitar 13%. Beberapa permasalahan utama antara lain adalah produksi migas yang terus menurun namun kebutuhan terus bertambah. Renegosiasi kontrak migas dan pembatasan ekspor batubara mendapatkan kesulitan tersendiri. Sedangkan pemanfaatan EBT masih relatif kecil karena kurang minatnya investor, masih tingginya biaya investasi, selain masalah birokrasi yang

masih panjang. Demikian pula pengembangan energi nuklir sebagai bagian dari EBT masih banyak kendala, baik dalam perencanaan maupun implementasinya, berkenaan dengan aspek-aspek sosial yang muncul.

2.3 Serbuk Gergaji Kayu Sengon

Serbuk kayu merupakan salah satu limbah industri pengolahan kayu seperti serbuk gergaji, sebetan, sisa kupasan kayu. Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu penggergaji, kayu lapis, dan kertas. Masalah yang ditimbulkan dari industri pengolahan kayu adalah limbah penggergajian yang dilapangan masih banyak yang ditumpuk dan sebagian dibakar secara langsung sehingga menimbulkan emisi karbon di *atmosfir* bertambah (Ndraha, 2009). Limbah kayu termasuk dalam bahan biomassa, dan kayu sengon merupakan tanaman perkebunan yang banyak di budidayakan oleh masyarakat

Sengon merupakan salah satu jenis pionir serbaguna yang sangat penting di Indonesia. Jenis ini dipilih sebagai salah jenis tanaman hutan tanaman industri di Indonesia karena pertumbuhannya yang sangat cepat, mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah, dan kualitas kayunya dapat diterima untuk industri panel dan kayu pertukangan. Di beberapa lokasi di Indonesia, sengon berperan sangat penting baik dalam sistem pertanian tradisional maupun komersial (Krisnawati dkk, 2011).

Demikian pula kota Jember adalah salah satu kota yang memiliki 31 kecamatan, yang diantaranya adalah kecamatan arjasa, dimana Di kecamatan ini terdapat banyak sekali kayu sengon, sehingga ada beberapa tempat pengolahan kayu sengon, seperti di Desa Biting Kecamatan Arjasa Jln. Kalisat No. 3 Arjasa Jember. Berdasarkan hasil pertemuan dengan Bapak Ridwan sebagai pemilik kayu sengon, produksi mencapai 2 truk log kayu sengon dengan diameter kayu rata-rata 50 cm dengan panjang 2 m, dimana satu batang kayu menghasilkan 15% serbuk dan 5% limbah kulit kayu. Sehingga diperkirakan setiap hari dengan 2 truk kayu sengon menghasilkan 500kg serbuk kayu sengon apabila pengiriman kayu lancar dari perkebunan.

Melihat peluang ini, maka telah ada kerjasama dengan Bapak Ridwan sebagai pemilik, yang bergerak dibidang penjualan dan pengolahan kayu sengon, untuk memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu sengon sebagai biomassa yang akan dipergunakan untuk pembuatan briket sebagai bahan baku energi alternatif bagi masyarakat, yang belum dimanfaatkan secara maksimal penggunaannya.

2.4 Briket

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu dengan ukuran briket bervariasi. Pemilihan proses pembriketan tentunya harus mengacu pada segmen pasar agar dicapai nilai ekonomis, teknis dan lingkungan yang optimal. Pembriketan bertujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber energi pengganti yang ramah lingkungan.

Briket dapat dibuat dengan berbagai macam-macam variasi bahan yang kurang dimanfaatkan mulai dari briket limbah pertanian maupun briket dengan pemanfaatan limbah industri seperti limbah pengolahan kayu dan ampas tebu. Bahkan menurut Patabang D (2012), bahan biomassa yang dapat digunakan untuk pembuatan briket berasal dari :

1. Limbah pengolahan kayu seperti: potongan kayu, kulit kayu, gergajian kayu, limbah kayu.
2. Limbah pertanian seperti; jerami, sekam padi, ampas tebu, daun kering, tongkol jagung.
3. Limbah bahan berserat seperti; serat kapas, goni, sabut kelapa.
4. Limbah pengolahan pangan seperti kulit kacang-kacangan, biji-bijian, kulit-kulitan.
5. *Selulosa* seperti, limbah kertas, karton.

Masing-masing dari bahan biomassa briket memiliki keunggulan dan kelemahan tersendiri. Briket diharapkan memiliki tingkat efisiensi termal tinggi seperti contoh nilai kalor yang tinggi, sedikit kadar abu, kadar air yang rendah, serta waktu pembakaran yang lama. Mutu briket yang baik adalah briket yang

memenuhi standar mutu agar dapat digunakan sesuai keperluannya. Berikut standar kualitas briket:

Tabel 2.3 Standar kualitas briket buatan Jepang, Amerika, Inggris, dan Indonesia

No.	Sifat briket	Jepang	Amerika	Inggris	Indonesia
1.	Kadar air (%)	6 – 8	6,2	3,6	7,57
2.	Kadar abu (%)	3 – 6	8,3	5,9	5,51
3.	Kadar zat mudah menguap (%)	15 – 30	19 – 28	16,4	16,14
4.	Kadar karbon terikat (%)	60 – 80	60	75,3	78,35
5.	Kerapatan (g/cm ³)	1,0 – 1,2	1	0,48	0,44
6.	Keteguhan tekan (kg/cm ³)	60 – 65	62	12,7	-
7.	Nilai kalor bakar (kal/g)	6000 – 7000	6230	7289	6814

Sumber: Hendra dan Winarni (2003)

Secara umum spesifikasi briket yang diinginkan oleh konsumen adalah sebagai berikut:

1. Mudah dinyalakan ketika akan dibakar.
2. Memiliki nyala api yang besar.
3. Memiliki waktu pembakaran yang relatif lama.
4. Mengeluarkan sedikit asap.
5. Menghasilkan sedikit debu untuk hasil pembakaran.
6. Memiliki nilai kalor yang tinggi.
7. Bebas dari gas berbahaya

2.5 Perekat

Perekat merupakan bahan yang dapat mengikat dua atau lebih komponen partikel. Ada berbagai istilah atau ungkapan yang digunakan untuk mengganti kata perekat seperti *mucilage*, *glue*, *paste*, dan *cement*. *Mucilage* merupakan tipe perekat yang terbuat dari getah dan air. Perekat jenis ini biasa digunakan sebagai perekat kertas. *Glue* adalah tipe perekat yang diproduksi dari protein hewani seperti kulit, kuku, urat, otot, dan tulang. Perekat jenis ini sering digunakan dalam industri kayu lapis atau vinir, industri pengerjaan kayu dan industri serbuk papan.

perekat yang terbuat dari proses pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan dalam bentuk pasta. *Cement* adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut (Ruhendi dkk, 2007).

Perekat pada umumnya digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang. Pada proses pembuatan briket limbah serbuk gergaji kayu segon perekat yang sering digunakan sebagai bahan perekat antara lain: tepung tapioka, tepung sagu, dan molase (*tetes tebu*), dan lain-lain. Pembuatan briket tidak terlepas dari bahan perekat melakukan variasi perekat, merujuk dari penelitian yang sebelumnya yaitu, pembuatan briket membutuhkan bahan perekat supaya briket tidak mudah hancur. Jenis perekat yang berpengaruh terhadap kerapatan, ketahanan tekan, nilai kalor, kadar air, dan kadar abu (Salaeh, 2013). Hal ini dikarenakan bahan perekat tersebut banyak terdapat dipasaran dan harganya terjangkau. Menurut (Thoah dkk, 2010) Untuk merekatkan partikel – partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat perekat sehingga dapat dihasilkan briket yang kuat. Penggunaan bahan perekat bertujuan agar ikatan antara partikel akan semakin kuat. Kriteria untuk menilai ketepatan komposisi bahan pengikat dalam briket adalah meratanya campuran antara bahan baku serbuk gergaji kayu segon dan bahan perekat. Selain bahan utama yaitu serbuk gergaji kayu segon, pembuatan briket tidak terlepas dari bahan perekat

Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitasnya, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut:

- a. Berdasarkan sifat/bahan baku perekat briket.

Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut:

1. Mudah terbakar dan tidak berasap.
2. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.
3. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.

- b. Berdasarkan jenis

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket, yaitu :

1. Perekat anorganik

Perekat anorganik yaitu perekat yang dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Perekat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan perekat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari perekat anorganik antara lain semen, lempung (tanah liat), natrium silikat.

2. Perekat Organik

Perekat organik yaitu perekat yang pada saat proses pembakaran menghasilkan abu yang relative sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari perekat organik antara lain kanji, tar, aspal, *amilum*, *molase*, *parafin* dan lain-lain.

Adapun bahan perekat dalam pembuatan briket ini adalah tepung tapioka, beras, dan sagu.

2.5.1 Tepung Tapioka

Pada umumnya perekat yang digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung pati tapioka. Bahan perekat yang baik digunakan untuk pembuatan briket arang antara lain pati, dekstrin dan tepung tapioka, karena pada saat proses pembakaran menghasilkan briket arang yang tidak berasap dan nyala api tahan lama (Hartoyo dkk, 1990). Yuniarti (2011) memaparkan bahwa briket arang dari serbuk gergajian kayu meranti dan arang kayu galam dengan komposisi perekat tepung tapioka sebesar 5 % dan tekanan kempa sebesar 10.000 kg/cm^2 , memiliki kadar air yaitu berkisar antara 3,78 % - 4,54 % dengan kerapatan antara $0,49 \text{ gr/cm}^3$. Kadar abu berkisar antara 2,64 % - 3,24 %, kadar zat terbang antara 25,40 % - 29,40 % dan nilai kalor antara 5502,40 – 6249,51 cal/gr. Menurut Triono (2006) dalam pemaparannya kadar perekat dalam briket arang tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan mutu briket arang yang sering menimbulkan banyak asap. Kadar perekat yang digunakan umumnya tidak lebih dari 5%.

2.5.2 Tepung Beras

Tepung beras memiliki jumlah air yang cukup bebas lebih tinggi dalam sistem adonan karena ukuran granula pati kecil (3-8 mikron) sehingga mengabsorpsi air lebih sedikit. Tepung beras juga tidak membentuk jaringan gluten dalam sistem adonan sehingga kemampuan menahan air nya lebih rendah dibanding tepung terigu (Widjajaseputra dkk, 2011). Bahan perekat pati, dekstrin, dan tepung beras akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama tetapi nilai kalornya tidak setinggi arang kayu. Bahan perekat dari tumbuh-tumbuhan seperti pati (tapioka) memiliki keuntungan dimana jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon (Saleh A, 2013).

2.5.3 Tepung Sagu

Sagu merupakan tanaman tropik yang sangat produktif sebagai penghasil pati dan energi. Diperkirakan produktifitas sagu dapat mencapai dua kali produktifitas ubi kayu. Sagu adalah salah satu pengikat organik yang memiliki kadar karbohidrat cukup tinggi. Sagu merupakan salah satu sumber karbohidrat yang ketersediaannya cukup melimpah khususnya didaerah yang memiliki usaha perkebunan sagu. Sebagai sumber karbohidrat, sagu juga memiliki pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin yang menjadikannya mampu mengikat karbon-karbon dalam briket arang seperti halnya tapioka (Thoha dkk, 2010). Hasilnya penggunaan perekat tapioka 10% dan sagu 12% merupakan perlakuan terbaik karena memberikan penampakan yang baik dan tidak terdapat retak-retak dengan masing-masing kadar air rata-rata 12,76 % dan 11,83 % kerapatan jenis 0,5157 gr/cm³ dan 0,5175 gr/cm³ serta kuat tekan 6,62 kg/cm² dan 6,64 kg/cm² (Gandhi A, 2010).

Analisa berbagai tepung pati-patian dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Daftar analisa bahan perekat

Jenis Tepung	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Karbon (%)
Tepeng Jagung	10,52	1,27	4,89	8,48	1,04	73,80
Tepung Beras	17,58	0,68	4,53	9,89	0,82	76,90
Tepung Terigu	10,70	0,86	2,00	11,50	0,46	74,20
Tepung Tapioka	9,84	0,36	1,50	2,21	0,69	85,20
Tepung Sagu	14,10	0,67	1,03	1,12	0,37	82,70

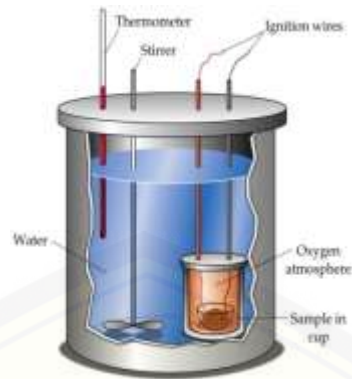
Sumber: Anonimous, 1989 didalam Nodali Ndraha, 2010

2.6 Karakteristik Thermal Briket

2.6.1 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar dimana hasilnya dalam bentuk ash, gas CO₂, SO₂, Nitrogen dan air, dan tidak termasuk air yang menjadi uap (Patabang, 2012). Menurut Putra dkk, (2013) Dimana penambahan bahan perekat akan mempengaruhi nilai kalor yang dimiliki oleh limbah bambu. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah air pada briket yang berasal dari bahan perekat, semakin banyak perekat yang ditambahkan maka semakin banyak pula kadar air yang terdapat pada briket dan berkontribusi dalam menurunkan nilai kalor. Untuk dapat mengukur nilai kalor yang terdapat dalam briket alat yang digunakan adalah bom kalorimeter.

Bom kalorimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur nilai kalor dari suatu bahan bakar padat atau cair. Pengukuran bom kalorimeter dilakukan pada kondisi volume konstan tanpa aliran atau dengan kata lain reaksi pembakaran dilakukan tanpa menggunakan nyala api melainkan menggunakan gas oksigen sebagai pembakar dengan volume konstan atau tekanan tinggi (Virgiawan, 2014). Skema bom kalorimeter dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Bom kalorimeter (Sumber: [http:// nurul.kimia.upi.edu](http://nurul.kimia.upi.edu))

Prinsip kerja bom kalorimeter adalah bahan bakar yang akan diukur dimasukkan kedalam bejana logam yang kemudian diisi oksigen pada tekanan tinggi. Bejana logam tersebut ditempatkan didalam bom kalorimeter berisi air dan bahan bakar itu dinyalakan dengan sambungan listrik dari luar (Virgiawan, 2014). Nilai kalor terbagi atas nilai kalor atas dan nilai kalor bawah. Nilai kalor tinggi adalah banyaknya kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran 1 kg bahan bakar, tanpa adanya kandungan air pada bahan bakar. Nilai kalor rendah atau adalah banyaknya kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran 1 kg bahan bakar dan sebagian dimanfaatkan untuk penguapan sehingga kandungan air pada bahan bakar akan habis (Nugraha, 2013).

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kalor adalah sebagai berikut:

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Fulse)}{Massa\ Bahan} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

HHV = *Highest Heating Value* (nilai kalor) (kal/gram)

ΔT = Selisih suhu ($^{\circ}C$)

EE = Rata-rata hasil pengujian

Acid = Sisa abu (kal/gram)

Fulse = Panjang kawat yang terbakar

$$EE = \frac{6318 \times Massa\ briket}{Selisih\ suhu} \dots\dots\dots (2.2)$$

2.6.2 Kadar Air

Kadar air merupakan kuantitas atau jumlah kandungan air yang terkandung dalam suatu bahan. Kadar air akan mempengaruhi mudah tidaknya briket untuk terbakar. Semakin tinggi kadar air, maka semakin lama briket terbakar. Dimana semakin banyak perekat yang dicampurkan pada briket maka semakin tinggi pula kadar air yang dimiliki briket (Putra, 2013).

Lestari (2010) menjelaskan bahwa kadar air sekitar 2.5% - 4,8% dengan berat briket tongkol jagung rata – rata 4 gram menunjukkan bahwa kadar air sesudah proses *pressing* dan pengeringan kurang dari 5% hal ini sudah memenuhi standar kadar air yang terkandung dalam bahan bakar briket arang. Untuk itu penambahan persentase perekat dalam komposisi briket menentukan faktor tingginya kadar air, semakin tinggi persentase perekat maka semakin tinggi pula kadar airnya.

Besarnya kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Kadar air} = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

X1 = Berat sampel awal (gram)

X2 = Berat sampel setelah dikeringkan (gram)

2.6.3 Kadar Abu

Kadar Abu adalah persentase dari zat – zat tersisa dari proses pembakaran dan sudah tidak memiliki unsur karbon. Semakin tinggi kadar abu dari proses pembakaran maka kualitas briket akan semakin rendah, karena apabila kandungan abu tinggi akan menurunkan nilai kalor dari briket. SNI mensyaratkan kadar abu maksimal tidak melebihi 8%, sedangkan campuran perekat 30% melebihi kadar maksimal abu yang ditetapkan yaitu sebesar 8,28% (Putra dkk, 2013). Pada hasil pengujian kadar abu menunjukkan bahwa kadar abu briket arang tongkol jagung sekitar 6,60% - 11,35% (Lestari dkk, 2010).

Besarnya kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{E}{C} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

E = Berat abu/residu (gram)

C = Berat bahan sebelum pengabuan / berat sampel (gram)

2.6.5 Waktu Penyalaan

Ignition time adalah waktu yang dibutuhkan untuk membakar suatu bahan hingga muncul nyala api awal. Untuk memperoleh waktu penyalaan yang cepat maka bahan harus memiliki kandungan zat mudah menguap yang tinggi. Semakin banyak kadar kandungan zat mudah menguap maka akan semakin mudah bioarang untuk terbakar dan menyala (Jamilatun, 2008).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menganalisis karakteristik termal briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi bahan perekat pada briket.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Pengambilan serbuk gergajian kayu sengon dilakukan di CV. Harapan Mulya yang bertempat di Desa Biting Kecamatan Arjasa Jl Kalisat No 3 Arjasa Jember. Pembuatan briket dilakukan di laboratorium Konversi Energi Universitas Jember, pengujian nilai kalor dan waktu pembakaran dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

3.2.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 3 bulan.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang meliputi:

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bom kalorimeter, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merk mesin	: PAAR
Model	: PAAR 1241 EF
Tegangan	: 220 V
Frekuensi	: 50 Hertz
Negara pembuat	: USA
Tahun perakitan	: 1987

2. Perlengkapan pendukung, seperti:
 - a. Drum pirolisis dengan tinggi 51 cm, diameter luar 31 cm dan diameter dalam 21 cm
 - b. Dongkrak hidrolik
 - c. Cetakan briket dengan diameter 3 cm dan tinggi 10 cm.
 - d. Ayakan 70 mesh untuk cetak dingin dan 50 mesh untuk cetak panas.
 - e. Timbangan digital
 - f. Termokontrol
 - g. Anemometer
 - h. *Stopwatch*
 - i. Alat uji pembakaran prototype

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Limbah serbuk gergaji kayu sengon.
2. Tepung tapioka.
3. Tepung sagu.
4. Tepung beras.
5. Air.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas yang digunakan yaitu:

1. Temperatur pirolisis sebesar 400°C.
2. Ukuran partikel limbah serbuk gergaji kayu sengon 70 mesh dan 50 mesh.
3. Komposisi bahan perekat tepung sebesar 2 gram, 7 gram arang dan 1 ml air.
4. Tekanan cetak briket sebesar 150 kg/cm².

5. Komposisi bahan 7 gram arang dan 3 gram serbuk kayu sengon tanpa pirolisis.

Komposisi perekat yang digunakan dalam pembuatan briket menggunakan tiga variasi dengan cetak dingin yaitu:

1. Briket A adalah briket dengan komposisi perekat tepung tapioka 2 gram + arang 7 gram + 1 ml air dengan berat keseluruhan 10 gram
2. Briket B adalah briket dengan komposisi perekat tepung sagu 2 gram + arang 7 gram + 1 ml air dengan berat keseluruhan 10 gram
3. Briket C adalah briket dengan komposisi perekat beras 2 gram + arang 7 gram + 1 ml air dengan berat keseluruhan 10 gram

Tabel 3.1 Keterangan nama sampel dengan cetak dingin

No.	Nama	Keterangan
1.	Briket A	Perekat tepung tapioka 2 gram dan arang 7 gram + 1 ml air
2.	Briket B	Perekat tepung sagu 2 gram dan arang 7 gram + 1 ml air
3.	Briket C	Perekat tepung beras 2 gram dan arang 7 gram + 1 ml air

Komposisi briket dengan perekat lignin yang digunakan dalam pembuatan briket dengan menggunakan cetak panas yaitu:

1. Briket D adalah briket dengan komposisi perekat lignin persentase bahan 3 gram tanpa pirolisis + 7 gram arang dari berat keseluruhan briket 10 gram.

Tabel 3.2 Keterangan nama sampel dengan cetak panas

No.	Nama	Keterangan
1.	Briket D	Perekat lignin 3 gram tanpa pirolisis + 7 gram arang berat keseluruhan 10 gram.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang tidak dapat ditentukan oleh peneliti, akan tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu: Perhitungan tentang nilai kalor, kadar abu, kadar air dan waktu penyalaan pada briket arang limbah serbuk gergajian kayu.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon

1. Serbuk gergaji kayu sengon dibersihkan dari kotoran dengan menggunakan air.
2. Jemur serbuk gergaji kayu sengon yang sudah dibersihkan di bawah sinar matahari kurang lebih selama 2 hari, atau 6 jam per harinya.
3. Siapkan tungku karbonasi.
4. Masukkan serbuk gergaji kayu sengon ke dalam tungku karbonasi.
5. Nyalakan tungku karbonasi dengan cara menghubungkan ke listrik.
6. Atur atau *set* thermostat pada suhu 400°C.
7. Proses pengarangan dilakukan sampai temperatur 400°C.
8. Lakukan proses pengarangan sampai serbuk gergaji kayu sengon menjadi arang.

3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Cetak Dingin. Pembuatan briket dengan cetak dingin adalah proses dimana pembuatan briket dengan menggunakan dongkrak hidrolik dengan cetakan tanpa pemanas.

1. Limbah serbuk gergaji kayu sengon yang sudah menjadi arang selanjutnya diayak dengan menggunakan ukuran 70 mesh.
2. Selanjutnya campurkan serbuk arang yang sudah diayak, perekat yang digunakan tepung tapioka, sagu, dan beras dengan komposisi arang sebesar 7 gram, perekat 2 gram dan 1 ml air dengan berat keseluruhan 10 gram.

3. Tambahkan 1 ml air yang sudah di didihkan 100°C dan aduk serbuk arang yang sudah diayak dengan perekat hingga tercampur merata.
4. Setelah tercampur merata, lakukan pencetakan briket dengan menggunakan alat dongkrak hidrolik, cetak briket dengan tekanan sebesar 150 kg/cm² dan tahan pencetakan selama kurang lebih 1 menit.
5. Kemudian keluarkan briket dari cetakan secara perlahan.
6. Pencetakan briket dilakukan sebanyak 3 spesimen untuk masing-masing variasi.
7. Selanjutnya keringkan briket dengan menggunakan oven selama 1 jam dengan temperatur 60 °C.

3.5.3 Tahapan Pembuatan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Cetak Panas. Pembuatan briket dengan cetak panas adalah proses dimana pembuatan briket dengan menggunakan dongkrak hidrolik dengan cetakan yang diselimuti pemanas listik dengan suhu 200°C.

1. Arang dan serbuk gergaji kayu sengon tanpa pirolisis kemudian diayak dengan ukuran serbuk yang lolos dari saringan 50 mesh.
2. Arang dan serbuk gergaji kayu sengon tanpa pirolisis tersebut ditimbang briket dengan komposisi perekat lignin persentase bahan 3 gram tanpa pirolisis dan 7 gram arang dari berat keseluruhan briket 10 gram. Kemudian aduk serbuk arang dan serbuk gergaji kayu sengon tanpa pirolisis hingga tercampur merata.
3. Setelah campuran arang dan serbuk gergaji kayu sengon tercampur dengan baik maka selanjutnya dilakukan pencetakan pada mesin press cetak briket dengan suhu 200°C, tekanan pencetakan 150 kg/cm².
4. Kemudian keluarkan briket dari cetakan secara perlahan.
5. Hasil cetakan briket kemudian ditaruh pada wadah hampa udara selama 24 jam.

3.5.4 Tahapan Penelitian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan waktu Penyalaan. Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon. Setelah dilakukan pembuatan arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan bahan perekat tepung tapioka, maka selanjutnya sampel briket diuji dengan menggunakan alat bom kalorimeter.
2. Tahapan pengujian nilai kalor
Adapun tahapan pengambilan data nilai kalor adalah sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan 2 liter air dan kemudian masukkan kedalam *oval bucket*.
 - b. Timbang briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon yang akan diuji, kemudian masukkan ke dalam *combustion capsule*.
 - c. Memasang kawat sepanjang 10 cm hingga mengenai briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule*, dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*.
 - d. Masukkan bahan yang diuji dalam *combustion capsule* bersama dengan kawat, ke dalam tabung *oxygen bomb*.
 - e. Hubungkan semua peralatan bom kalorimeter dengan listrik.
 - f. Isi tabung *oxygen bomb* dengan oksigen bertekanan 30-35 atm menggunakan bantuan *auto charger*.
 - g. Masukkan tabung *oxygen bomb* ke dalam *oval bucket* yang telah terisi air.
 - h. Kemudian masukkan *oval bucket* ke dalam *adiabatic calorimeter*, lalu tutup.
 - i. Pindahkan posisi *switch* keposisi on.
 - j. Setelah itu stirrer diaktifkan untuk mengaduk air yang ada didalam *oval bucket* agar temperatur konstan
 - k. Setelah sama, catat suhu yang terjadi.

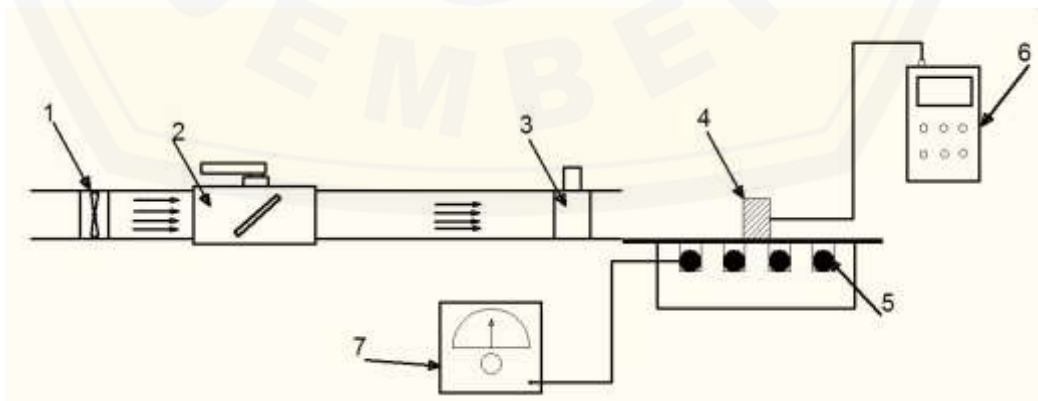
- l. Kemudian briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dibakar.
 - m. Beberapa saat kemudian, perubahan suhu yang terjadi pada air dicatat kembali.
 - n. Setelah itu hitung selisih temperatur di air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran.
 - o. Setelah itu masukkan rumus nilai kalor.
 - p. Dari situlah nilai kalor dari briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengonyang diuji dapat diketahui.
3. Tahapan pengujian kadar air (ASTM D 5142)
 - a. Perekat yang digunakan tepung tapioka, sagu dan beras dengan perekat 7 gram, arang 2 gram dan 1 ml air.
 - b. Campurkan bahan perekat, arang dan air secara merata selanjutnya timbang bahan tersebut sebelum dilakukan pencetakan.
 - c. Catat berat briket sebelum dilakukan pencetakan.
 - d. Cetak briket yang sudah tercampur merata menggunakan dongkrak hidrolis dengan tekanan 150 kg/cm^2 .
 - e. Timbang berat beriket sebelum dioven.
 - f. Selanjutnya lakukan pengeringan dengan cara masukkan briket kedalam oven dengan suhu $105 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 1 jam.
 - g. Timbang kembali berat beriket setelah dioven.
 - h. Ulangi seluruh rangkaian percobaan diatas.
 - i. Selanjutnya masukkan rumus kadar air.
 4. Tahapan pengujian kadar abu.
 - a. Siapkan alat pengukur berat untuk mengukur berat briket serta bom kalorimeter untuk pembakaran briket.
 - b. Timbang berat briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon sebelum dibakar.
 - c. Catat hasil pengukuran briket sebelum dibakar.
 - d. Lakukan pembakaran briket pada bom kalorimeter.
 - e. Menimbang berat briket setelah dibakar.

- f. Mencatat hasil pengukuran briket setelah dibakar.
5. Pengujian waktu penyalaan dengan alat uji pembakaran:
- a. Memasang dan menyetel alat-alat yang digunakan.
 - b. Menghidupkan elemen pemanas hingga mencapai suhu 200°C .
 - c. Menghidupkan anemometer dan *fan*.
 - d. Mengatur kecepatan udara hingga $0,6\text{ m/s}$.
 - e. Meletakkan briket serbuk gergajian kayu sengon diatas elemen pemanas dengan jarak $1,5\text{ cm}$.
 - f. Memulai pengujian dan pengamatan waktu penyalaan.
 - g. Mencatat waktu yang dibutuhkan hingga briket timbul titik nyala api untuk hasil uji waktu penyalaan.
 - h. Mencatat waktu yang dibutuhkan hingga briket terbakar untuk hasil uji waktu penyalaan.
 - i. Mengulangi pengujian dengan variasi perekat yang berbeda yaitu tepung tapioka, sagu, dan beras.
 - j. Dan pengujian dengan catak panas dengan komposisi bahan 7 gram arang dan 3 gram tanpa pirolisis.

3.6 Skema Alat Uji

3.6.1 Alat Uji Pembakaran Prototype

Gambar 3.1 adalah skema alat uji pembakaran untuk mengetahui waktu penyalaan.

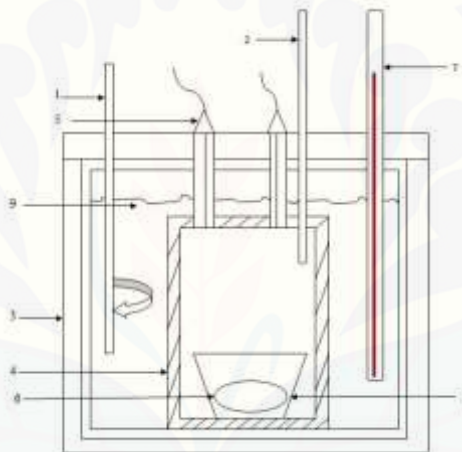


Gambar 3.1 Skema Alat Uji Pembakaran Briket

Keterangan :

1. *Fan* (kipas)
2. Katup
3. Anemometer
4. Briket
5. Elemen pemanas
6. *Termometer reader*
7. *Termostat*

3.6.2 Bom Kalorimeter

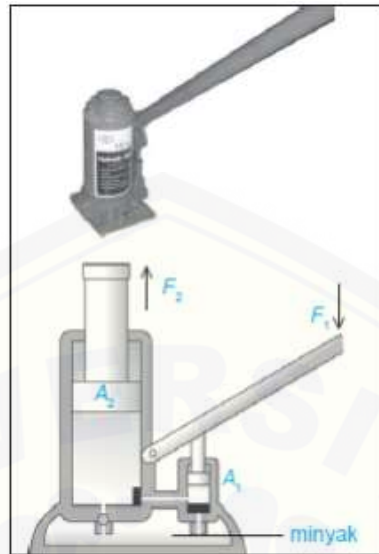


Gambar 3.2 Bom kalorimeter (Nugraha, 2013)

Keterangan:

1. Pengaduk
2. Katup oksigen
3. Kalorimeter
4. Bom
5. Kawat penyala
6. Briket
7. Termometer
8. Cawan
9. Air

3.6.3 Dongkrak Hidrolik



Gambar 3.3 Dongkrak hidrolik (Sumber: Renreng, 2012)

Hukum pascal:

$$P_1 = P_2 \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

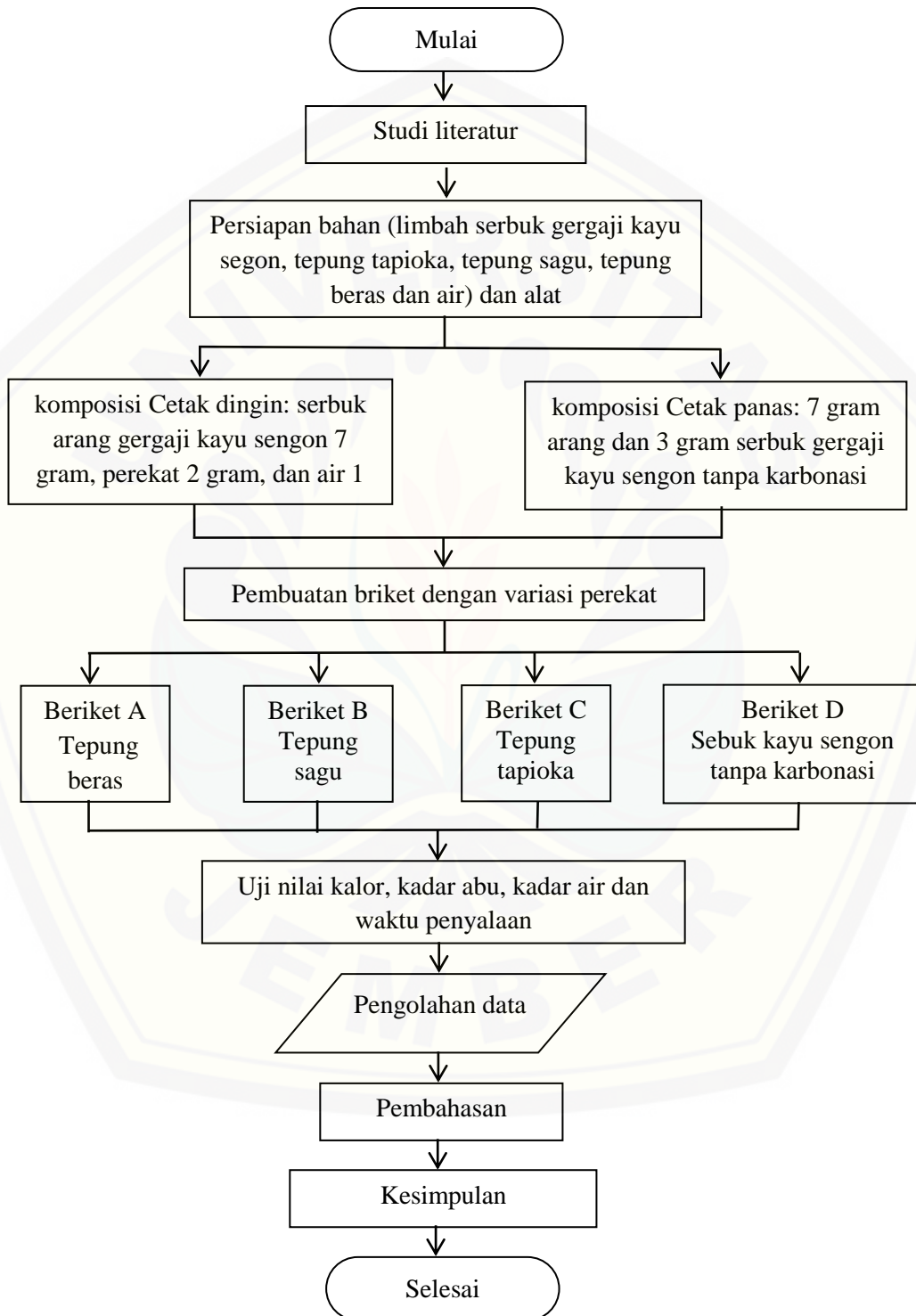
$P_1 = P_2 =$ Tekanan (N/m^2 atau kg/m^2)

$F_1 = F_2 =$ Gaya (N atau kg)

$A_1 = A_2 =$ Luas penampang (m^2)

3.7 Diagram Alir Penelitian

Berikut ialah diagram alir penelitian yang ditampilkan dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil analisa pengujian briket dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, rata-rata nilai kalor tertinggi adalah sebesar 6946,886 kal/gram pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata nilai kalor sebesar 6181,385 kalori/gram dengan variasi bahan perekat tapioka.
2. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, rata-rata kadar air terendah adalah sebesar 10,92% pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata kadar air sebesar 11,67% dengan variasi bahan perekat tapioka.
3. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, rata-rata kadar abu terendah adalah sebesar 2% pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata kadar abu sebesar 4% dengan variasi bahan perekat tapioka.
4. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, rata-rata waktu penyalaan terlama adalah sebesar 55,29 detik pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan cetak panas. Sedangkan pada briket dengan cetak dingin diperoleh rata-rata waktu penyalaan sebesar 49.36 detik dengan variasi bahan perekat tapioka.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penyempurnaan penelitian lebih lanjut agar dapat menghasilkan briket arang yang lebih baik yaitu

1. Bahan baku pembuatan briket harus benar-benar kering dan bersih sebelum dilakukan proses pengarangan
2. Diperlukan penelitian lanjutan dengan mengukur waktu pembakaran dan kadar kandungan zat mudah menguap (*Volatile Matter*)

DAFTAR PUSTAKA

- Cory, Y. D. 2001. *Pengaruh Kadar Perekat dan Tekanan Kempa terhadap Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Serasah Daun Acacia Mangium Willd.* Fakultas Kehutanan: Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor.
- Delima, R. E. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 7000 Psig.* Jurusan Teknik Mesin. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Gandhi, A. 2010. *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket arang Tongkol Jagung.* SMK N 7 Semarang.
- Hartanto, F. P., dan Alim, F. 2011. *Optimasi Kondisi Operasi Pirolisis Sekam Padi Untuk Menghasilkan Bahan Bakar Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif.* Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Jamilatun, S. 2008. *Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu.* Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 2. Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M., Kanninen, M. 2011. *Paraserienthes falcataria (L.) Nielsen: ekologi, silvikultur dan produktivitas.* Bogor: CIFOR. Indonesia.
- Lemhannas RI. 2013. *Pengembangan Teknologi Nuklir guna Pemamfaatan Energi Terbaharukan dalam rangka Meningkatkan Ketahanan Energi Nasional.* Jurnal Kajian LEMHANNAS RI. Edisi 16. November 2013.
- Lestari, L., dkk. 2010. *Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung Yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu Dan Kanji.* Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Haluoleo Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, Sulawesi Tenggara.
- Ndraha, N. 2009. *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu terhadap Mutu yang Dihasilkan.* Fakultas Pertanian: Departemen Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Nugraha, J. R. 2013. *Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo.* Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Jember.

- Patabang, D. 2012. *Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat*. Jurnal Mekanikal. Vol. 3, No. 2. Hal 286-292. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Tadulako.
- Putra, H. P., Mokodompit, M., Kuntari, A. P. 2013. *7 Study Karakteristik Briket Berbahan Dasar Limbah Bambu Dengan Menggunakan Perekat Nasi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perancangan Universitas Islam Indonesia.
- Saleh. A. 2013. *Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (Zea Mays L.)*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.
- Saptoadi, H. 2008. *The best biobriquette dimension and its particle size*. Asian J. Energy Environ., Vol 9, issue 3 and 4. Departemen of Mechanical and Industrial Engineering Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Satmoko, M. E. A., Saputro, D. D., Budiyo, A. 2013. *Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Negeri Semarang.
- Subroto. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubra, Ampas Tebu dan Jerami*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Surono, U. B. 2010. *Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Thoha, M. Y., dan Fajrin, D. E. 2010. *Pembuatan Briket Arang Dari Daun Jati Dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
- Triono, A. 2006. *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis eminii Engl.) dan Sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L.)*. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Widjajaseputra, A. I., Harijono, Yuniarta, dan Estiasih, T. 2011. *Pengaruh Rasio Tepung Beras dan Air Terhadap Karakteristik Kulit Lumpia Basah*. Jurusan Teknologi dan Industri Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.

Yuniarti, Theo, Y. P., Faizal, Y., Arhamsyah. 2011. *Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu Meranti dan Arang Kayu Galam*. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan. Vol. 3. No. 2. Hal 37-42.



LAMPIRAN

Lampiran A. Tabel Data

Lampiran 4.1. Data hasil pengujian nilai kalor dan kadar abu briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat



DATA HASIL PENGUJIAN :

No	Bahan / Kode	Nilai Kalor (Calori / Gram)	Kadar Abu (%)
1	Cetak Panas I	6985.922	2
2	Cetak Panas II	6892.375	2
3	Cetak Panas III	6962.360	2
4	Tapioka I	6134.194	4
5	Tapioka II	6181.418	4
6	Tapioka III	6228.542	4
7	Sagu I	6086.970	6
8	Sagu II	6039.746	6
9	Sagu III	6134.094	6
10	Beras I	5943.998	8
11	Beras II	6015.384	8
12	Beras III	6038.846	8

Malang, 02 Desember 2015
Laboran Lab. Motor Bakar



Eko Satrio Muliwanto
Telp. 810228.06.210175

Lampiran 4.2. Data hasil pengujian nilai kalor briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat

No.	Nama bahan	Nilai kalor (kalori/gram)
1.	Briket A	5.943,998
2.	Briket A	6.015,384
3.	Briket A	6.038,846
	Rata-rata	5.999,409
1.	Briket B	6.086,970
2.	Briket B	6.039,746
3.	Briket B	6.134,094
	Rata-rata	6.086,937
1.	Briket C	6.134,194
2.	Briket C	6.181,418
3.	Briket C	6.228,542
	Rata-rata	6.181,385
1.	Briket D	6.985,922
2.	Briket D	6.892,375
3.	Briket D	6.962,360
	Rata-rata	6.946,886

Lampiran 4.3. Data hasil pengujian kadar air briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi perekat

No.	Nama bahan	Berat briket sebelum dioven (gram)	Berat briket setelah dioven (gram)	Kadar air (%)
1.	Briket A	9,56	8,22	14,01
2.	Briket A	9,68	8,12	16,11
3.	Briket A	9,18	8,10	11,76
	Rata-rata	9,47	8,14	13,96
1.	Briket B	9,46	8,12	14,16
2.	Briket B	9,04	8,08	10,61
3.	Briket B	9,24	8,06	12,77
	Rata-rata	9,24	8,08	12,51
1.	Briket C	9,32	8,26	11,37
2.	Briket C	9,28	8,22	11,42
3.	Briket C	9,32	8,18	12,23
	Rata-rata	9,30	8,22	11,67
1.	Briket D	8,80	7,76	11,81
2.	Briket D	8,84	7,86	11,08
3.	Briket D	8,60	7,75	9,88
	Rata-rata	8,74	7,79	10,92

Lampiran 4.4. Data hasil pengujian kadar abu briket arang limbah serbuk kayu sengan dengan variasi perekat

No.	Nama bahan	Kadar abu (%)
1.	Briket A	8
2.	Briket A	8
3.	Briket A	8
	Rata-rata	8
1.	Briket B	6
2.	Briket B	6
3.	Briket B	6
	Rata-rata	6
1.	Briket C	4
2.	Briket C	4
3.	Briket C	4
	Rata-rata	4
1.	Briket D	2
2.	Briket D	2
3.	Briket D	2
	Rata-rata	2

Lampiran 4.5. Data hasil pengujian waktu penyalaan briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi perekat

No.	Nama bahan	Waktu penyalaan (s)
1.	Briket A	38,70
2.	Briket A	36,47
3.	Briket A	37,44
	Rata-rata	37,54
1.	Briket B	40,47
2.	Briket B	39,91
3.	Briket B	41,51
	Rata-rata	40,72
1.	Briket C	49,95
2.	Briket C	48,68
3.	Briket C	49,45
	Rata-rata	49,36
1.	Briket D	55,30
2.	Briket D	55,39
3.	Briket D	55,18
	Rata-rata	55,29

LAMPIRAN

Lampiran B. Perhitungan

Contoh perhitungan karakteristik briket arang serbuk kayu sengon sebagai berikut:

B.1 Perhitungan Nilai Kalor

Pengujian ke-1 briket arang serbuk gergaji kayu sengon dengan perekat Beras:

Diketahui	: Massa bahan uji	= 1 gr
	Standart Benzoit (EE)	= 2455.6142 kal/gr
	Sisa abu (acid)	= 10 kal/gr
	Suhu awal (T ₀)	= 28.16°C
	Suhu akhir (T ₁)	= 30.59°C
	Selisih suhu (ΔT)	= 28.1621°C - 30.59°C = 2.4279°C
	Kawat yang terbakar (<i>fulse</i>)	= 10-1.8 = 8.2 = 8.2 kal

Ditanya : Nilai kalor (*Highest Heating Value*)...?

Jawab :

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

$$= \frac{(2455.6142 \text{ kal/gr} \times 2.4279^\circ\text{C}) - (10) - (8.2)}{1}$$

$$= 5943.988 \text{ kal/gr}$$

Pengujian ke-2 briket arang serbuk gergaji kayu sengon dengan perekat Sagu:

Diketahui	: Massa bahan uji	= 1 gr
	Standart Benzoit (EE)	= 2455.6142 kal/gr
	Sisa abu (acid)	= 10 kal/gr
	Suhu awal (T ₀)	= 29.844C
	Suhu akhir (T ₁)	= 32.33°C
	Selisih suhu (ΔT)	= 29.844°C - 32.33°C = 2.486°C

Kawat yang terbakar (*fulse*) = $10 - 1.8 = 8.2 = 8.2$ kal

Ditanya : Nilai kalor (*Highest Heating Value*)...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\text{EE} \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \\ &= \frac{(2455.6142 \text{ kal/gr} \times 2.486^\circ\text{C}) - (10) - (8.2)}{1} \\ &= 6086.970 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

Pengujian ke-3 briket arang serbuk gergaji kayu sengon dengan perekat Tapioka:

Diketahui : Massa bahan uji = 1 gr
 Standart Benzoit (EE) = 2455.6142 kal/gr
 Sisa abu (acid) = 10 kal/gr
 Suhu awal (T_0) = 31.3446°C
 Suhu akhir (T_1) = 33.85°C
 Selisih suhu (ΔT) = $31.3446^\circ\text{C} - 33.85^\circ\text{C} = 2.5054^\circ\text{C}$
 Kawat yang terbakar (*fulse*) = $10 - 1.8 = 8.2 = 8.2$ kal

Ditanya : Nilai kalor (*Highest Heating Value*)...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\text{EE} \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \\ &= \frac{(2455.6142 \text{ kal/gr} \times 2.5054^\circ\text{C}) - (10) - (8.2)}{1} \\ &= 6134.194 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

Pengujian ke-4 briket arang serbuk gergaji kayu sengon dengan Cetak Panas:

Diketahui : Massa bahan uji = 1 gr
 Standart Benzoit (EE) = 2455.6142 kal/gr
 Sisa abu (acid) = 10 kal/gr

$$\begin{aligned} \text{Suhu awal (T}_0\text{)} &= 35.7378^\circ\text{C} \\ \text{Suhu akhir (T}_1\text{)} &= 38.59^\circ\text{C} \\ \text{Selisih suhu (\Delta T)} &= 35.7378^\circ\text{C} - 38.59^\circ\text{C} = 2.8522^\circ\text{C} \\ \text{Kawat yang terbakar (fulse)} &= 10 - 1.8 = 8.2 = 8.2 \text{ kal} \end{aligned}$$

Ditanya : Nilai kalor (*Highest Heating Value*)...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\text{EE} \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \\ &= \frac{(2455.6142 \text{ kal/gr} \times 2.8522^\circ\text{C}) - (10) - (8.2)}{1} \\ &= 6985.922 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

B.2 Perhitungan Kadar Air

Percobaan ke-1 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Beras:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,56 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,22 gram

$$\text{Kadar air} = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{9,56 - 8,22}{9,56} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 14,01 \%$$

Percobaan ke-2 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Beras:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,68 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,12 gram

$$\text{Kadar air} = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{9,68 - 8,12}{9,68} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 16,11 \%$$

Percobaan ke-3 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Beras:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,18 gram

- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,10 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,18 - 8,10}{9,18} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 11,76\%$$

Percobaan ke-1 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Sagu:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,46 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,12 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,46 - 8,12}{9,46} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 14,16\%$$

Percobaan ke-2 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Sagu:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,04 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,08 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,04 - 8,08}{9,04} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 10,61\%$$

Percobaan ke-3 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Sagu :

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,24 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,06 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,24 - 8,06}{9,24} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 12,77\%$$

Percobaan ke-1 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Tapioka :

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,32 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,26 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,32 - 8,26}{9,32} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 11,37\%$$

Percobaan ke-2 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Tapioka :

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,28 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,22 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,28 - 8,22}{9,28} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 11,42\%$$

Percobaan ke-3 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Tapioka:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 9,32 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 8,18 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{9,32 - 8,18}{9,32} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 12,23\%$$

Percobaan ke-1 untuk briket dengan perlakuan Cetak Panas:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 8,80 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 7,76 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{8,80 - 7,76}{8,80} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 11,81\ \%$$

Percobaan ke-2 untuk briket dengan perlakuan Cetak Panas:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 8,84 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 7,86 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{8,84 - 7,86}{8,84} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 11,08\ \%$$

Percobaan ke-3 untuk briket dengan perlakuan Cetak Panas:

- Berat briket sebelum dioven (X1) = 8,60 gram
- Berat briket setelah dioven (X2) = 7,75 gram

$$Kadar\ air = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{8,60 - 7,75}{8,60} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 9,88\ \%$$

B.3 Perhitungan Kadar Abu

Percobaan ke-1 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Beras :

- Berat abu (E) = 0,8 gram
- Berat bahan sebelum jadi abu (C) = 10 gram

$$Kadar\ abu = \frac{E}{C} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = \frac{0,8}{10} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = 8\ \%$$

Percobaan ke-2 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Sagu :

- Berat abu (E) = 0,6 gram
- Berat bahan sebelum jadi abu (C) = 10 gram

$$Kadar\ abu = \frac{E}{C} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = \frac{0,6}{10} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = 6\%$$

Percobaan ke-3 untuk briket dengan perlakuan bahan perekat Tapioka :

- Berat abu (E) = 0,4 gram
- Berat bahan sebelum jadi abu (C) = 10 gram

$$Kadar\ abu = \frac{E}{C} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = \frac{0,4}{10} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = 4\%$$

Percobaan ke-4 untuk briket dengan perlakuan Cetak Panas :

- Berat abu (E) = 0,2 gram
- Berat bahan sebelum jadi abu (C) = 10 gram

$$Kadar\ abu = \frac{E}{C} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = \frac{0,2}{10} \times 100\%$$

$$Kadar\ abu = 2\%$$

LAMPIRAN

Lampiran C. Foto Penelitian



Gambar C.1 Tungku karbonasi



Gambar C.2 Alat pencetak briket



Gambar C.3 Ayakan 70 mesh



Gambar C.4 Termokontrol



Gambar C.5 Timbangan digital



Gambar C.6 Oven listrik



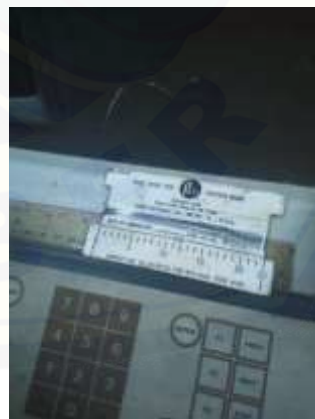
Gambar C.7 Briket arang limbah
Serbuk kayu sengon



Gambar C.8 Bom kalorimeter



Gambar C.9 *Oxygen bomb*



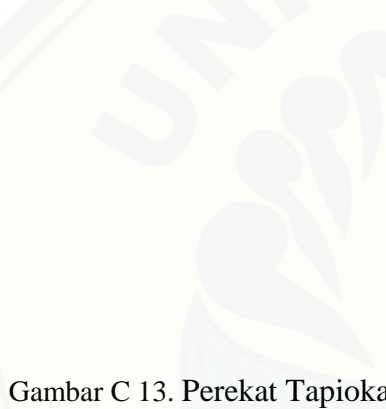
Gambar C.10 *Fuse wire*



Gambar C 11. Serbuk gergajian kayu sengon



Gambar C 12. Arang serbuk gergaji kayu sengon



Gambar C 13. Perekat Tapioka



Gambar C 14. Perekat Sagu



Gambar C 15. Perekat Beras



Gambar C 16. Mengatur Aliran Udara Konstan 0,6 m/s