



**PENGARUH VARIASI SUHU TEKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK TERMAL PADA PROSES PENCETAKAN
BRIKET LIMBAH SERBUK KAYU SENGON**

SKRIPSI

Oleh
Muhammad Agung Fauzi
NIM 111910101008

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH VARIASI SUHU TEKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK TERMAL PADA PROSES PENCETAKAN
BRIKET LIMBAH SERBUK KAYU SENGON**

SKRIPSI

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

Oleh
Muhammad Agung Fauzi
NIM 111910101008

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahku Slamet Haryanto yang terus menjadi partner, sahabat, kawan, lawan debat, pahlawan dan Ibuku Sri Nati 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. Kakek dan Nenekku tercinta yang senantiasa menegur ketika salah, membela ketika benar
3. Kakak Perempuan, Bona Megawati, Roliya Widyawati, Linda Tri Carolina, dan Yulia Amanda Deva Sari yang selalu setia menyemangati serta memberikan motivasi untuk si bungsu kesayangannya.
4. Kakak ipar Kopka wagiman, Mas Sujaka, Serda Nyoman, Mas Adi yang senantiasa memberikan support terhadap semua aktifitas perkuliahan sampai saat ini.
5. Keponakan tercinta yang selalu menghibur disetiap putus asa, Gusti, Raja, Ratu, Queen, Cinta, Xena, Balqis, Aya.
6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa memberikan ilmunya. Semoga ilmu yang Bapak/Ibu berikan bermanfaat dan barokah untukku dan untuk pribadi masing-masing serta menjadi amalan penolong Bapak/Ibu kelak;
7. Dosen tersabar yang rela meluangkan waktunya untuk membimbing, Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. dan Imam Sholahuddin, S.T.,M.T. sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. dan Hary Sutjahjono, S.T, M.T. selaku dosen penguji yang tak lelah memberikan kritik dan saran sehingga penelitian dan penulisan ini menjadi lebih baik.
9. Saudaraku Teknik Mesin '11 Universitas Jember, M. Syaifudin Ihsan, Pemi Juni Setiawan, M. Dahlaz Dzuhro, Bangkit Nurul Akmal, Febrian Rhama Putra,

Farihen, Ahmad Mahfud, Saddam Husein, M. Agung Fauzi, Muhammad Mukri, Arief Hidayatullah, Shofiyana Lesmana Anton Cahyono, Muslih Muhammad Asa, Imron Rosyadi Octora Rosyadi, Achmad Alifiyan Sobirin, Angga Rahmanto, 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 Gobeza, 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, Arif 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 surganya kelak, panjang umur dan berbahialah kalian;

10. Saudara setanah kelahiran, Helmi, lolong, ega, itong, oyong, tata, silvia, devi, yolan dan lainnya yang selalu memberikan dukungan untuk terus mengerjakan skripsi ini, semoga Tuhan membalas kebaikan.
11. Seduluran Teknik serta adik-adik angkatan yang dirasa membantu dalam proses pendewasaan selama proses mendapatkan gelar sarjana.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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)^{*)}

“Life is like riding a bicycle. To keep your balance, you must keep moving.”
(Albert Einstein)^{*)}

"Manusia tidak merancang untuk gagal, mereka gagal untuk merancang."

(William J. Siegel)^{*)}

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Agung Fauzi

NIM : 111910101008

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH VARIASI SUHU TEKAN TERHADAP KARAKTERISTIK TERMAL PADA PROSES PENCETAKAN BRIKET LIMBAH SERBUK KAYU SENGON” 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 28 oktober 2015

Yang menyatakan,

(Muhammad Agung Fauzi)

NIM 111910101008

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI SUHU TEKAN TERHADAP KARAKTERISTIK
TERMAL PADA PROSES PENCETAKAN BRIKET LIMBAH SERBUK
KAYU SENGON**

Oleh
Muhammad Agung Fauzi
NIM 111910101008

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Imam Sholahuddin, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Suhu Tekan Terhadap Karakteristik Termal Pada Proses Pencetakan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 28 Oktober 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

Imam Sholahuddin, S.T., M.T.
NIP 198110292008121003

Anggota I,

Anggota II,

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

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

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Suhu Tekan Terhadap Karakteristik Termal Pada Proses Pencetakan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon; Muhammad Agung Fauzi, 111910101008; 2015; 59 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari limbah organik dan dicampur dengan bahan lain serta dicetak pada tekanan tertentu untuk didapatkan bentuk dan karakteristik yang diinginkan.

Penelitian ini difokuskan tentang pengaruh variasi suhu pencetakan terhadap nilai kalor, kadar air, *ignition time*, *burning time* dan laju pembakaran briket arang limbah serbuk kayu sengon. Variasi suhu pencetakan yang digunakan yaitu 150°C, 175°C, 200°C.

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 kadar air terendah sebesar 0,75% pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan 200°C, rata-rata nilai kalor tertinggi sebesar 7800,67 kalori/gram pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan 200°C, rata-rata *ignition time* tercepat sebesar 301,28 detik pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan 150°C, rata-rata *burning time* terlama sebesar 7772,48 detik pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan 200°C dan rata-rata laju pembakaran terlama sebesar 0,00050 gram/detik pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan 150°C.

SUMMARY

Effect of Temperature Variation Press Against Thermal Characteristics At Printing Process Waste Sawdust Briquettes Wood Sengon; Muhammad Agung Fauzi, 111910101008; 2015; 60 pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Briquette is a solid fuel made from organic waste and mixed with other materials and formed at a certain pressure to obtain the desired shape and characteristics.

This research focused on the effect of temperature variations on the formed of calorific value, water content, ignition time, burning time and the rate of combustion of the waste sawdust briquette charcoal sengon. Formed temperature variation used is 150°C, 175°C, 200°C.

Briquetting performed at Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember, and for research conducted at the Laboratory of Energy Conversion Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember and in the Laboratory of Motor Fuel Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya.

The results were obtained an average of the lowest water content of 0.75% on charcoal briquettes sawdust waste sengon with formed 200°C temperature variations, the average calorific value high of 7800.67 calories / gram on charcoal briquettes sawdust waste sengon with variations formed temperature 200°C, the average ignition fastest time of 301.28 seconds on charcoal briquettes sawdust waste sengon with formed 150°C temperature variations, the average burning time longest at 7772.48 seconds on charcoal briquettes sawdust waste sengon with temperature

variations formed 200°C and longest average firing rate of 0.00050 gram / sec on charcoal briquettes sawdust waste sengon with formed 150°C temperature variations.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Suhu Tekan Terhadap Karakteristik Termal Pada Proses Pencetakan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon”. 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. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tidak pernah henti dapat penulis rasakan setiap detik dalam hidup ini.
2. Ayahku Slamet Haryanto yang terus menjadi partner, sahabat, kawan, lawan debat, pahlawan dan Ibuku Sri Nati 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;
3. Kakek dan Nenekku tercinta yang senantiasa menegur ketika salah, membela ketika benar
4. Kakak Perempuan, Bona Megawati, Roliya Widyawati, Linda Tri Carolina, dan Yulia Amanda Deva Sari yang selalu setia menyemangati serta memberikan motivasi untuk si bungsu kesayangannya.
5. Kakak ipar Kopka wagiman, Mas Sujaka, Serda Nyoman, Mas Adi yang senantiasa memberikan support terhadap semua aktifitas perkuliahan sampai saat ini.
6. Keponakan tercinta yang selalu menghibur disetiap putus asa, Gusti, Raja, Ratu, Queen, Cinta, Xena, Balqis, Aya.
7. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa memberikan ilmunya. Semoga ilmu yang Bapak/Ibu berikan

bermanfaat dan barokah untukku dan untuk pribadi masing-masing serta menjadi amalan penolong Bapak/Ibu kelak;

8. Dosen tersabar yang rela meluangkan waktunya untuk membimbing, Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. dan Imam Sholahuddin, S.T.,M.T. sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. dan Hary Sutjahjono, S.T, M.T. selaku dosen penguji yang tak lelah memberikan kritik dan saran sehingga penelitian dan penulisan ini menjadi lebih baik.
10. Saudaraku Teknik Mesin '11 Universitas Jember, M. Syaifudin Ihsan, Pemi Juni Setiawan, M. Dahlaz Dzuhro, Bangkit Nurul Akmal, Febrian Rhama Putra, Farihen, Ahmad Mahfud, Saddam Husein, M. Agung Fauzi, Muhammad Mukri, Arief Hidayatullah, Shofiyan Lesmana Anton Cahyono, Muslih Muhammad Asa, Imron Rosyadi Octora Rosyadi, Achmad Alifiyan Sobirin, Angga Rahmanto, 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 Widadtyawan 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, 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 surganya kelak, panjang umur dan berbahagialah kalian;

11. Saudara setanah kelahiran, Helmi, lolong, ega, itong, oyong, tata, silvia, devi, yolana dan lainnya yang selalu memberikan dukungan untuk terus mengerjakan skripsi ini, semoga Tuhan membalas kebaikan.
12. Seduluran Teknik serta adik-adik angkatan yang dirasa membantu dalam proses pendewasaan selama proses mendapatkan gelar sarjana.
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, 28 Oktober 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan.....	4
1.4.2 Manfaat.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biomassa	6
2.2 Serbuk Gergajian Kayu Sengon	7
2.3 Briket	9
2.4 Perekat Tapioka	11
2.5 Proses Karbonasi	12

2.6 Karakteristik Briket	13
2.6.1 Laju Pembakaran.....	13
2.6.2 Nilai kalor (<i>Highest Heating Value/Calorific Value</i>)	14
2.6.3 Waktu Penyalaan (<i>ignition time</i>).....	16
2.6.4 Waktu Pembakaran (<i>burning time</i>)	16
2.6.5 Kadar Air.....	16
2.7 Bom Kalorimeter	17
2.8 Hipotesa	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metode Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian	20
3.3.1 Variabel Bebas	20
3.3.2 Variabel Terikat.....	20
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.4.1 Alat Penelitian	20
3.4.2 Bahan Penelitian.....	21
3.5 Prosedur Penelitian	21
3.5.1 Pembuatan Arang serbuk kayu.....	21
3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket	22
3.5.3 Tahapan Penelitian	22
3.6 Skema Alat Uji	25
3.7 Diagram Alir Penelitian	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil penelitian	27
4.1.1 Karakteristik Termal	27
4.1.2 Pengujian kadar air.....	28
4.1.3 Pengujian nilai kalor.....	30
4.1.4 Pengujian waktu penyalaan (<i>ignition time</i>).....	32

4.1.5 Pengujian waktu pembakaran.....	34
4.1.6 Pengujian laju pembakaran	36
4.1.7 Hubungan Antara Pengaruh Suhu Tekan Pada Proses Pencetakan dengan Pengujian Karakteristik Termal Briket	38
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN A. TABEL DATA	44
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN	50
LAMPIRAN C. FOTO PENELITIAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Briket arang serbuk gergajian kayu.....	10
Gambar 2.2 Bom kalorimeter.....	17
Gambar 3.1 <i>Termometer Reader</i> merk Krisbow.....	21
Gambar 3.2 Skema alat uji pembakaran	25
Gambar 4.1 Briket dengan variasi suhu pencetakan 150°C(M150), briket dengan variasi suhu pencetakan 175°C(M175), briket dengan variasi suhu pencetakan 200°C(M200)	27
Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi suhu pencetakan terhadap kadar air briket arang limbah serbuk kayu sengon	29
Gambar 4.3 Grafik hubungan variasi suhu pencetakan terhadap nilai kalor briket arang limbah serbuk kayu sengon	31
Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi suhu pencetakan terhadap <i>ignition time</i> briket arang limbah serbuk kayu sengon	33
Gambar 4.5 Grafik hubungan variasi suhu pencetakan terhadap <i>burning time</i> briket arang limbah serbuk kayu sengon	35
Gambar 4.6 Grafik hubungan variasi suhu pencetakan terhadap laju pembakaran briket arang limbah serbuk kayu sengon.....	36
Gambar 4.7 Grafik hubungan variasi suhu pencetakan terhadap densitas briket arang limbah serbuk kayu sengon	38

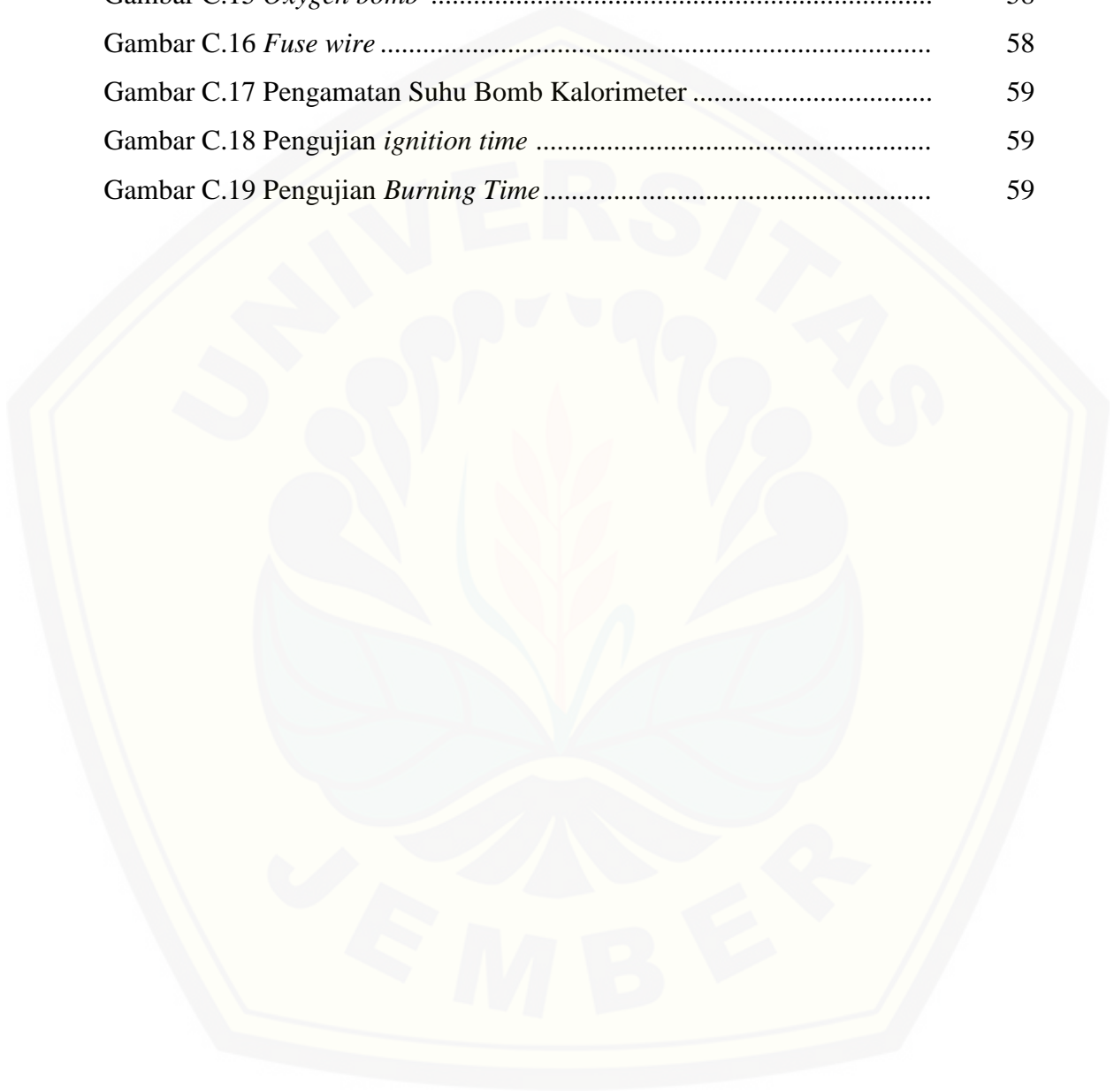
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Departemen Kehutanan dan Perkebunan untuk tahun 1999/2000.....	7
Tabel 2.2 Hasil uji proximat limbah serbuk gergaji kayu sengon.....	9
Tabel 2.3 Standart Benzoid.....	15
Tabel 4.1 Karakteristik Thermal Briket Dengan Variasi Suhu Pencetakan.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. TABEL DATA	44
Tabel A.1 Karakteristik Thermal Briket Dengan Variasi Suhu Pencetakan	44
Tabel A.2 Hasil pengujian kadar air briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan	45
Tabel A.3 Hasil pengujian nilai kalor briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan	46
Tabel A.4 Hasil pengujian ignition time briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan.....	47
Tabel A.5 Hasil pengujian burning time briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan.....	48
Tabel A.6 Hasil pengujian Laju pembakaran briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan.....	49
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN	50
LAMPIRAN C. FOTO PENELITIAN	55
Gambar C.1 Tungku karbonasi	55
Gambar C.2 Dongkrak penekan	55
Gambar C.3 Cetakan	55
Gambar C.4 Penekan dan Pencetakan	55
Gambar C.5 Serbuk gergajian kayu sengon	56
Gambar C.6 Arang Serbuk kayu sengon	56
Gambar C.7 Perekat Tapioka	56
Gambar C.8 Oven	56
Gambar C.9 Pengujian Kadar Air	57
Gambar C.10 Termokontrol	57
Gambar C.11 Ayakan 50 mesh	57
Gambar C.12 Timbangan digital	57

Gambar C.13 Briket arang limbah kayu sengon	58
Gambar C.14 Bom kalorimeter	58
Gambar C.15 <i>Oxygen bomb</i>	58
Gambar C.16 <i>Fuse wire</i>	58
Gambar C.17 Pengamatan Suhu Bomb Kalorimeter	59
Gambar C.18 Pengujian <i>ignition time</i>	59
Gambar C.19 Pengujian <i>Burning Time</i>	59



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semua makhluk hidup memerlukan sumber energi untuk menjalankan kehidupan sehari-hari. Salah satu sumber energi utama yang banyak dikonsumsi oleh manusia adalah sumber daya alam yang berasal dari fosil. Sumber energi ini terbentuk berjuta-juta tahun yang lalu, sehingga lambat laun akan habis. Saat ini sebagian besar energi yang digunakan rakyat Indonesia berasal dari bahan bakar fosil, yaitu bahan bakar minyak, batu bara dan gas. Kerugian bahan bakar fosil ini selain merusak lingkungan, juga tidak terbarukan (*nonrenewable*) (Erwandi, 2005). Peningkatan kebutuhan energi setiap tahunnya menyebabkan negara kita dituntut meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Hal ini erat kaitannya dengan analisa bahwa Indonesia dalam waktu 10-20 tahun kedepan akan menjadi negara pengimpor minyak bersih jika kondisi kelangkaan sumber energi dibiarkan tanpa upaya upaya yang signifikan (Abdullah 2002 dalam Sudradjat dkk., 2006). Efisiensi energi dapat dilakukan dengan cara mencari ataupun mengembangkan sumber sumber energi baru dan yang dapat di perbaharui, diantaranya biogas, tenaga air, tenaga angin, energi surya, energi panas bumi dan biomassa.

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 (Justin, 2013). Perkembangan sumber energi biomassa sudah jauh berbeda dan mengalami banyak perubahan. Pembakaran adalah metode utama untuk mengubah biomassa menjadi energi, tetapi seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi telah mengubah aplikasi biomassa menjadi lebih

modern. Proses gasifikasi (merubah biomassa menjadi gas), pirolisis (merubah biomassa menjadi arang), penguraian anaerobic dan pembriketan adalah proses yang mampu mengubah wujud biomassa menjadi energi (Saputro, 2007). Berbagai pengembangan ilmu tentang bahan bakar alternatif ini sudah banyak diteliti dan diberlakukan, salah satu contohnya adalah briket. Briket menjadi cara paling efektif untuk mendapatkan energi terbarukan, selain mudah didapatkan dan dengan harga yang efisien, bahan briket ini biasanya dibuat dari limbah lingkungan, contohnya ampas tebu, tongkol jagung, sekam padi, serabut kelapa, serbuk kayu dan lain-lain.

Industri mebel kayu merupakan salah satu industri yang banyak terdapat di Indonesia. Dalam menjalankan proses usaha tersebut industri mebel menghasilkan limbah yang jarang sekali dimanfaatkan oleh mayoritas orang, yaitu serbuk kayu. Berdasarkan data nasional BPS tahun 2006, produksi serbuk gergaji kayu di Indonesia sebesar 679.247 m³ dengan densitas 600 kg/m³ maka didapat 407.548,2 ton. Jika dari kayu yang tersedia terdapat 40% yang menjadi limbah serbuk gergaji, maka akan didapat potensi pembuatan briket sebesar 163.319,28 ton/th (Debi, 2010). Serbuk kayu merupakan bahan yang masih mengikat energi yang melimpah dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan briket arang. Berdasarkan hasil penelitian Danang Dwi (2012) tentang karakterisasi briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode cetak panas menunjukkan bahwa densitas naik seiring dengan naiknya tekanan kompaksi tetapi tidak berpengaruh terhadap nilai kalor briket. Pembuatan briket dapat dilakukan dengan metode cetak panas (Rhen dkk, 2005; Kaliyan dkk, 2009; Kaliyan dkk, 2010), metode ini menggunakan bahan baku biomassa yang belum dikarbonisasi. Tujuan pemanasan untuk mengeluarkan perekat alami (lignin & hemiselulosa) yang terdapat pada bahan baku. Perekat alami yang terdapat dalam biomassa dapat berfungsi dengan cara menaikkan temperature pencetakan. Serta penelitian yang dilakukan oleh Jeffrie Jacobis (2013) tentang pengaruh presentase campuran briket limbah serbuk kayu gergajian dan limbah daun kayuputih terhadap nilai kalor dan kecepatan pembakaran, briket campuran serbuk kayu daun kayu putih mempunyai kandungan abu tertinggi adalah 2.49%, nilai kalor

tertinggi 4896.16 kal/gram dan waktu pembakaran 39.33 menit. Proses pembuatan briket memerlukan perekat (terutama untuk pembuatan briket dengan bahan baku arang biomassa) untuk menyatukan partikel-partikel bahan baku agar terjadi ikatan yang kuat antar partikel penyusun briket sehingga briket menjadi kuat dan mudah dalam proses pengangkutan atau pengemasan. Berbagai macam bahan perekat yang dipakai dalam pembuatan briket selama ini adalah clay (Rhen dkk 2005; Mani dkk, 2006), molase (Chin dkk, 2000; Blesa dkk, 2003), starch (Husain dkk, 2002; Kaliyan dkk, 2010), dan resin (Vázquez dkk, 1995; Benk dkk, 2009)

Dari berbagai penelitian tersebut dapat diketahui bahwa serbuk gergaji kayu mempunyai nilai kalor yang tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Diantaranya dengan campuran perekat berupa tepung tapioka, sedangkan untuk suhu tekan pada proses pencetakan briket sebesar 150°C , 175°C , dan 200°C . Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data karakteristik termal briket berupa waktu penyalaaan (*ignition time*), waktu pembakaran (*burning time*), dan laju pembakaran dari setiap suhu yang diberikan pada proses penekanan briket. Sehingga mendapatkan suhu tekan yang tepat dan menghasilkan briket dengan efisiensi termal yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Fokus permasalahan dari penelitian ini adalah penentuan suhu tekan dari briket terhadap karakteristik termal yang di hasilkan oleh briket tersebut. Sehingga dihasilkan penekanan yang tepat antara perekat dan biomassa untuk membuat briket yang memiliki efisiensi termal yang baik. Maka rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimanakah pengaruh kadar air briket serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan briket sebesar 150°C , 175°C , dan 200°C ?
2. Bagaimanakah pengaruh nilai kalor briket serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan briket sebesar 150°C , 175°C , dan 200°C ?

3. Bagaimanakah pengaruh waktu penyalaan (*ignition time*) briket serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan briket sebesar 150°C , 175°C , dan 200°C ?
4. Bagaimanakah pengaruh waktu pembakaran (*burning time*) briket serbuk kayu sengon dengan variasi suhu pencetakan briket sebesar 150°C , 175°C , dan 200°C ?
5. Bagaimanakah pengaruh laju pembakaran briket serbuk kayu dengan variasi suhu pencetakan briket sebesar 150°C , 175°C , dan 200°C ?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Pada saat pencetakan, arang serbuk gergajian kayu sengon berada dalam kondisi suhu kamar.
2. Diasumsikan presentase berat campuran arang serbuk gergajian kayu sengon dan bahan perekat seragam.
3. Kecepatan udara pada *prototype* pengujian pembakaran konstan.
4. Tekanan (kg/cm^2) saat proses pengepresan seragam untuk semua briket.
5. Reaksi pengikatan tapioka dan arang pada proses pencetakan diabaikan.

1.4. Tujuan dan Manfaat

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

1.4.1 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh suhu penekanan terhadap kadar air briket.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu penekanan terhadap nilai kalor briket.

3. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu penekanan terhadap waktu penyalaan (*ignition time*) briket.
4. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu penekanan terhadap waktu pembakaran (*burning time*) briket.
5. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu penekanan terhadap laju pembakaran briket.

1.4.2 Manfaat

1. Dapat menentukan suhu penekanan yang tepat untuk pengolahan briket arang dari serbuk kayu sengon.
2. Sebagai sumber energi alternatif baru yang terbarukan dan ekonomis.
3. Dapat mengatasi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak dan gas khususnya fosil.
4. Memberikan solusi khusus terhadap pengolahan limbah serbuk kayu.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa merupakan bahan-bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan, hewan, produk dan limbah industri lainnya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan). Unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul) yang sebagian besar mengandung atom karbon (C). Selain digunakan sebagai bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Yang umum digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah sisa setelah diambil produk primernya. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). Komposisi elementer biomassa bebas abu dan bebas air kira-kira 53% massa karbon, 6% hidrogen dan 42% oksigen, serta sedikit nitrogen, fosfor dan belerang (biasanya masing-masing kurang dari 1%). Kadar abu kayu biasanya kurang dari 1% (Supriyanto dan Merry, 2010).

Keunggulan lain dari biomassa adalah harganya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Kondisi ini dapat terjadi karena jumlahnya yang sangat melimpah dan umumnya merupakan limbah dari suatu aktivitas masyarakat. Namun demikian, dengan range nilai kalor antara 3.000–4.500 kal/gr, energi yang dikandungnya masih sangat potensial untuk dimanfaatkan terutama dalam rangka membangkitkan energi panas. Biomassa juga dikategorikan sebagai bahan bakar karbon netral (Supriyanto dan Merry, 2010).

Salah satu teknologi yang memungkinkan dapat merubah biomassa menjadi lebih praktis dan ekonomis yaitu briket. Teknologi ini memungkinkan untuk meningkatkan karakteristik bahan bakar biomassa. Daya tarik pada briket adalah kualitas briket sebagai bahan bakar yang meliputi sifat fisik dan kimia termasuk nilai kalor yang dihasilkan dapat diatur melalui karakteristik briket meliputi kepadatan,

ukuran briket, kuat mampat, dan kandungan air. Sehingga briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu (Arni, 2014).

2.2 Serbuk Gergajian Kayu Sengon

Serbuk gergajian kayu atau biasa disebut serbuk kayu merupakan limbah industri dari penggergajian kayu. Selama ini limbah serbuk kayu banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya yang hanya dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang seluruhnya akan berdampak negatif bagi lingkungan. Sehingga perlu adanya penanganan khusus untuk menangani dan memikirkan solusi yang baik serta penanggulangnya. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang mempunyai nilai tambah dengan teknologi sederhana yang bertujuan agar hasil yang di dapat dengan mudah di sosialisasikan kepada masyarakat.

Data dari Departemen Kehutanan dan Perkebunan untuk tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa produksi kayu lapis Indonesia mencapai 4,61 juta m³, sedangkan kayu gergajian mencapai 2,6 juta m³ per tahun. Dengan asumsi bahwa jumlah limbah kayu yang dihasilkan mencapai 61%, maka diperkirakan limbah kayu yang dihasilkan mencapai lebih dari 4 juta m³ (BPS. 2000). Apabila hanya limbah industri penggergajian yang dihitung maka dihasilkan limbah sebanyak 1,4 juta m³ per tahun. Angka ini cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian. Produksi kayu gergajian dan perkiraan jumlah limbahnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Data Departemen Kehutanan dan Perkebunan untuk tahun 1999/2000.

Tahun	Produksi Kayu (m ³)	Limbah Produksi (m ³)	Serbuk Gergajian (m ³)
1994/1995	1.729.839	864.919	129.737
1995/1996	2.014.193	1.007.096	151.064
1996/1997	3.565.475	1.782.737	267.410
1997/1998	2.613.452	1.306.726	196.008
1998/1999	2.707.221	1.353.610	203.041

Sumber : Departemen Kehutanan, 1998/1999

Dari data tersebut menunjukkan bahwa potensi limbah kayu cukup besar dan ternyata hanya merupakan bagian prosentase kecil saja kayu yang dieksploitasi dapat digunakan secara maksimal dan selebihnya berupa limbah kayu. Melihat masih besarnya limbah yang dihasilkan dari industri penggergajian kayu tersebut setiap tahunnya dan apabila dibiarkan begitu saja tanpa ada pemanfaatan secara efisien, dikhawatirkan limbah kayu tersebut dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Apabila serbuk gergajian ini dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif baik sebagai pengganti minyak tanah maupun kayu bakar maka akan dapat terselamatkan CO₂ sebanyak 3,5 juta ton untuk Indonesia, sedangkan untuk dunia karena kebutuhan kayu bakar dan arang untuk tahun 2000 diperkirakan sebanyak 1,70 x 10⁹ m³ (Moreira (1997) maka jumlah CO₂ yang dapat dicegah pelepasannya sebanyak 6,07 x 10⁹ ton CO₂/th.

Kayu sengon merupakan jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di Indonesia dan dibudidayakan oleh petani untuk dijadikan bahan baku dalam berbagai macam produk yang beragam mulai dari bahan bangunan, kerajinan, dan bahan penunjang pekerjaan konstruksi (Saputro, 2012). Industri pengolahan kayu sengon banyak ditemukan di daerah Kabupaten Jember (Kec. Kalisat). Dari hasil survei yang dilakukan, mereka mengolah kayu sengon sebagai bahan bangunan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Terdapat 10 tempat pemotongan kayu sengon dengan rata-rata limbah serbuk gergajian kayu yang dihasilkan dalam sehari sekitar 10 kg untuk satu tempat. Maka dapat disimpulkan dalam sehari untuk 10 tempat menghasilkan sekitar 100 kg limbah serbuk gergajian kayu sengon dan dalam satu tahun akan mencapai sebanyak 36 ton yang belum terolah secara maksimal oleh pemilik industri tersebut. Data hasil uji proximat limbah serbuk gergaji kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Hasil uji proximat limbah serbuk gergaji kayu sengon

Sampel	Kadar air (%)	Kadar Volatil (%)	Kadar Abu (%)	Kadar karbon Terikat (%)	Nilai Kalor (Kal/gram)
1	8.525	89.111	1.861	0.503	4202,57
2	8.031	90.284	1.502	0.183	4270,90
3	7.916	90.624	1.415	0.045	4270,43
Rata-rata	8.158	90.006	1.593	0.243	4247.967

Sumber : Saputro Dwi, 2012

Dari data diatas dapat diketahui bahwa limbah serbuk gergaji kayu sengon mempunyai nilai kalor sebesar 4274 kalori/gram. Hal ini merupakan parameter penting dalam menentukan bahan baku yang akan digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang baik.

2.3 Briket

Briket adalah salah satu jenis bahan bakar yang dibuat dari aneka macam biomassa, misalnya berbahan kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, kertas maupun limbah pertanian lainnya yang dapat dikarbonisasi. Menurut Supriyanto dan Merry (2010) briket adalah suatu padatan yang dihasilkan melalui proses pemampatan dan pemberian tekanan, jika dibakar akan menghasilkan sedikit asap. Briket adalah arang yang diolah dengan sistem pengepresan dan menggunakan bahan perekat, sehingga berbentuk briket yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Bahkan menurut Patabang D (2012), bahan biomassa yang dapat digunakan untuk pembuatan briket berasal dari :

1. Limbah pengolahan kayu seperti : *logging residues, bark, saw dusk, shavinos, waste timber.*
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.

Saptoadi dalam Rohmawati, dkk (2010) melakukan penelitian tentang karakteristik pembakaran pada bahan bakar briket dari serbuk gergajian dan lignin. Briket yang digunakan pada penelitian menggunakan 2 bentuk yaitu bentuk silinder dan prisma persegi. Saptoadi menyatakan bahwa bahan bakar briket dapat dibuat dalam berbagai bentuk, dimana bentuk paling sederhana adalah silinder dan prisma persegi karena keduanya mudah untuk dibuat. Bentuk briket dan prisma persegi hampir menunjukkan waktu pembakaran yang sama. Contoh briket di sajikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Briket arang serbuk gergajian kayu

Syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Selain itu sebagai bahan bakar briket juga harus memenuhi kriteria sebagai berikut: mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap dan emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun. Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam pembuatan briket adalah bahan baku dan bahan perekat.

2.4 Perekat Tapioka

Perekat tapioka umum digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena banyak terdapat dipasaran dan harganya yang relatif murah. Dalam penggunaannya perekat ini menimbulkan asap yang relatif sedikit dibandingkan bahan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket dengan tepung kanji sebagai bahan perekat akan sedikit menurunkan nilai kalornya bila dibandingkan dengan nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya (Sudrajat dan Soleh, 1994 dalam Capah, 2007). Perekat pati dalam bentuk cair sebagai perekat menghasilkan briket arang bernilai rendah dalam hal kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu dan zat mudah menguap, tetapi akan lebih tinggi dalam hal kadar air, karbon terikat dan nilai kalornya apabila dibandingkan dengan briket arang yang menggunakan perekat molase atau tetes tebu. (Sudrajat et al, 2006 dalam Capah, 2007).

Menurut Tano (1997), tepung bila diproses secara hidrolisa, dinding sel tepung berangsur-angsur akan membentuk gelatin karena molase dari tepung mengubah sifat dirinya menjadi kolodial dan kemudian terbentuk pasta, sifat ini disebut gelatinasi. Pomeranz (1991) menyatakan bahwa gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula pati ketika dipanaskan dalam media air. Granula pati tidak larut dalam air dingin, tetapi granula pati dapat mengembang dalam air panas. Naiknya suhu pemanasan akan meningkatkan pembengkakan granula pati. Pembengkakan granula pati menyebabkan terjadinya penekanan antara granula pati dengan lainnya. Mula-mula pembengkakan granula pati bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk awal), tetapi ketika suhu tertentu sudah terlewati, pembengkakan granula pati menjadi irreversible (tidak dapat kembali). Kondisi pembengkakan granula pati yang bersifat irreversible ini disebut dengan gelatinisasi, Sedangkan suhu terjadinya peristiwa ini disebut dengan suhu gelatinisasi. Menurut Winarno (2002) dan Pomeranz (1991), suhu gelatinisasi tepung tapioka berada pada kisaran 52-64°C. Menurut Swinkels (1985), suhu gelatinisasi tepung tapioka berkisar antara 65-70°C. Moorthy (2004) menyatakan bahwa gelatinisasi merupakan fenomena kompleks yang bergantung dari ukuran granula, persentase amilosa, bobot molekul, dan derajat

kristalisasi dari molekul pati di dalam granula. Pada umumnya granula yang kecil membentuk gel lebih lambat sehingga mempunyai suhu gelatinisasi yang lebih tinggi daripada granula yang besar. Makin besar bobot molekul dan derajat kristalisasi dari granula pati, pembentukan gel semakin lambat. Menurut Pomeranz (1991), tidak semua granula pati tergelatinisasi pada titik yang sama, tetapi terjadi pada suatu kisaran suhu tertentu. Berdasarkan SNI 01-3451-1994 tentang Syarat Mutu Tepung Tapioka, kadar air tepung tapioka sesuai standar yang ditetapkan yaitu maksimal 15%. Menurut Triono (2006) 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 Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi dapat merupakan reaksi endoterm atau eksoterm tergantung pada temperatur dan proses reaksi yang sedang terjadi. Secara umum hal ini dipengaruhi oleh hubungan temperatur karbonisasi, sifat reaksi, perubahan fisik/kimiawi yang terjadi (Sarjono, 2013)

Menurut Abdullah, dkk, (1991), proses pengarangan (pirolisa) adalah penguraian biomassa (lysis) menjadi panas (piro) pada suhu lebih dari 150°C. Selama proses pengarangan dengan alur konveksi pirolisa, perlu diperhatikan asap yang ditimbulkan selama proses tersebut: (1) Jika asap tebal dan putih, berarti bahan sedang mengering, (2) Jika asap tebal dan kuning, berarti pengkarbonan sedang berlangsung. Pada fase ini sebaiknya tungku ditutup dengan maksud agar oksigen pada ruang pengarangan serendah-rendahnya, dan (3) Jika asap semakin tipis dan berwarna biru berarti pengarangan hampir selesai, kemudian drum dibalik dan proses pembakaran selesai (Anonymous, 1989).

2.6 Karakteristik Briket

2.6.1 Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan laju oksidasi dikarenakan membutuhkan oksigen dalam reaksinya. Laju pembakaran biobriket semakin tinggi dengan semakin tingginya kandungan senyawa yang mudah menguap (*volatile matter*). Biobriket dengan nilai kalor yang tinggi dapat mencapai suhu pembakaran yang tinggi dan pencapaian suhu optimumnya cukup lama. Semakin besar kerapatan (*density*) biobriket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi. Namun, semakin besar kerapatan biobriket menyebabkan semakin tinggi pula nilai kalornya. Laju pembakaran dapat didekati dengan rumus (Levenspiel O, 1972).

$$M = \frac{Mo}{\Delta t} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dwi Saputro D (2009) 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 persentase 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.

Dwi Saputro D (2009) meneliti karakteristik pembakaran briket campuran batubara, ampas tebu, jerami dengan bahan perekat tepung pati. Komposisi yang diuji adalah biobriket dengan perbandingan persentase batubara : biomassa (ampas tebu, dan jerami); 10% :90%; 33,3% : 66,6%; 50% :50%, briket dibuat dengan metode cetak tekan pada tekanan 100 kg/ cm². 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% : biomass 90% karena lebih cepat terbakar, suhu yang dicapai dapat optimal dan lebih ramah lingkungan.

Dwi Saputro D (2009), 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°C dengan *peak* temperatur yang dicapai sebesar 448,8°C.

2.6.2 Nilai kalor (*Highest Heating Value/Calorific Value*)

Nilai kalor adalah panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar (massa) dimana produknya dalam bentuk ash, gas CO₂, SO₂, Nitrogen dan air, dan tidak termasuk air yang menjadi uap (vapor).

Pengukuran nilai kalor (*heating value*) didalam batubara dilakukan dengan menggunakan bom kalorimeter dibawah pengaruh volume konstan dan tanpa aliran sampel yang akan diukur kemudian dimasukan kedalam sebuah kontainer logam yang tertutup, serta diberi muatan oksigen dengan tekanan tinggi. Kemudian bom ditempatkan didalam kontainer air dan selanjutnya bahan bakar dinyalakan menggunakan eksternal kontaktor listrik.

Selanjutnya temperatur air diukur sebagai fungsi waktu sesudah proses pembakaran berakhir dan dari pengetahuan besaran masa air di dalam sistem, masa dan panas spesifik kontainer dan kurva pemanasan maupun pendinginan, maka energi yang terlepas selama pembakaran bisa ditentukan. Dalam hal ini motor penggerak pengaduk bekerja untuk menjamin keseragaman temperatur air di sekitar bom. Dalam

kondisi khusus pemanasan luar disuplai oleh mantel air untuk mempertahankan suhu seragam, sementara dalam control lain mantel bisa dibiarkan kosong untuk mempertahankan mendekati kondisi air didalam kontainer adiabatik. Kompensasi untuk panas hilang ke udara sekitarnya bisa dibuat melalui analisa kurva pendinginan dan pemanasan transien. Hasil standart benzoit dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.3 Standart Benzoid

Bahan Uji	Suhu Akhir	Suhu Awal	Selisih Suhu	Berat Benzoid	EE (Standart Benzoid)
1	28.39	25.74	2.65	1.01	2407.992
2	29.39	26.715	2.675	1.01	2385.488
3	30.49	27.795	2.695	1.01	2367.785
4	29.27	26.76	2.51	1.01	2517.131
5	29.95	27.21	2.74	1.01	2328.898
		Total			12007.294
		Rata-rata			2455.6142

Sumber : Literatur Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

Nilai kalor briket dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$EE = \frac{6318 \times \text{Massa Briket}}{\text{Selisih Suhu}} \dots\dots\dots(2.2)$$

EE Untuk Warna Hijau = 2455.6142 kalori/⁰C

$$\frac{(EE \times \Delta) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

HHV : Nilai kalor (kalori/gram)

EE : Rata rata hasil pengujian.

Acid : Sisa abu (kal/gram).

Fulse : Panjang kawat yang terbakar (kal/gram).

2.6.3 Waktu Penyalaan (*ignition time*)

Waktu penyalaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk membakar briket hingga muncul titik nyala api. Waktu penyalaan ditentukan dengan membakar briket dimasukkan ke dalam kompor arang. Didalam Proses waktu penyalaan diambil sebagai rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nyala api yang stabil (Rotich 1996).

2.6.4 Waktu Pembakaran (*burning time*)

Waktu pembakaran adalah waktu yang dibutuhkan dari briket saat terbakar sampai selesai terbakar habis. Menurut (David, Daudi dan Jason,2013) 200g briket komposit yang dibakar dalam tungku arang dan waktu pembakaran diukur. Secara rata-rata, briket dari partikel terbesar membakar hanya untuk 19,25 menit, sedangkan dari partikel terkecil bereaksi sampai 28 menit (Saptoadi, 2008). Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka waktu pembakan akan semakin cepat karena rendahnya kerapatan yang terjadi pada briket.

2.6.5 Kadar Air

Kadar air briket adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam briket dengan berat kering briket tersebut setelah dikarbonisasi. Darmawan (2000), mengemukakan kadar air briket sangat mempengaruhi nilai kalor atau nilai panas yang dihasilkan. Tingginya kadar air akan menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran. Kadar air dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$KA = (G_0 - G_1) / G_0 \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana,

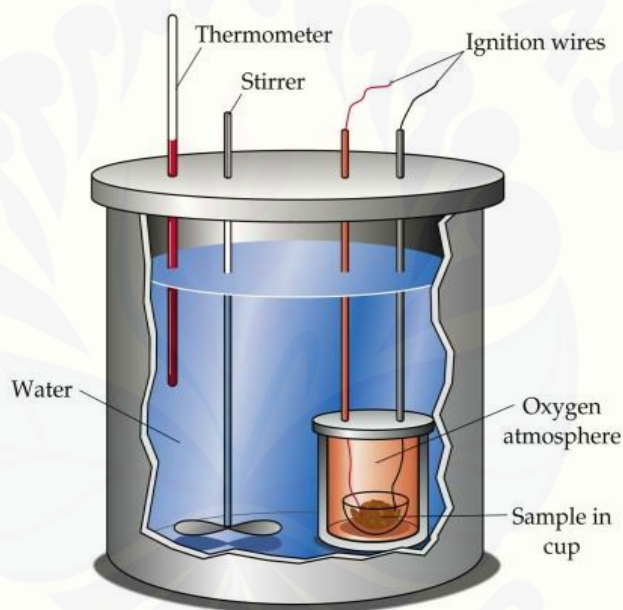
KA : Kadar air (%)

G₀ : Berat briket sebelum dikeringkan

G₁ : Berat briket sesudah dikeringkan

2.7 Bom Kalorimeter

Bom kalorimeter merupakan suatu piranti yang banyak digunakan untuk penentuan nilai kalor bahan bakar padat dan 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. Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu kalorimeter sebesar 1°C pada air dengan massa 1 gram disebut tetapan kalorimetri. Skema bom kalorimeter dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Bom Kalorimeter (Sumber: www.nurul.kimia.upi.edu)

2.7.1 Prinsip Kerja Bom Kalorimeter

Prinsip kerja bom kalorimeter adalah bahan bakar yang akan diukur dimasukkan kedalam bejana logam yang kemudian diisi oksigen pada tekanan tinggi. Bom kalorimeter itu ditempatkan didalam bejana berisi air dan bahan bakar itu dinyalakan dengan sambungan listrik dari luar.

Suhu diukur sebagai fungsi waktu setelah penyalaan, pada saat pembakaran suhu bom kalorimeter tinggi keseragaman suhu air disekeliling. Bom kalorimeter harus dijaga dengan suatu pengaduk. Selain itu dalam beberapa hal tertentu diberikan pemanasan dari luar melalui selubung air untuk menjaga supaya suhu seragam agar kondisi bejana air adiabatik.

2.8 Hipotesa

Semakin tinggi suhu tekan pada proses pencetakan briket pada *range* 150°C-200°C semakin tinggi nilai kalornya serta laju pembakaran, waktu pembakaran, dan waktu pengapian akan lama, hal ini disebabkan oleh tingginya kerapatan partikel yang dimiliki briket.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian (di uraikan dari awal pembuatan)

Penelitian ini dilakukan dengan membuat briket dengan bahan dasar dari serbuk gergajian kayu sengon yang berasal dari limbah industri pengolahan kayu. Serbuk kayu di karbonasi didalam drum karbonasi dengan suhu yang konstan 400⁰C. Setelah proses karbonasi selesai serbuk kayu dihaluskan dan diayak dengan ukuran serbuk yang lolos saringan 50 mesh agar ukuran butirnya seragam. Selanjutnya, serbuk kayu dicampur dengan tepung tapioka sampai rata lalu di cetak. Briket yang telah dicetak selanjutnya di tempatkan pada wadah hampa udara kemudian dilakukan pengujian briket. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kadar air, nilai kalor, waktu penyalaan (*ignition time*), waktu pembakaran (*burning time*) dan laju pembakaran. Dari data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hipotesa yang ada.

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 laju pembakaran dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

3.2.2 Waktu Penelitian (dalam bentuk tabel)

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan April 2015.

3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah komposisi arang serbuk kayu dan bahan perekat tepung tapioka antara lain dengan variasi suhu tekan pada proses pencetakan 150°C, 175°C, 200°C.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah perhitungan tentang kadar air, nilai kalor, waktu penyalaan (*ignition time*), waktu pembakaran (*burning time*) dan laju pembakaran pada briket arang limbah serbuk gergajian kayu sengon.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

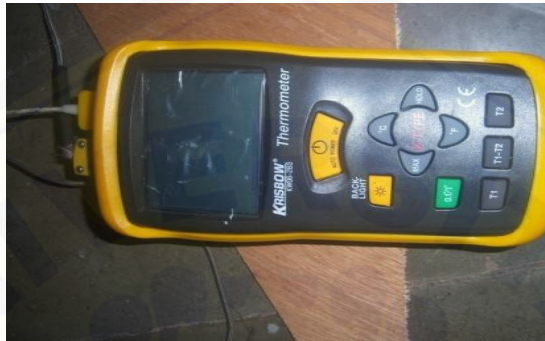
Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan meliputi:

3.4.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pengujian ini meliputi:

1. Bom Kalorimeter, dengan spesifikasi alat sebagai berikut :
 - a. Merk Mesin : PAAR
 - b. Model : PAAR 1241 EF
 - c. Volt : 220
 - d. Hertz :50
 - e. Negara Pembuat : USA
 - f. Tahun :1987
2. Perlengkapan Pendukung :
 - a) Uji Pembakaran *Prototype*.
 - b) Mesin Cetak Tekan Briket
 - c) Drum Karbonasi
 - d) Termokopel
 - e) Timbangan Digital
 - f) *Stop watch*
 - g) *Blower*

- h) Anemometer
- i) Cetakan briket berbentuk silinder dengan $D= 2$ cm dan tinggi = 10 cm
- j) *Termometer Reader* merk Krisbow type KW06-283 (Gambar 3.1)



Gambar 3.1 *Termometer Reader* merk Krisbow

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

- a. Arang serbuk gergajian kayu sengon
- b. Tepung Tapioka

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Arang serbuk kayu

- 1) Melakukan pengambilan serbuk gergaji kayu sengon di CV. Harapan Mulya.
- 2) Serbuk gergaji kayu sengon dibersihkan dari kotoran dengan menggunakan air.
- 3) Keringkan serbuk gergaji kayu sengon selama 2 hari dibawah sinar matahari hingga tidak ada kandungan air.
- 4) Siapkan drum karbonasi kapasitas 6 kg.
- 5) Serbuk gergajian kayu sengon dibuat menjadi arang didalam drum karbonasi.
- 6) Proses karbonisasi dilakukan hingga temperatur 400°C .

- 7) Arang serbuk kayu sengon didiamkan hingga mencapai suhu kamar, kemudian dapat dilanjutkan ke proses pencetakan.

3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket

- a. Pembuatan briket dengan suhu tekan 150°C, 175°C, 200°C.

- 1) Arang serbuk kayu dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran serbuk yang lolos dari saringan 50 mesh ($< 0,297$ mm).
- 2) Arang serbuk gergajian kayu tersebut ditimbang dengan komposisi perekat yaitu 70% : 30% dari berat keseluruhan briket 5gram. Kemudian arang serbuk gergajian kayu sengon dan perekat tapioka tersebut dicampur hingga rata dan adonan tercampur.
- 3) Setelah adonan campuran arang dan tepung tapioka tercampur dengan baik maka selanjutnya dilakukan pencetakan pada mesin press cetak briket dengan suhu tekan 150°C, tekanan pencetakan 234 kg/cm².
- 4) Hasil cetakan briket kemudian ditaruh pada wadah hampa udara selama 24 jam.
- 5) Ulangi percobaan pembuatan briket dengan perbedaan suhu tekan 175°C dan 200°C pada proses pencetakan.

3.5.3 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 serbuk kayu dengan variasi suhu penekanan berjalan dengan baik maka ketiga sampel briket arang siap untuk diuji dengan bom kalorimeter dan alat uji pembakaran *prototype* untuk mengetahui karakteristik termal maksimum dan minimum.

- b. Tahapan Pengambilan Data Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

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 bom kalorimeter 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 diketahui nilai kalor dan laju pembakaran dari bahan bakar yang diuji

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.

2. Pengujian waktu pembakaran dan waktu penyalaan dengan alat uji pembakaran:

1. Memasang dan menyetel alat-alat yang digunakan.
2. Menghidupkan elemen pemanas hingga mencapai suhu 200°C .
3. Menghidupkan anemometer dan *fan*.
4. Mengatur kecepatan udara hingga 0,6 m/s.
5. Meletakkan briket serbuk gergajian kayu sengon diatas elemen pemanas dengan jarak 1,5 cm.
6. Memulai pengujian dan pengamatan waktu penyalaan dan waktu pembakaran.
7. Mencatat waktu yang dibutuhkan hingga briket timbul titik nyala api untuk hasil uji waktu pengapian.
8. Mencatat waktu yang dibutuhkan hingga briket terbakar habis untuk hasil uji waktu pembakaran.
9. Mengulangi pengujian dengan briket ampas tebu dengan variasi suhu pencetakan yang berbeda yaitu 150°C , 175°C , 200°C .

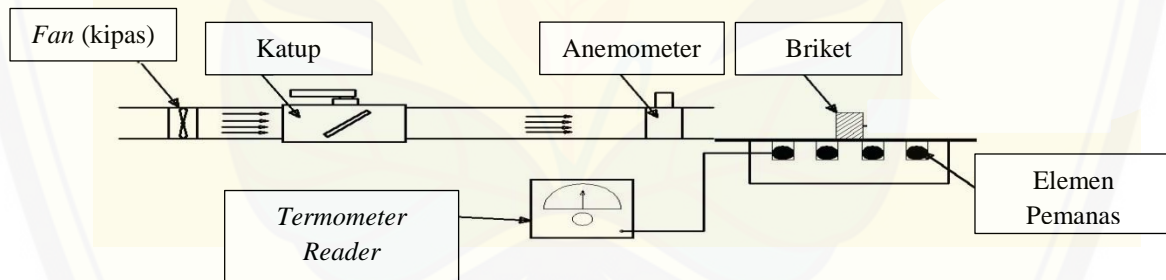
3. Tahapan pengujian kadar air (ASTM D 5142)

- Menimbang berat briket arang serbuk gergaji kayu sengon dan cawan sebelum dioven.
- Briket arang serbuk gergaji kayu sengon dalam cawan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam.
- Menimbang berat briket arang serbuk gergaji kayu sengon serta cawan aluminium setelah dioven.
- Melakukan percobaan pada briket dengan variasi tekanan cetak selanjutnya.

3.6 Skema Alat Uji

3.6.1 Alat Uji Pembakaran Prototype

Gambar 3.3 adalah skema alat uji pembakaran untuk mengetahui *ignition time* dan *burning time*.



Gambar 3.3 Skema Alat Uji Pembakaran