

**PENGARUH VARIASI PERSENTASE PEREKAT TERHADAP KEKUATAN
TEKAN DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET BUNGKIL BIJI
JARAK PAGAR**

**Skripsi
Konsentrasi Konversi Energi**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun Oleh :
AHMAD SAIFUL ANWAR
NIM : 0610620002

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2010**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH VARIASI PERSENTASE PEREKAT TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET BUNGKIL BIJI JARAK PAGAR

Skripsi

Konsentrasi Konversi Energi

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

AHMAD SAIFUL ANWAR

NIM : 0610620002

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc
NIP. 19480216 198003 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI PERSENTASE PEREKAT TERHADAP KEKUATAN TEKAN
DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET BUNGKIL BIJI JARAK PAGAR**

**SKRIPSI
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

**AHMAD SAIFUL ANWAR
NIM. 0610620002-62**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 9 Desember 2010

Skripsi 1

Skripsi 2

Putu Hadi Setyarini, ST.,MT
NIP. 19770806 200312 2 001

Ir. Djoko Sutikno, M.Eng
NIP. 19591128 198710 1 001

Komprehensif

Ir. Agustinus Ariseno, MT
NIP. 19510822 198701 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT.
NIP.19720903 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis sadar bahwa selama dalam penulisan skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak.

Atas bantuan dan dorongan, baik yang berupa moril dan materiil yang diberikan maka pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

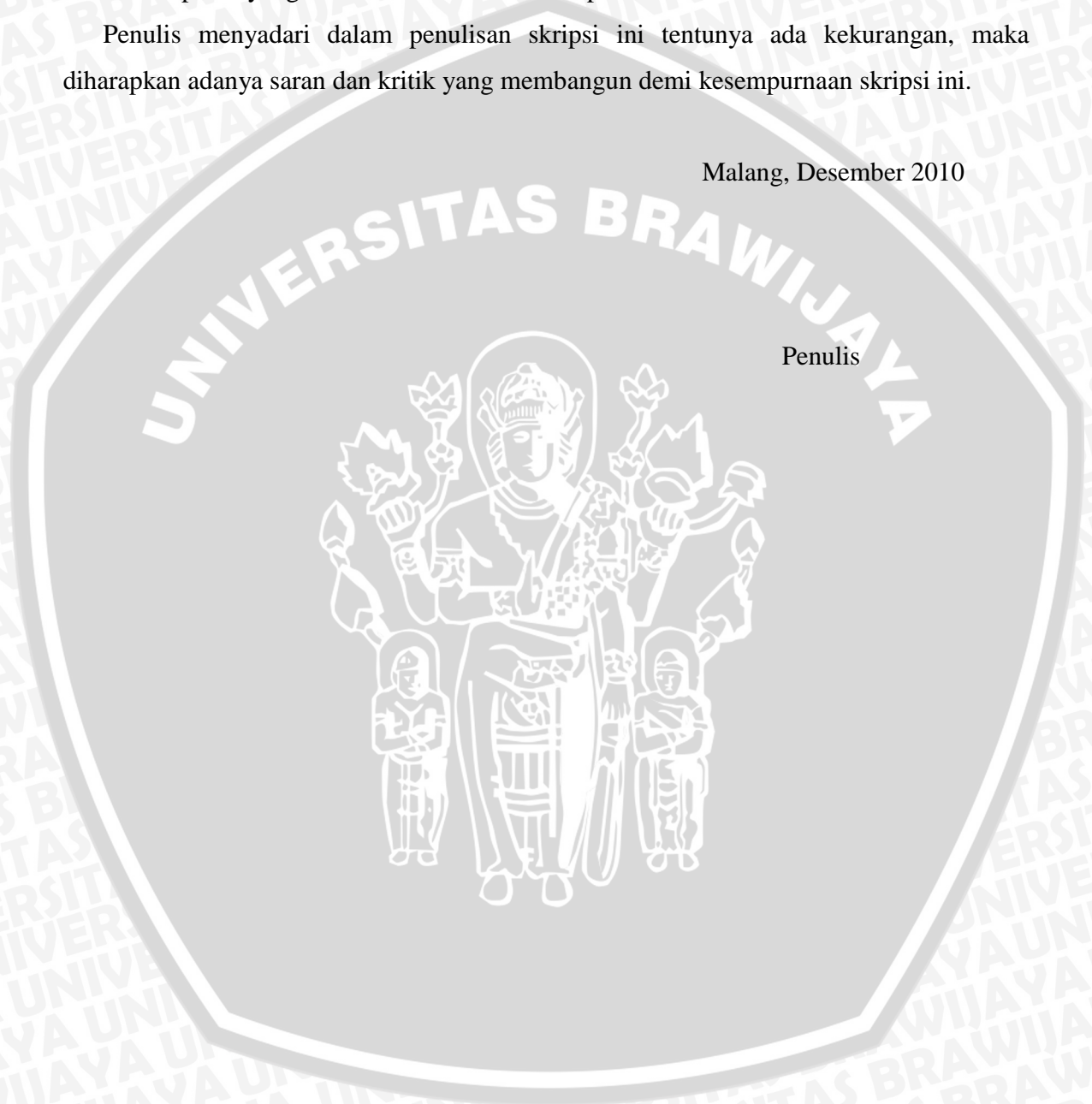
- Bapak Slamet Wahyudi., ST., MT., Dr., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Dr.Eng. Anindito P, ST, M.Eng., selaku Sekretaris JurusanMesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Ir. I Made Gunadiarta, MT., selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,
- Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST.M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
- Bapak Ir Handono Sasmito, M.Eng.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang dengan tulus telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
- Bapak dan Ibu Dosen Penguji Komprehensif Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan bimbingan dan masukan pada penulis.
- Kepala laboratorium motor bakar yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.
- Kepala laboratorium Proses Produksi I yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.
- Kepala Laboratorium Pengujian Bahan yang telah menyediakan tempat untuk pengujian kekuatan tekan
- Kepala teknik Balai Penelitian Tembakau dan Serat yang telah membantu dalam pengadaan bahan bungkil biji jarak pagar.
- Abah dan Ibu yang memberikan dukungan yang tanpa henti.
- Kakakku Aang serta adikku arif dan ifada yang memberikan semangat serta dukungan doa.
- Tim “Briket 2006” antara lain Albas, Agung, Pjg, Crisjon selaku partner dan rekan diskusi.

- Kontrakan Kumis Kucing yang terdisri atas Slatem, Juki, Wakjo, Ramdani dan Tri sebagai teman susah dan senang.
- Semua M'06 sebagai teman seperjuangan
- Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu pesatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tentunya ada kekurangan, maka diharapkan adanya saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Malang, Desember 2010

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
RINGKASAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Bahan Bakar.....	4
2.2.1 Bahan Bakar Padat.....	5
2.2.2 Bahan Bakar Briket.....	8
2.3 Proses Pembriketan.....	8
2.3.1 Kualitas Briket.....	12
2.3.2 Bentuk Briket.....	12
2.4 Bahan Perekat.....	14
2.5 Jarak Pagar.....	16
2.5.1 Biji Jarak Pagar.....	17
2.5.2 Bungkil Biji Jarak Pagar.....	17
2.6 Tekanan Pembriketan.....	18
2.6.1 Kekuatan Tekan.....	18
2.7 Pembakaran Bahan Bakar.....	19
2.8 Karakteristik Pembakaran.....	19
2.8.1 Nilai Kalor.....	20



2.8.2 Kandungan Abu.....	22
2.8.2 Laju pembakaran.....	22
2.9 Hipotesis.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Metode Penelitian.....	23
3.2 Variabel Penelitian.....	23
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.4 Alat - Alat Yang Digunakan.....	24
3.5 Prosedur Penelitian.....	28
3.5.1 Pembuatan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar.....	28
3.5.2 Pengujian Kekuatan Tekan.....	29
3.5.3 Pengujian Nilai Kalor.....	29
3.5.4 Pengujian Kandungan Abu.....	30
3.5.5 Pengujian Laju Pembakaran.....	30
3.6 Rancangan Penelitian.....	30
3.7 Diagram alir penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Data Hasil Pengujian.....	33
4.2 Data Hasil Perhitungan dan Contoh Perhitungan Data.....	34
4.3 Analisis statistik.....	37
4.3.1 Analisis Varian.....	38
4.3.2 Analisis Varian Kekuatan Tekan.....	39
4.3.3 Analisis Varian Nilai Kalor.....	43
4.3.4 Analisis Varian Laju Pembakaran.....	44
4.3.5 Analisis Varian Kadar Abu.....	45
4.4 Pembahasan.....	46
4.4.1 Grafik Pengaruh Persentase Perekat terhadap Kekuatan Tekan Briket bungkil biji jarak pagar.....	46
4.4.2 Grafik Pengaruh Persentase Perekat terhadap Nilai Kalor Dan Kadar Abu Briket bungkil biji jarak pagar.....	47

4.4.2 Grafik Pengaruh Persentase Perekat terhadap Laju Pembakaran Briket bungkil biji jarak pagar.....49

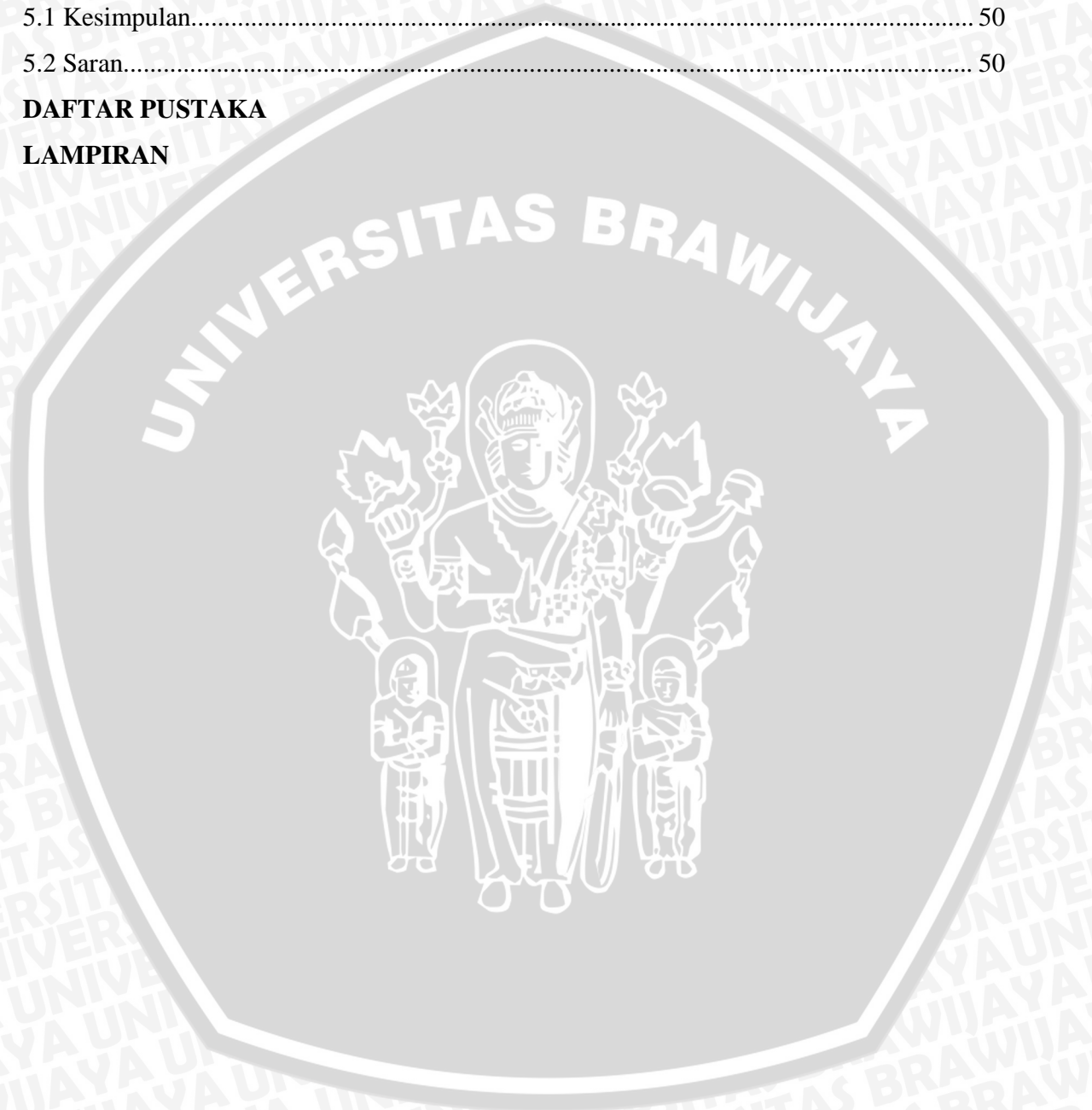
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....50

5.1 Kesimpulan..... 50

5.2 Saran..... 50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Proses Pembuatan Briket	10
Gambar 2.2	Bentuk Briket Biomassa	13
Gambar 2.3	Contoh Briket Biomassa	13
Gambar 2.4	Pohon Jarak Pagar	16
Gambar 2.5	Biji Jarak Pagar	17
Gambar 2.6	Bungkil Biji Jarak Pagar	18
Gambar 3.1	Cetakan Briket	24
Gambar 3.2	Alat Press Hidrolik	25
Gambar 3.3	Timbangan Digital	25
Gambar 3.4	Tungku Pembakaran	26
Gambar 3.5	<i>Adiabtic Calorimeter</i>	27
Gambar 3.6	<i>Stopwatch</i>	27
Gambar 3.7	Alat Uji Kekuatan Tekan	28
Gambar 3.8	Diagram Alir	32
Gambar 4.1	Grafik pengaruh persentase perekat terhadap Kekuatan Tekan Briket bungkil biji jarak pagar	46
Gambar 4.2	Grafik pengaruh persentasi perekat terhadap nilai kalor dan kadar abu briket bungkil biji jarak pagar	47
Gambar 4.3	Grafik pengaruh persentase perekat terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar	48

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Syarat mutu briket tanpa karbonasi	12
Tabel 2.2	Daftar analisa tepung penghasil pati	16
Tabel 2.3	Komposisi bungkil biji jarak pagar	17
Tabel 3.1	Data Rancangan Penelitian	31
Tabel 4.1	Data hasil pengujian diperoleh nilai gaya tekan	33
Tabel 4.2	Data Hasil pengujian diperoleh nilai kalor	33
Tabel 4.3	Data pengujian nilai massa abu	34
Tabel 4.4	Data pengujian waktu pembakaran briket	34
Tabel 4.5	Data hasil perhitungan kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar	35
Tabel 4.6	Data hasil perhitungan laju pembakaran briket bungkil biji jarak	36
Tabel 4.7	Data hasil perhitungan kadar abu briket bungkil biji jarak pagar	36
Tabel 4.8	Kekuatan Tekan	39
Tabel 4.9	Analisis varian dua arah untuk kekuatan tekan	42
Tabel 4.10	Analisis Varian Untuk Nilai Kalor	43
Tabel 4.11	Analisis Varian Untuk Laju Pembakaran	44
Tabel 4.12	Analisa Varian Untuk Kadar Abu	45

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
Lampiran 1	Data hasil pengujian
Lampiran 2	Gambar pelaksanaan penelitian
Lampiran 3	Tabel statistik nilai kritik sebaran F
Lampiran 4	Surat – surat keterangan penelitian skripsi



RINGKASAN

Ahmad Saiful Anwar, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2010. Pengaruh Variasi Persentase Perekat Terhadap Kekuatan Tekan dan Karakteristik Pembakaran Briket Bungkil Biji Jarak Pagar.

Dosen Pembimbing : **Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST.M.Eng, Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc**

Minyak tanah sebagai konsumsi publik yang paling besar, semakin langka dan mahal di pasaran. Untuk itu diperlukan bahan bakar alternatif lain yang efisien dan ekonomis untuk kebutuhan sehari-hari sebagai pengganti minyak tanah. Bungkil biji jarak pagar merupakan bahan sisa dari pengepresan biji jarak pagar yang akan dijadikan biodiesel. Pengolahan biji jarak ini biasanya menghasilkan ampas sebesar 70 % yang masih mengandung sisa minyak yang cukup tinggi. Sampai saat ini limbah tersebut masih belum banyak dimanfaatkan. Apabila ampas jarak tersebut dimanfaatkan menjadi briket maka akan menjadi potensi energi yang bisa digunakan untuk bahan bakar.

Dalam penelitian ini, yang akan diteliti adalah kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar dimana karakteristik pembakaran yang diteliti meliputi nilai kalor; kecepatan pembakaran dan kadar abu. Penelitian dilakukan pada briket bungkil biji jarak pagar tanpa dilakukan karbonasi dengan menggunakan perekat berupa tepung tapioca dengan persentase masing - masing 2%, 4%, 6%, 8%, 10% (persentase massa briket), briket dicetak dengan tekanan sebesar 50 kgf/cm² dan 100 Kgf/cm².

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tekan dan kecepatan pembakaran akan semakin meningkat dengan semakin bertambahnya persentase perekat dan tekanan pembriketan. Didapatkan nilai kekuatan tekan yaitu sebesar 337.3218 N/cm² pada persentase perekat 10% dan tekanan pembriketan 100 kgf/cm² dan kecepatan pembakaran tertinggi sebesar 0,479708 gr/menit pada persentase perekat 2% dan tekanan pembriketan 50 kgf/cm², sedangkan nilai kalor dan kadar abu cenderung semakin menurun dengan semakin bertambahnya perekat. Dari penelitian ini didapatkan nilai kalor rata-rata tertinggi sebesar 4642.995 kal/gram pada persentase perekat 2% dan kadar abu rata-rata tertinggi pada briket dengan persentase perekat 2% sebesar 7.3%

Kata kunci: briket, karakteristik pembakaran, kekuatan tekan, bungkil biji jarak pagar, perekat

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya harga minyak bumi di pasar global, menjadikan harga minyak tanah sebagai konsumsi publik yang paling besar, langka dan mahal di pasaran. Masyarakat kita yang didominasi kalangan menengah ke bawah paling merasakan dampaknya dan ternyata menjadi gambaran kesulitan ekonomi Indonesia saat ini. Kesulitan itu bertambah dengan kenaikan harga minyak bumi yang juga menyebabkan seluruh harga perdagangan barang dan jasa juga naik. Untuk memecahkan masalah tersebut diperlukan bahan bakar alternatif lain yang efisien dan ekonomis untuk kebutuhan sehari-hari.

Dengan melihat kondisi tersebut, diperlukan suatu kegiatan pencarian dan pengembangan suatu potensi baru energi alternatif yang bersifat dapat diperbaharui (*renewable*) dengan harga yang terjangkau untuk semua lapisan masyarakat. Pada sisi lain terdapat bahan bakar alternatif yang bersumber dari biomassa yang jumlahnya cukup memadai. Bahan bakar biomassa adalah segala macam limbah yang bersumber dari aktifitas pertanian dan perkebunan tanaman atau kotoran hewan yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar (Amy Smith dan Shawn Frayne, 2003). Salah satu tanaman sumber minyak nabati yang dikembangkan di daerah tropika adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*). Jarak pagar mampu menghasilkan 7,5 - 10 ton /ha/tahun tergantung dari kualitas benih, tingkat kesuburan tanah dan pemeliharaan, (Hambali. E, 2007). Ekstraksi minyak dengan cara pengempaan biji jarak pagar menghasilkan rendemen minyak 25-30 % dan sekitar 70-75% bungkil (ampas) sebagai limbah yang masih mengandung sisa minyak. Salah satu pemanfaatan limbah yang relatif sederhana adalah pembuatan briket biomasa dari bungkil biji sebagai bahan bakar (BB-Pascapanen, 2009).

Menurut Abdullah (1991) pembriketan adalah densifikasi atau pemampatan bahan baku yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan sehingga memudahkan penanganannya.. Faktor faktor yang mempengaruhi sifat briket adalah berat jenis serbuk, ukuran serbuk, dan tekanan pengempaan. Selain itu, pencampuran substansi lain pada briket juga berpengaruh pada karakteristik briket yang dihasilkan.

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat pengikat sehingga dihasilkan briket yang kompak

(Akhmad, Nanda, 2008). Penambahan kadar perekat tentunya akan mengurangi jumlah bahan bakar utama sehingga akan mempengaruhi karakteristik pembakaran dari briket. Besarnya tekanan pembriketan juga akan berpengaruh terhadap densitas dan porositas yang dimiliki briket sehingga akan mempengaruhi performa pembakaran briket itu sendiri (Abdullah, 1991). Dari latar belakang diatas, maka perlu diadakan penelitian mengenai pengaruh variasi perekat terhadap karakteristik pembakaran briket bungkil jarak pagar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut : Bagaimana pengaruh Variasi persentase perekat terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar?

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam menganalisa pembahasan menjadi lebih spesifik dan terarah maka dalam penelitian ini perlu adanya beberapa batasan masalah. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian yang dilakukan adalah pada bungkil biji jarak pagar yang berasal dari Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat.
2. Tekanan (kg/cm^2) yang diberikan untuk pembentukan briket adalah 50 dan 100
3. Perekat yang digunakan adalah tepung tapioka.
4. persentase (% massa) penambahan tepung tapioka yang digunakan adalah 2; 4 ;6; 8; 10.
5. Massa dibuat sama untuk tiap variasi.
6. Briket yang dibentuk berupa silinder.
7. Variabel yang diteliti yaitu kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran.
8. Karakteristik pembakaran yang dibahas meliputi Nilai Kalor Pembakaran , Laju Pembakaran , dan Kadar Abu dari briket bungkil biji jarak pagar.

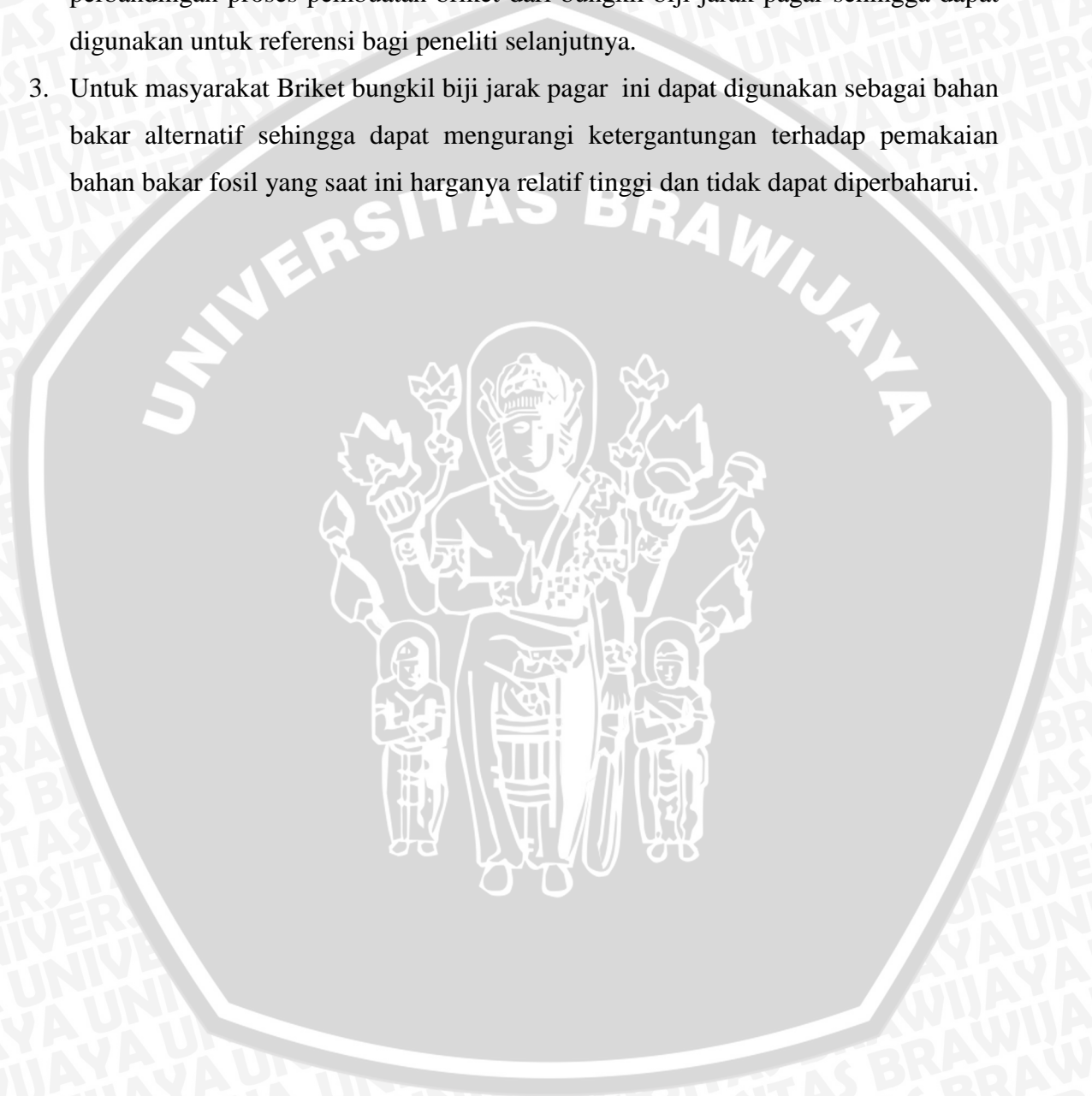
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi persentase perekat terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Untuk peneliti dapat menambah wawasan dan pengetahuan briket dari bungkil biji jarak pagar.
2. Untuk ilmu pengetahuan dapat diperoleh variasi perekat yang tepat dalam perbandingan proses pembuatan briket dari bungkil biji jarak pagar sehingga dapat digunakan untuk referensi bagi peneliti selanjutnya.
3. Untuk masyarakat Briket bungkil biji jarak pagar ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian bahan bakar fosil yang saat ini harganya relatif tinggi dan tidak dapat diperbaharui.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Taufanika Candra Puspitasari, 2009, dalam penelitiannya yang berjudul pengaruh beberapa tingkat konsentrasi perekat yang terbuat dari tepung tapioka terhadap kualitas briket batu bara menyatakan, bahan imbuhan (pencampur) juga harus dipilih dari kualitas yang baik agar dapat berfungsi optimal sebagai perekat, mempercepat nyala, serta menyerap emisi dan zat-zat berbahaya lainnya. Dengan hasil penelitiannya, dalam lama pembakaran, briket batu bara dengan konsentrasi (2% tapioka : 18% tanah liat : 80% batu bara) membutuhkan waktu hingga menjadi abu selama 1 jam 41 detik, dalam briket batu bara berkonsentrasi (4% tapioka: 14% tanah liat: 82% batu bara) membutuhkan waktu hingga menjadi abu selama 1 jam 28 menit. Untuk briket berkonsentrasi (tapioka: 6% tanah liat: 10%, batu bara: 84%). Membutuhkan waktu hingga mencapai abu selama 1 jam 20 menit. Briket batu bara berkonsentrasi (8% tapioka: 6% tanah liat: 86% batu bara) dari mulai penyalaan api hingga briket batu bara habis menjadi abu yaitu sekitar 1 jam 1 menit.

Kirana M, 1995, dalam penelitiannya dengan judul pengaruh tekanan pengempaan dan jenis perekat dalam pembuatan briket arang dari tempurung kelapa menyimpulkan bahwa bahan baku pembuatan briket arang yang baik adalah partikel arangnya yang mempunyai ukuran 40-60 mesh. Ukuran partikel yang terlalu besar akan sukar bila dilakukan perekatan, sehingga mempengaruhi ketangguhan dari briket. Tekanan pemampatan diberikan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah bahan perekat dicampurkan dan tekanan mulai diberikan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mengalir membagi ke permukaan bahan. Pada saat yang bersamaan dengan terjadinya aliran maka perekat juga mengalami perpindahan dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat. Umum diketahui bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan akan menghasilkan briket dengan kerapatan dan ketangguhan yang semakin tinggi.

2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar yaitu suatu bahan dengan suatu jenis energi yang dapat diubah menjadi energi bermanfaat lainnya.

Unsur utama bahan bakar terdiri dari karbon (C) dan hidrogen (H). sedangkan kandungan minoritas bahan bakar adalah nitrogen (N), sulphur(S), karbondioksida (CO₂), dan air (H₂O). Berdasarkan wujudnya, bahan bakar dibagi menjadi :

1. **Bahan bakar padat.**

Semua bahan bakar yang mempunyai fase padat, misalnya : kayu, ampas tebu, kulit kelapa batubara, dll. Pembahasan lebih detail akan dibahas pada sub bab berikutnya.

2. **Bahan bakar cair.**

Bahan bakar yang mempunyai fase cair, dengan kandungan utamanya adalah hidrokarbon. Hidrokarbon adalah senyawa yang mempunyai unsur karbon dan hydrogen, misalnya minyak mentah dimana dari minyak mentah ini dihasilkan minyak destilasi dan minyak residu. Contoh dari bahan bakar ini misalnya: Aftur, Premium, Kerosene, dll.

3. **Bahan bakar gas.**

Bahan bakar yang mempunyai fase gas. Keuntungan dari bahan bakar ini yaitu dapat terbakar dengan tanpa adanya asap dan jelaga. Selain itu pembakarannya dapat terjadi mendekati sempurna dengan persentase yang sangat kecil akan kelebihan udara. Kelemahannya adalah kesulitan penyimpanan dalam volume yang sangat besar bila dibandingkan dengan kedua jenis bahan bakar yang lain. Contoh dari bahan bakar ini adalah gas alam seperti metana, etana, butane dll

2.2.1 Bahan Bakar Padat

Bahan bakar ini meliputi batubara, *cokes*, dan biomassa. Seluruh jenis tersebut dapat terbakar, dan menciptakan api dan panas. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan bakar padat yang meliputi sifat fisik dan sifat kimianya yaitu nilai kalor, kadar air, bahan yang mudah menguap, dan abu, kandungan berbagai bahan kimia seperti karbon (C), Hidrogen (H), oksigen (O), dan sulfur (S).

Ada dua basis analisis bahan bakar padat, secara analitis yaitu analisa *proximate* dan secara kimiawi yakni analisa *ultimate*. Kedua sistem analisa ini memberikan fraksi-fraksi massa dari komponen-komponen di dalam bahan bakar padat.

1. Analisa Proximate

Analisa *proximate* adalah analisa bahan bakar padat yang paling sederhana. Analisis *proximate* dilakukan dengan cara pemanasan bahan bakar padat dan memperhitungkan hasil-hasil pemanasan. Analisa ini memberikan data persen massa, terhadap bahan bakar padat berdasarkan atas sifat komponen yang mudah membentuk gas (*volatile matter*) dan yang tidak mudah membentuk gas (*non-volatile matter*). Pada analisa *proximate* ini, parameter yang dianalisa adalah:

a. Kelembaban (*moisture*)

Kadar air dapat menurunkan kandungan panas per kg bahan bakar padat. Kandungannya berkisar antara 0.5% hingga 10%. Penentuan kadar air dilakukan dengan menempatkan sampel bahan baku bahan bakar padat yang dihaluskan sampai ukuran 200 mikron dalam krus terbuka. Kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 108 ± 2 °C selama satu jam dan diberi penutup. Sampel kemudian didinginkan hingga suhu kamar dan ditimbang lagi. Kehilangan berat di kalikan 100%, hasilnya merupakan kadar airnya (M).

b. Bahan yang mudah menguap (*volatile matter*)

Volatile matter dalam bahan bakar padat adalah gas hidrokarbon (C_xH_y), karbon monoksida (CO), dan gas-gas yang tidak mudah terbakar seperti karbon dioksida (CO_2) dan nitrogen (N). *Volatile matter* merupakan indeks dari kandungan bahan bakar dalam bentuk gas pada bahan bakar padat. Kandungan *volatile matter* berkisar antara 20 % hingga 35 %.

Penentuan *volatile matter* dapat ditentukan dengan cara sampel bahan baku yang masih baru ditimbang, ditempatkan pada krus tertutup, kemudian dipanaskan dalam tungku pada suhu 900 ± 15 °C selama 7 menit. Sampel kemudian didinginkan dan ditimbang. Kehilangan berat dikalikan 100%, hasilnya merupakan prosentase *volatile matter* (VM).

c. Kadar abu (*ash*)

Abu merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Kandungannya berkisar antara 5% hingga 40%. Penentuan kadar abu dilakukan dengan membakar residu atau sisa dari proses uji *volatile matter* di dalam dapur *muffle* pada suhu 700-750 °C hingga seluruh

karbon terbakar. Hasil abu sisa pembakaran kemudian ditimbang, hasilnya dikalikan 100% ini adalah kadar abu (A). Pengaruh abu terhadap proses pembakaran adalah :

- Mengurangi kapasitas pembakaran
- Menyebabkan penggumpalan dan penyumbatan

d. Kadar karbon tetap (*Fixed carbon*)

Fixed carbon merupakan bahan bakar padat yang tertinggal dalam tungku setelah bahan yang mudah menguap didestilasi. *Fixed carbon* bukan merupakan karbon murni karena juga mengandung hidrogen (H), oksigen (O), sulfur (S), dan nitrogen (N) yang tidak dibawa oleh gas asap dan juga tidak mewakili total karbon karena karbon juga ada didalam CO, HC, dll. *Fixed carbon* memberikan perkiraan kasar terhadap nilai panas bahan bakar padat. Besarnya *fixed carbon* (FC) dapat ditentukan dengan cara menghitung sisa dari jumlah bahan diatas, sehingga diperoleh :

$$FC = 100 - (M + VM + A) \quad (\text{Wardana, 2008 : 32})$$

Dimana:

FC = *Fixed carbon* (%)

M = *Moisture content* (%)

VM = *Volatile matter* (%)

A = *Ash content* (%)

2. Analisa *Ultimate*

Analisa *ultimate* adalah suatu analisis laboratoris yang memberikan informasi berupa persentase berat unsure karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen, dan sulphur. Prosentase karbon (C) diperoleh dengan membakar sample bahan bakar dan hasil pembakarannya yang berupa CO₂ diserap oleh potassium hidroksida. Sedangkan hasil pembakarannya yang berupa uap air diserap oleh kalsium chloride dan ditimbang beratnya sebagai berat uap air sehingga diperoleh kadar hidrogennya (H). Prosentase nitrogen (N₂) diperoleh dengan Metode Kjeldahl, caranya misalkan 1gr sampel bahan bakar dipanaskan pada suatu gelas reaksi, kemudian ditambahkan senyawa anhydrous potassium sulphat untuk meningkatkan reaksi kimia dan bubuk selenium sebagai katalis sehingga nitrogen yang terdapat pada bahan bakar bereaksi menjadi (NH₄)₂SO₂, selanjutnya ditambahkan air sehingga (NH₄)₂SO₂ terdekomposisi menjadi ammonia yang akan menyerap asam pada senyawa tersebut sehingga berat nitrogen dapat diukur. Untuk

pengukuran berat sulphur, prosesnya hampir sama dengan pengukuran berat nitrogen tetapi senyawa yang digunakan adalah pyretic sulphur dan kalsium sulphat. Analisa ini berguna dalam penentuan jumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran, volume serta komposisi gas pembakaran. Informasi ini diperlukan untuk perhitungan suhu nyala dan perancangan saluran gas buang.

$$O_2 = 100 - (\text{jumlah prosentase C, H, S, N}_2, \text{ dan Abu}) \quad (\text{Wardana, 2008 : 33})$$

2.2.2 Bahan Bakar Briket

Menurut Adnan, I.U, (1998), briket adalah gumpalan yang dari bahan lunak yang dikrerkaskan. Teknologi ini memungkinkan untuk meningkatkan karakteristik bahan bakar biomassa. Yang menarik 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.

Energi biomassa menjadi penting bila dibandingkan dengan energi terbarukan karena proses konversi menjadi energi lain memiliki investasi yang lebih murah bila di bandingkan dengan jenis sumber energi terbarukan lainnya. Hal inilah yang menjadi kelebihan biomassa dibandingkan dengan energi lainnya. Proses energi biomassa sendiri memanfaatkan energi matahari untuk merubah energi panas menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis yang selanjutnya diubah kembali menjadi energi panas.

2.3 Prose Pembriketan

Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami perlakuan penggerusan, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu. Pengembangan biobriket umumnya dilakukan untuk meningkatkan kualitas fisik dan keterbakarannya. Tujuan dari pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan.

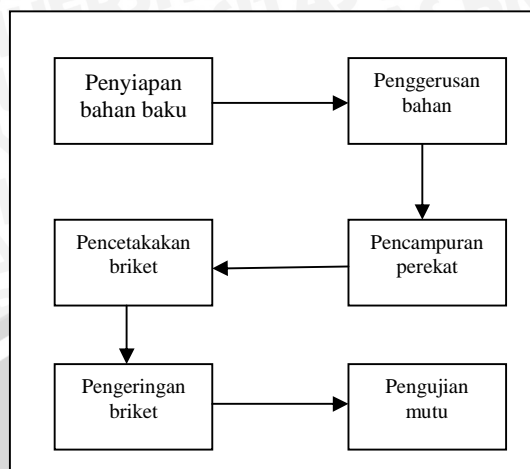
Beberapa faktor yang mempengaruhi pembriketan antara lain:

- (a) **Ukuran dan distribusi butir briket**, kekuatan briket dipengaruhi oleh ukuran butir karena semakin kecil ukuran butir dari briket maka rongga yang dihasilkan

akan semakin kecil pula sehingga kekuatan tekan dari briket itu akan semakin meningkat. Ukuran butir juga memengaruhi proses pembakaran karena ukuran butir semakin kecil maka rongga yang dihasilkan semakin kecil sehingga udara akan sulit untuk dilalui udara sehingga pembakaran berlangsung kurang sempurna.

- (b) **Tekanan mesin pencetak**, proses pengempaan ini akan menentukan ketangguhan dari briket yang dihasilkan. Idealnya suatu briket tidak rapuh dan tidak mudah pecah apabila dipindahkan dan dilakukan proses pembakaran. Disamping itu diusahakan masih terdapat pori-pori yang memungkinkan untuk dilalui udara (dalam hal ini oksigen untuk pembakaran). Pemberian tekanan yang optimum pada saat proses pembriketan akan mempengaruhi kerapatan serta mampu alir dari udara. Dimana seperti kita tahu keberadaan oksigen sangat penting dalam proses pembakaran.
- (c) **Kandungan air**, kalor yang dihasilkan dari bahan bakar akan dipengaruhi oleh kadar air, hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan pada saat pembakaran briket akan diserap untuk menguapkan kandungan air yang ada pada briket. Semakin tinggi kadar air akan semakin menurunkan kalor yang dihasilkan oleh briket karena banyak yang terserap untuk menguapkan kandungan air.
- (d) **Komposisi penyusun briket**, seperti yang kita ketahui bahwa komposisi utama sebuah briket adalah bahan baku, bahan perekat dan air. Ketiga penyusun utama ini memberikan pengaruh terhadap nilai kalor, laju pembakaran, ketangguhan briket dll. Komposisi tambahan yang baik dan seimbang dapat menurunkan pencemaran/emisi seperti kadar belerang dalam pembakaran batu bara. Di samping itu dengan adonan yang baik dan bahan tambahan dengan jumlah yang tepat, akan meningkatkan kualitas briket seperti pembakaran dan kekuatan tekan sehingga briket tidak mudah hancur. Sehingga komposisi campuran dari briket akan banyak mempengaruhi sifat-sifat bahan bakar Misalnya, semakin besar prosentase bahan baku yang Semakin tinggi kandungan selulosa semakin baik kualitas briket karena selulosa meningkatkan nilai kalor.

Proses pembuatan briket secara umum melalui beberapa tahapan. Adapun tahapan tersebut dapat ditunjukkan dengan bagan alir pada gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Proses Pembuatan Briket

Sumber : Achmad, 2000

Adapun penjelasan tahapan-tahapan tersebut didalam pembuatan briket sebagai berikut:

a) Penyiapan bahan baku

Bahan baku yang disiapkan dapat berupa sampah atau limbah pertanian, seperti bungkil, kulit kacang tanah, sekam padi, serbuk gergaji, dll. Bahan utama yang harus terdapat didalam bahan baku adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan selulosa semakin baik kualitas briket, briket yang mengandung zat terbang yang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap. Bahan baku tersebut dikumpulkan dan dibersihkan dari material-material tidak berguna, seperti tanah liat, debu, serta material pengotor lainnya.

b) Penggerusan bahan

Bahan yang tersedia digerus sehalus mungkin. Untuk mendapatkan butir yang sesuai dengan ukuran mesh yang diinginkan maka serbuk hasil penggilingan tadi kita ayak, sehingga dapat diperoleh butiran arang yang seragam.

c) Pencampuran bahan perekat

Serbuk yang telah seragam sesuai ukuran mesh yang diinginkan dicampurkan dengan bahan perekat sampai membentuk semacam adonan. Dengan penggunaan bahan perekat ini dimaksudkan merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku agar tidak mudah rontok atau pecah ketika diangkat. Namun, yang menjadi hal penting yakni jenis bahan perekat yang dipilih. Penentuan jenis bahan perekat ini akan berpengaruh terhadap kualitas dari briket arang yang dihasilkan.

d) Pencetakan adonan

Pada proses pencetakan adonan ini, intinya membentuk adonan bungkil biji jarak pagar dan perekat hingga menjadi briket dengan bentuk dan dimensi yang diinginkan. Adapun proses pencetakannya yakni, adonan bungkil biji jarak pagar yang telah tercampur dengan perekat dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dilakukan proses pengempaan pada adonan tersebut hingga tekanan tertentu yang kita inginkan hingga mampat benar dan menjadi padat. Setelah adonan memadat adonan dikeluarkan dari cetakan dan siap untuk proses selanjutnya. Pengempaan dilakukan untuk membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang yang kosong. Adanya ukuran partikel yang kurang seragam akan menyebabkan ikatan antar partikel serbuk kurang sempurna. Ketangguhan dari briket akan meningkat seiring dengan meningkatnya kerapatan briket yang dihasilkan. Pengempaan bisa dilakukan baik dengan alat sederhana seperti alat pencetak dari paralon maupun kempa dengan sistem hidrolis. Proses pengempaan yang baik akan mempengaruhi kualitas dari briket arang.

e) Pengeringan briket

Briket yang telah terbentuk langsung dikeringkan di bawah sinar matahari atau dioven. Tujuannya agar kandungan uap air yang terdapat dalam briket dapat menguap sehingga akan memudahkan saat dinyalakan serta kalor yang dihasilkan dari briket dapat lebih maksimal. Pengeringan ini biasanya dilakukan minimal selama 4 jam di bawah sinar terik matahari.

f) Pengujian mutu

Briket yang telah benar-benar kering dapat diuji kualitasnya dengan cara dinyalakan. Jika briket dapat langsung menyala, sedikit keluar asap, dan tidak terlihat retak-retak, hal ini secara umum dapat dikatakan briket tersebut memiliki mutu yang cukup bagus. Parameter-parameter lainnya untuk menentukan kualitas briket bermacam-macam seperti nilai kalor, laju pembakaran, kadar abu, dll.

2.3.1 Kualitas Briket

Briket yang bermutu baik sebagai bahan bakar memiliki sifat seperti dibawah ini, antara lain:

1. Tidak berasap dan tidak bau pada saat pembakaran. Dimana asap dapat dikurangi dengan menggunakan pengikat yang tidak berasap dan mampu menyerap bau. (Sukandarrumidi, 2006)
2. Mempunyai kekuatan tekan lebih dari 6 kgf/cm^2 , sehingga tidak mudah pecah saat dipindahkan atau diangkat. (Sukandarrumidi, 2006)
3. Setelah pembakaran dan ada sisa, masih mempunyai kekuatan tekan sehingga mudah dikeluarkan dari dalam tungku atau dipindahkan ke tempat lain.
4. Gas hasil pembakaran tidak mengandung gas karbon monoksida (CO) dengan kadar yang tinggi. (Sukandarrumidi, 2006)
5. Tidak mengotori tangan, tidak terlalu cepat terbakar, dapat menyala terus tanpa dikipas. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)

Syarat mutu dari briket tanpa karbonasi dapat ditunjukkan pada table 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Syarat mutu briket tanpa karbonasi

No	Parameter Uji	Persyaratan
1	Kadar Air	< 20 %
2	Kadar Abu	14 – 20 %
3	Zat Terbang	Sesuai Dengan Bahannya
4	Nilai Kalor	> 4000 kal/gram
5	Kadar Sulfur	< 1 %

Sumber : Surat keputusan direktur jendral pertambangan umum, 1993

2.3.2 Bentuk Briket

Pada gambar 2.2 dan 2.3 dapat dilihat beberapa contoh dari bentuk briket biomassa berdasarkan standard eropa (CEN / *The European Committee For Standarization*)

Master Table		Briquettes
Origin: According to 6.1 and Table 1		Chemical treatment: To be stated if chemically treated
Dimensions [mm]		
Diameter:	25 mm ≤ Diameter ≤ ∞ Average of xx randomly chosen samples	
Length:	50 mm ≤ Length ≤ ∞ Average of xx randomly chosen samples	
Net calorific value $q_{\text{net,air}}$ [MJ/kg] or [kWh/kg] ^a		
Moisture content (w-% as received) ^a		Max. for household standard is XX w-%
Ash content (w-% of dry basis) ^a		Max. for household standard XX w-%
Ash deformation temperature		Min. for household standard XX °C
Additives (w-% of pressing mass) ^a		Type and content of any additives to be stated
Amount of fines (w-%, < 3.15 mm) ^a at the last possible place in the production site		Max. for household standard XX w-%
Normative	Nitrogen (w-% of dry basis) ^a	Normative for chemically treated biomass
	Chlorine (w-% of dry basis) ^a	Normative for chemically treated biomass
	Sulphur (w-% of dry basis) ^a	Normative for chemically treated biomass or if sulphur containing additives have been used
	Heavy metals and ¹³⁷ Cs (w-% of dry basis)	To be stated if the content exceeds XX w-% ¹
	Mechanical durability (w-%) of briquettes after testing ^a	Minimum for household standard is XX w-%
Informative	Ash fusibility	
	Bulk density as received (kg/m ³ loose) ^a	
	Particle density (kg/dm ³) ^a	Minimum for household standard is XX kg/dm ³
	^a Required number of decimals is stated in Table 3, CENTS 14591 ²	

Gambar 2.2 Bentuk briket biomassa
Sumber : Belbo, H, 2006

Dimana: L = Panjang briket
D = Diameter briket



Gambar 2.3 Contoh briket biomassa
Sumber : <http://3.bp.blogspot.com/dk4Hae017fM/s1600/briket.jpg>

2.4 Bahan Perekat

Agar partikel bahan baku pada proses pembuatan briket dapat direkatkan maka diperlukan zat pengikat sehingga butir-butir dari bahan baku dapat disatukan dan dibentuk sesuai yang. Penentuan bahan perekat ini akan sangat mempengaruhi kualitas dari briket baik dari kualitas briket saat dibakar maupun kualitas kekuatannya. Faktor ketersediaannya di pasaran serta karakteristik briket yang diinginkan menjadikan pertimbangan dalam memilih perekat karena setiap bahan perekat memiliki daya rekat serta komposisi yang berbeda-beda.

Menurut fungsi dari pengikat dan kualitasnya, bahan perekat dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

- **Pengikat anorganik**

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain sodium silikat, magnesium, *cement*, sulphite, natrium silikat, *clay*.

- (a) **Clay (lempung)**

Clay atau yang sering disebut lempung umumnya banyak digunakan sebagai bahan pengikat briket. Jenis-jenis lempung yang dapat dipakai untuk pembuatan briket terdiri dari jenis lempung warna kemerah-merahan, kekuning-kuningan dan abu-abu. Caranya tanah liat kering tersebut diayak halus seperti tepung, lalu diberi air dan diaduk sampai lengket maka perekat tanah liat siap digunakan. Namun, perekat ini memiliki kelemahan yakni butuh waktu lama untuk menghilangkan kadar airnya dan agak sulit untuk dinyalakan.

- **Pengikat organik**

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif kerugian yang dapat ditimbulkan adalah briket yang dihasilkan kurang tahan terhadap kelembaban. Contoh dari pengikat organik di antaranya kanji, amilum, molase

(a) Tapioka

Jenis tapioka beragam kualitasnya tergantung dari pemakaian. Jenis *Caustic Soda* yang dipergunakan memiliki konsentrasi 98 % dan berbentuk *Flake*. Apabila dicampur dengan tapioka akan membentuk sebagai perekat.

Komponen terbesar yang terdapat dalam tepung tapioka adalah pati. Pati adalah homopolimer yang terdiri dari molekul-molekul glukosa melalui ikatan glikosida dengan melepaskan molekul air. Sebagian besar dari Pati digunakan sebagai bahan pangan namun, dengan berbagai proses fisika, kimia dan biologi dapat dikonversi menjadi beragam produk lain. (Matz dan Zulviani, 1992).

Tapioka ini nama lazim dipasarannya dikenal dengan tepung kanji. Cara mengaktifkan perekat ini cukup mudah, yakni dengan mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu mendidihkan campuran tersebut dengan air. Selama proses pemanasan, tepung diaduk terus-menerus agar tidak menggumpal. Warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket bila dipegang, hal ini menandakan perekat siap untuk digunakan.

Tapioca memiliki banyak karakteristik unggul sebagai bahan perekat briket dikarenakan :

1. Karakter pengental yang sangat baik.
2. Merupakan bahan mentah yang murah sekaligus mengandung kadar pati yang tinggi. Pati yang sebagian besar penyusunnya adalah molekul glukosa, dapat memudahkan pembakaran karena glukosa mudah dibakar

3. Memiliki kadar keasaman / pH yang netral.
4. Mudah diekstrak dengan proses yang mudah dibandingkan dengan sumber pati yang lain sehingga layak untuk diproduksi.

<http://prapanca21.wordpress.com>

Table 2.2 Daftar analisa tepung penghasil pati

Jenis Tepung	Air(%)	Abu(%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)
Tepung Jagung	10,2	1,27	4,89	8,48	1,04
Tepung Beras	7,8	0,68	4,53	9,89	0,82
Tepung Terigu	10,7	0,86	2,00	11,50	0,64
Tepung Tapioka	9,84	0,36	1,50	2,21	0,69
Tepung Sagu	14,10	0,67	1,03	1,12	0,37

Sumber: Anonim, 1989

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa kadar abu dari tepung tapioka memiliki persentase yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tepung tapioka dapat mengurangi kandungan Abu pada briket.

2.5 Jarak pagar (*Jatropha curcas*)

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L., Euphorbiaceae) merupakan tumbuhan semak berkayu yang banyak ditemukan di daerah tropik. Tumbuhan ini dikenal sangat tahan kekeringan dan mudah diperbanyak dengan stek. Walaupun telah lama dikenal sebagai bahan pengobatan dan racun, saat ini ia makin mendapat perhatian sebagai sumber bahan bakar hayati untuk mesin diesel karena kandungan minyak bijinya. Peran yang agak serupa sudah lama dimainkan oleh kerabatnya, jarak pohon (*Ricinus communis*), yang bijinya menghasilkan minyak campuran untuk pelumas.



Gambar 2.4 jarak pagar

Sumber : <http://www.pacitankab.go.id/berita/images/news/jarak.jpeg>

2.5.1 Biji Jarak Pagar

Buah jarak memiliki tiga buah biji berbentuk bulat lonjong berwarna coklat kehitaman. Dari biji jarak pagar diambil minyaknya melalui proses pengepresan atau melarutkan dengan pelarut organik, hasil pengepresan atau ekstraksi dari biji jarak pagar adalah bungkil / ampas. Bungkil / ampas ini dapat diproses lebih lanjut untuk dijadikan bahan dasar untuk pembuatan biobriket.



Gambar 2.5 Biji jarak pagar

Sumber: <http://2.bp.blogspot.com/ZNkwoYq2WSI/s400/Biji%2BJarak%2Bok.JPG>

2.5.2 Bungkil Biji Jarak Pagar

Bungkil biji jarak pagar merupakan bahan sisa dari pengepresan biji jarak pagar yang akan dijadikan biodiesel. Pengolahan biji jarak ini biasanya menghasilkan ampas sebesar 70 % yang masih mengandung sisa minyak yang cukup tinggi. Sampai saat ini limbah tersebut masih belum banyak dimanfaatkan. (Tambunan ,2007). Kadar serat dari bungkil juga cukup besar yaitu 35,9% (Lusiana E.A, 2008) sehingga akan mudah untuk dibakar.

Tabel 2.3 Komposisi bungkil biji jarak pagar

Parameter uji	Hasil
Nilai kalor , MJ/Kg	16,5
Kadar air, %	8,9
Kadar Abu, %	3,8
Kadar karbon, %	50,9
Kadar hydrogen, %	5,8
Kadar oksigen, %	39,5
Kadar nitrogen, %	0,8
Kadar sulphur, %	0,1

Sumber: kratzeisen dan muller, juni 2009



Gambar 2.6 Bungkil biji jarak pagar

Sumber: <http://biodiesel.biodiesel-itb.com/images/bungkil.jpg>

2.6 Tekanan Pembriketan

Menurut Abdullah dkk. (1991), densitas dan porositas yang dimiliki briket dipengaruhi oleh besarnya tekanan sehingga akan berpengaruh terhadap performa pembakaran briket itu sendiri. Briket terlalu padat akan sulit terbakar, sedangkan briket yang kurang padat akan mengakibatkan briket terurai saat dilakukan pembakaran. Oleh karena itu perlu diteliti tekanan pembriketan yang tepat agar diperoleh briket yang bemutu baik.

2.6.1 Kekuatan Tekan

Menurut C, Pezenik dalam jurnalnya yang berjudul “*Biomass for energetic purpose*”, menyatakan bahwa kekuatan tekan dari briket merupakan salah satu evaluasi fisik dari briket biomassa (Da Rocha, 2004). Briket harus memiliki kekuatan tekan tertentu sehingga tidak mudah rusak atau pecah selama pemindahan dan penyimpanan. Menurut Soedjoko dan Wardoyo (1967), briket harus mempunyai kekuatan tekan lebih dari 6 kgf/cm^2 , kekuatan tekan dapat dihitung menggunakan Persamaan Berikut:

$$= \frac{F}{A} \quad (2-1) \quad (\text{Timoshenko, 1996:3})$$

Dimana:

= Kekuatan Tekan (N/cm^2)

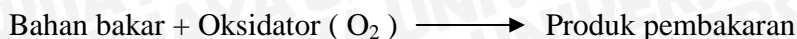
F = Gaya Penekanan (Kgf)

A = Luas Alas Briket (cm^2)

2.7 Pembakaran bahan bakar

Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan pengoksidasi (oksigen atau udara) dengan bantuan energi dari luar (energi aktivasi), yang menghasilkan panas pada

temperatur tinggi dan disertai timbulnya cahaya. (Turns, S.R, 1996). Sedangkan persamaan reaksi pembakaran dapat dituliskan sebagai berikut :



Oksidator yang biasanya digunakan adalah udara, karena udara tersedia dalam jumlah yang tak terbatas. Dalam udara terdiri dari unsur O₂ dan N₂, di mana N₂ merupakan unsur gas mulia yang tidak ikut bereaksi baik dengan bahan bakar maupun dengan O₂.

Pembakaran dengan udara berlebih merupakan salah satu cara untuk memperoleh kemungkinan terjadinya pembakaran sempurna. Sehingga gas hasil pembakarannya adalah CO₂, HO₂, O₂, dan N₂. Penggunaan udara berlebih tersebut memerlukan sebuah parameter untuk menyatakan banyaknya udara pembakaran tiap satuan kuantitas bahan bakar. Parameter tersebut adalah *air fuel ratio* (AFR). AFR dapat dinyatakan dalam mol udara per mol bahan bakar atau massa udara per massa bahan bakar (Turns, S.R, 1996).

Reaksi pembakaran yang tidak sempurna misalnya seperti di bawah ini :



Pembakaran sempurna hampir tidak pernah terjadi, karena proses pembakaran berlangsung kompleks. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna tidak hanya tergantung pada model ruang bakarnya, tetapi juga tergantung pada kondisi dari bahan bakar, udara, bahkan temperatur pembakarannya. Dalam setiap proses pembakaran, yang diinginkan bukan hanya terjadi secara sempurna atau tidak, melainkan juga diperolehnya pembakaran yang bersih dan efisien.

2.8 Karakteristik Pembakaran

Performa pembakaran adalah berbagai karakteristik pembakaran yang ditentukan oleh faktor waktu, suhu, dan kualitas udara. Karakteristik pembakaran bahan bakar padat dipengaruhi oleh jumlah bahan bakar yang dibakar dan jenis tungku yang digunakan (Wijayanti, W, 2003).

2.8.1 Nilai Kalor (*Heating Value*)

Heating Value (panas pembakaran atau nilai kalor) adalah energi panas yang dihasilkan oleh satu satuan massa bahan bakar ketika terjadi pembakaran sempurna dalam keadaan *steady-*

flow (Cengel, Y.A, 2002). Besar dari nilai kalor dinyatakan dalam kkal/kg bahan bakar atau Btu/lb bahan bakar.

Nilai kalor pembakaran ini dapat diukur sebagai nilai kalor kotor (*gross calorific value*) atau *higer heating value* (HHV) dan nilai kalor netto (*net calorific value*) atau *lower heating value* (LHV). Secara sederhana pengertian dari Nilai pembakaran tertinggi (HHV) adalah jumlah energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna setiap satu satuan massa bahan bakar tanpa memperhitungkan jumlah kalor yang dikeluarkan akibat terbentuknya uap air (H₂O). Sedangkan Nilai pembakaran terendah LHV adalah jumlah energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna setiap satu satuan massa bahan bakar dengan memperhitungkan kerugian panas akibat terbentuknya uap air (H₂O).

Dari definisi tersebut dapat diketahui perbedaan antara HHV dan LHV yakni:

- o *Higer Heating Value* (HHV) adalah panas pembakaran dari bahan bakar yang didalamnya masih termasuk panas laten dari uap air hasil pembakaran. Panas pembakaran dapat dicari dengan menggunakan persamaan Dulong (*Dulong equation*).

$$\text{HHV} = 8080 C + 34460 (H - O/8) + 2250 S \text{ (Kkal/Kg bahan bakar)} \quad (2-2)$$

(Wardana, 2008 : 32)

Dimana C, H, O, N, dan S merupakan prosentase massa dari bahan bakar yang diperoleh dari analisa *ultimate*.

- o *Lower Heating Value* (LHV) adalah panas pembakaran dari bahan bakar setelah dikurangi panas laten dari uap air hasil pembakaran.

$$\text{LHV} = \text{HHV} - x \text{LH panas laten dari uap air} \quad (2-3)$$

(Wardana, 2008 : 32)

Dimana:

x = massa H₂O yang terbentuk dalam proses pembakaran tiap satuan massa bahan bakar.

LH = panas laten penguapan H₂O

$$= 1080 \text{ (Btu / lb H}_2\text{O)}$$

$$= 600 \text{ (kkal / Kg H}_2\text{O)}$$

$$= 2400 \text{ (kJ / Kg H}_2\text{O)}$$

Dimana C, H, O, N, dan S merupakan prosentase massa dari bahan bakar yang diperoleh dari analisa *ultimate* .

Contoh perhitungan

Dari komposisi bungkil biji jarak pagar pada table 2.3 didapatkan persentase dari

$$C = 50,9 \% \quad H = 5,8\% \quad O = 39,5\% \quad S = 0,1\%$$

Sehingga didapatkan nilai HHV dari bungkil biji jarak pagar yaitu sebesar

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= 8080 C + 34460 (H-O/8) + 2250 S \text{ (kkal/Kg bahan bakar)} \\ &= (8080 \times 0,509) + (34460 \times (0,058 - 0,395/8)) + (2250 \times 0,001) \\ &= 4412,118 \text{ kkal/kg bahan bakar} \end{aligned}$$

Nilai kalor dari bahan bakar padat dan cair dapat dicari dengan menggunakan alat *oxygen bomb calorimeter*. Adapun alat yang digunakan ini berfungsi mengkondisikan suatu bahan bakar mendekati terbakar sempurna pada volume konstan. Bahan bakar yang baik ialah yang mengandung nilai kalor yang tinggi karena semakin tinggi nilai kalor maka akan semakin mudah energi dalam bahan bakar tersebut dibebaskan dan panas yang dihasilkan semakin tinggi pula.

perhitungan nilai kalor menggunakan bomb kalorimeter dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Nilai kalor, HHV (cal/gr)} = \frac{[(t) \times \text{EEV}] - (e_1 + e_2 + e_3)}{m} \quad (2-4)$$

(Parr operating instructions, 1987 : 7)

Dimana =

t adalah kenaikan suhu pembakaran di dalam bom kalori meter ($^{\circ}\text{C}$)

EEV adalah energi ekuivalen dari kalorimeter (cal/ $^{\circ}\text{C}$)

e₁ adalah koreksi panas karena pembentukan asam (cal)

e₂ adalah koreksi panas pembakaran dari kawat pembakar (cal)

e₃ adalah koreksi panas dari sulfur yang ada dalam bahan bakar (cal)

m adalah massa dari sample bahan bakar (gr)

2.8.2 Kandungan Abu

Komposisi briket bersifat heterogen, terdiri dari unsur organik (berasal dari unsur-unsur tumbuhan) dan senyawa anorganik, yang merupakan zat-zat yang menempel pada briket seperti debu, tanah serta unsur-unsur lain yang menempel pada saat pembentukan briket. Apabila briket

dibakar, senyawa anorganik yang ada diubah menjadi senyawa oksida yang berukuran butir halus dalam bentuk abu. Abu ini merupakan kumpulan dari bahan pembentuk yang tidak terbakar (*non combustible material*) atau yang dioksidasi oksigen.

Kandungan abu ini dapat diketahui persentasenya dengan cara pendekatan analisis *proximate*. Analisa kadar abu ini, dilakukan dengan mengambil sampel briket bungkil biji jarak pagar yang telah ditimbang dahulu sehingga didapat massa sekitar 1 gram kemudian sample dipanaskan selama kurang lebih 3 jam pada tempertur 900 °C. Setelah selesai kemudian sampel didinginkan dan ditimbang lagi. Kadar abu didapat dari membagi massa abu dengan massa awal sample, hasilnya dikalikan dengan seratus persen. Jika dirumuskan yakni:

$$\% Abu = \frac{W_{abu}}{W_{briket}} \times 100\% \quad (2-5) \quad (\text{Sukandarrumidi, 2006 : 72})$$

Dimana:

W_{abu} = Massa akhir bahan bakar (gr).

W_{briket} = Massa awal bahan bakar (gr).

2.8.3 Laju Pembakaran

Pada pembakaran difusi Laju pembakaran dapat didefinisikan banyaknya massa bahan bakar yang terbakar tiap satuan waktu. Dimana besarnya laju pembakaran dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa}_{\text{bahan bakar awal}} - \text{Massa}_{\text{bahan bakar akhir}}}{\text{Waktu Pembakaran}} \quad (2-6) \quad (\text{Hudaya; 1981: 73})$$

2.9 Hipotesa

Dengan meningkatnya persentase perekat maka akan meningkatkan kekuatan ikatan antar partikel, mengurangi persentase bahan bakar utama serta mengurangi kadar serat pada briket sehingga dapat meningkatkan kekuatan tekan, menurunkan laju pembakaran, menurunkan nilai kalor dan menurunkan kadar abu.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan dan penambahan tapioka terhadap karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

3.2 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain, besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya diubah-ubah untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dari obyek penelitian. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah perbandingan kadar perekat (tapioka), yaitu 2%; 4%; 6%; 8%; dan 10% dalam persentase berat.

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah:

- Kekuatan Tekan (N/cm^2)
- Nilai kalor pembakaran (Kj/Kg)
- Laju pembakaran (Kg/Jam)
- Kadar Abu (%)

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya tetap dan ditentukan sebelum penelitian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah tekanan pembriketan (Kg/cm^2) sebesar 50 dan 100.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

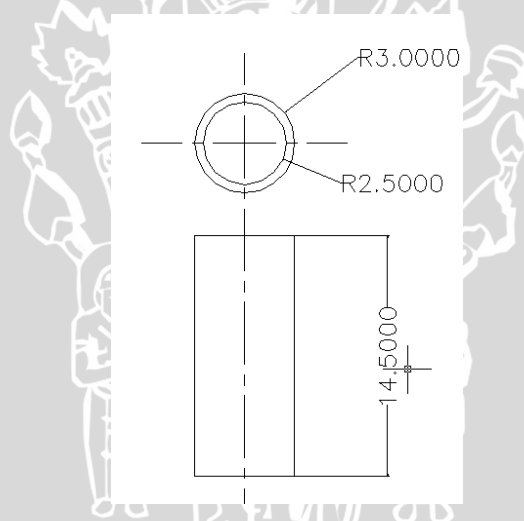
Penelitian dilakukan pada bulan oktober 2010 sampai selesai. Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk menguji nilai kalor, laju pembakaran, dan kadar abu.
2. Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan pengepresan briket.
3. Laboratorium Pengujian Bahan untuk memanaskan Briket dan pengujian kekuatan tekan.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

1. Cetakan

Cetakan ini digunakan untuk membuat serbuk bungkil biji jarak pagar dan tapioka menjadi briket. Pada penelitian ini menggunakan cetakan briket yang berbentuk silinder, cenan bahan dari baja, seperti terlihat pada gambar 3.1 dibawah ini dan memiliki dimensi sebagai berikut:



Gambar 3.1 Cetakan Briket

Keterangan :

Tinggi(h)	= 14.5 cm
Diameter dalam	= 5cm
Diameter luar	= 6cm
Diameter poros	= 1cm

2. Alat Press Hidrolik

Alat press ini digunakan dalam proses pembuatan briket, alat ini terdapat di Laboratorium Proses Produksi I Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Serbuk bungkil biji jarak pagar dimasukkan kedalam cetakan Kemudian ditekan menggunakan alat seperti terlihat pada gambar 3.2 dibawah ini, sehingga dihasilkan briket bungkil biji jarak pagar dalam bentuk padat. Spesifikasi dari alat press yang digunakan dalam pembuatan briket bungkil biji jarak pagar:



Gambar 3.2 Alat Press Hidrolik

Sumber : Laboratorium Proses Produksi I Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : Hydraulic Press Nagasaki Jack Co.,LTD

Type :NSP-15

Kapasitas : 15 ton

Buatan : Nagasaki Jack Co.,LTD, Japan

3. Timbangan Digital

Timbangan pada gambar 3.3 dibawah ini digunakan untuk mengukur berat dari bahan yang digunakan dalam pembuatan briket bungkil biji jarak pagar yang terdiri dari bungkil biji jarak pagar dan tapioka. Serta digunakan untuk menimbang berat briket yang telah dibakar untuk diketahui pengurangan massanya. Berikut gambar dan spesifikasi dari timbangan digital yang digunakan:



Gambar 3.3 Timbangan Digital

Sumber : Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : METTLER

Tipe	: PJ 3000
Frekwensi	: 50 – 60Hz
Daya	:100-120 V 80mA 200-240V 45mA
Buatan	: Gemany

4. Tungku Pembakaran

Tungku pembakaran ini digunakan sebagai tempat melakukan proses pembakaran briket bungkil biji jarak pagar. Ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tungku pembakaran
Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Adiabatik Kalorimeter

Alat alat pada gambar diawah ini digunakan untuk menguji nilai kalor dari komposisi briket bungkil biji jarak pagar yang dihasilkan, sehigga dapat diketahui berapa nilai kalor dari briket bungkil biji jarak pagar tersebut. Berikut gambar dan spesifikasi dari adiabatik kalorimeter yang digunakan:



Gambar 3.5 Adiabtic Calorimeter

Sumber : Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : PARR
Daya : 1000 W
Frekwensi : 115 V 60 Hz
 115 V 50 Hz
 230 V 50Hz
Buatan : Parr Instrument Company, MOLINE-ILLINOIS, USA

6. *Stopwatch*

Stopwatch yang ditunjukkan pada gambar 3.6 digunakan untuk mengetahui waktu secara pasti dari durasi pembakaran briket. Hasil data catatan waktu tersebut akan diolah untuk mengetahui laju pembakaran dari briket bungkil biji jarak pagar



Gambar 3.6 *Stopwatch*

Sumber : Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

7. Alat Uji Kekuatan Tekan

Alat ini digunakan untuk mengetahui kekuatan tekan dari briket. Selain dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan tekan, juga dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik suatu material yang terlihat pada gambar 3.7 dibawah ini. Berikut gambar spesifikasi dari alat uji kekuatan tekan yang digunakan:



Gambar 3.7 : Alat Uji Kekuatan Tekan

Sumber : Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : MFL Piuf-Und Me Bsystem Gmb H D 6800 Mainnheim
 Type : U PD 10
 Kapasitas : 0 s.d 100 KN
 Buatan : Germany

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar

Dalam melakukan pembuatan briket bungkil biji jarak pagar, maka langkah – langkah yang harus dilakukan antara lain adalah :

1. Penumbukan bungkil biji jarak pagar hingga halus
2. Pencampuran dengan Bahan Perekat
 - a. Siapkan tepung Tapioka berasal dari pati singkong.
 - b. Larutkan tepung tapioka yang telah ditimbang tersebut dengan air hangat dengan perbandingan tapioka dan air sebesar 1:10 sehingga membentuk semacam adonan.
 - c. Kemudian mencampur serbuk bungkil biji jarak pagar dengan tapioka yang telah membentuk adonan masing – masing dengan kadar Tepung Tapioka dalam persentase berat yang telah ditetapkan yaitu adalah: 2%; 4%; 6%; 8%; dan 10%.

3. Ulangi proses 3 hingga diperoleh sebanyak 20 spesimen, dengan spesifikasi masing-masing 2 spesimen untuk tiap variasi kadar tapioka.
4. Bahan baku bungkil biji jarak pagar yang telah dicampur dengan perekat kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, masing-masing campuran, lalu dikempa dengan tekanan pengempaan sebesar 50 kg/cm^2 dan 100 kg/cm^2 .
5. Briket yang telah terbentuk lalu dikeringkan selama kurang lebih 4 jam pada sinar matahari yang terik. Setelah kering briket siap digunakan sebagai bahan bakar.

3.5.2 Pengujian Kekuatan Tekan

Pengujian ini digunakan dengan menggunakan alat uji kekuatan tekan kemudian data hasil uji diolah dengan menggunakan perhitungan matematis berdasarkan persamaan (2-1).

3.5.3 Pengujian Nilai Kalor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kalor dari briket, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan alat adiabetic calorimeter. Prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut:

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kalor dari briket, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan alat adiabetic kilometer, prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang berupa briket, diserbukan dan ditimbang dengan berat 1 gr.
2. Kawat pembakar dipotong sepanjang 10 cm.
3. Ujung-ujung kawat dipasang berhubungan dengan spesimen dalam bom kalorimeter. Pemasangan kawat tidak boleh sampai menyentuh dinding kapsul.
4. Air sebanyak 2000 cc dimasukan ke dalam tabung.
5. *Oxygen Combustion Bomb* yang telah terisi sampel ditutup rapat
6. *Oxygen Combustion Bomb* diisi dengan O_2 secara otomatis dengan tekanan kurang lebih 15-20 atm
7. Bom kalorimeter dimasukan kedalam tabung yang telah terisi air 2000 cc.
8. Aliran listrik dihubungkan kedalam bom kalorimeter

9. Tabung (*bucket*) dimasukan kedalam *jacket* kemudian ditutup.
10. Stirer dipasang dan dihubungkan dengan aliran listrik.
11. Suhu awal dicatat setelah temperature air pada *bucket* sama dengan temperatur pada *jacket*.
12. Setelah suhu awal dicatat, kemudian ditekan tombol pembakaran
13. Suhu akhir dicatat setelah kenaikan temperatur *bucket* maksimal.
14. Aliran listrik dimatikan
15. Tutup *jacket* di buka dan bomkalori meter dikeluarkan.

Dengan mengetahui besar selisih antara suhu awal (T_o), suhu akhir (T_i) kemudian dikalikan dengan nilai kalor benzoid acid per 1° (2402,28 kal / gr), maka diketahui nilai kalor

3.5.4 Pengujian Kandungan Abu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan abu dari briket bungkil biji jarak pagar. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur massa bahan bakar awal dan massa bahan bakar akhir (setelah dilakukan pembakaran sampai seluruh briket terbakar menjadi abu). Kemudian besarnya Kandungan Abu dihitung berdasarkan persamaan

$$\% \text{ Abu} = \frac{W_{abu}}{W_{briket}} \times 100\%$$

3.5.5 Pengujian Laju pembakaran

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur massa bahan bakar awal dan massa bahan bakar akhir (setelah dilakukan pembakaran selama 1 jam). Kemudian besarnya nilai laju pembakaran dihitung berdasarkan persamaan

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\text{Massa}_{\text{bahan bakar awal}} - \text{Massa}_{\text{bahan bakar akhir}}}{\text{Waktu Pembakaran}}$$

3.6 Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh hubungan antara variabel persentase perekat terhadap Kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran yang meliputi nilai kalor, laju pembakaran dan kadar abu, maka langkah pertama yang harus dilakukan

adalah terlebih dahulu merencanakan model rancangan penelitian agar hasil atau data yang diperoleh berguna untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Rancangan penelitian ini merupakan cara untuk menentukan keberhasilan suatu penelitian dan juga menentukan analisa yang tepat, sehingga didapat suatu analisa dan kesimpulan yang tepat.

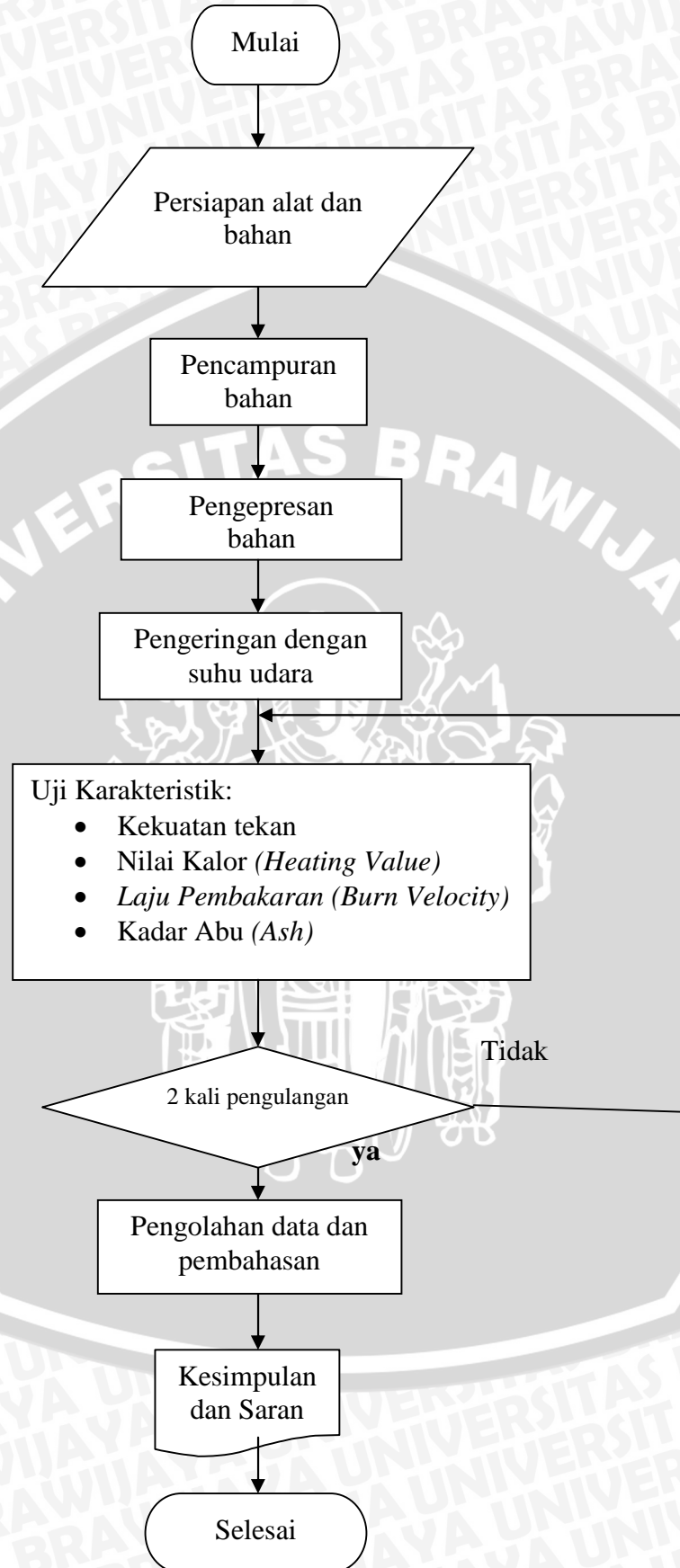
Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode acak lengkap dengan dua faktor, karena ada dua faktor yang diamati yaitu variasi perekat dan tekanan pembriketan. Hasil pengukuran data dari masing – masing pengujian kekuatan tekan, nilai kalor, laju pembakaran, dan kadar abu, dilakukan pengulangan sebanyak dua kali.

Hasil pengukuran dan pengambilan data dari masing – masing pengujian kekuatan tekan, nilai kalor, laju pembakaran, dan kadar abu dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Rancangan Penelitian

Tekanan pembriketan 50 (Kgf/cm ²)					
Karakteristik	Persentase Perekat pada Briket bungkil biji jarak pagar				
	2	4	6	8	10
	(%)				
Kekuatan Tekan					
Nilai Kalor					
Laju Pembakaran					
Kadar Abu					
Tekanan pembriketan 100(Kgf/cm ²)					
Karakteristik	Persentase Perekat pada Briket bungkil biji jarak pagar				
	2	4	6	8	10
	(%)				
Kekuatan Tekan					
Nilai Kalor					
Laju Pembakaran					
Kadar Abu					

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil Pengujian yang diperoleh adalah gaya tekan ; nilai kalor; Massa bahan bakar awal; massa abu sisa pembakaran bahan bakar dan waktu pembakaran briket bungkil buji jarak pagar dengan persentase perekat 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%.

Dari pengujian kekuatan tekan diperoleh data seperti terlihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Data hasil pengujian diperoleh nilai gaya tekan (KN)

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Gaya Penekanan (KN)				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	2.55	2.9	3.8	4.1	4.25
	2	2.75	2.85	3.3	4.25	4.65
	Rata-Rata	2.65	2.875	3.55	4.175	4.45
100(Kg/cm ²)	1	3	3.3	4.4	4.9	6.8
	2	3	3.35	4.3	5.4	6.45
	Rata-Rata	3	3.325	4.35	5.15	6.625

Dari hasil pengujian nilai kalor briket bungkil jarak pagar diperoleh data seperti pada tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Data Hasil pengujian diperoleh nilai kalor kal/gr

Data Hasil pengujian nilai kalor	Persentase Perekat (%)				
	2	4	6	8	10
	Nilai Kalor (Kal/gram)				
1	4608.97	4565.076	4453.12	4303.85	4438.42
2	4677.02	4559.776	4577.51	4577.89	4440.28
Rata-Rata	4642.995	4562.426	4515.315	4440.87	4439.35



Dari hasil pengujian massa abu briket bungkil biji jarak pagar didapatkan data seperti pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Data pengujian diperoleh nilai massa abu (gram)

Data Hasil pengujian	Massa abu				
	Persentase Perekat (%)				
	2	4	6	8	10
1	3.8	3.88	3.06	3.35	3.29
2	3.5	3.0	3.71	3.13	2.47
Rata-Rata	3.65	3.44	3.385	3.24	2.88

Dari hasil pengujian waktu pembakaran briket bungkil biji jarak pagar didapatkan data seperti pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Data pengujian diperoleh waktu pembakaran briket (menit)

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Waktu pembakaran (menit)				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	105.1	117.21	117.16	119.45	123.18
	2	103.36	110.13	116.71	119.08	121.98
	Rata-Rata	104.23	113.67	116.935	119.265	122.58
100(Kg/cm ²)	1	114.85	116.38	116.36	120.91	125.41
	2	106.58	112.08	118.75	121.51	125.21
	Rata-Rata	110.715	114.23	117.555	121.21	125.31

4.2 Data Hasil Perhitungan dan Contoh Perhitungan data

Data yang diperoleh tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kekuatan tekan, laju pembakaran , dan kadar abu pembakaran. Hasil perhitungan sebagai berikut:

1. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini ;

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Berikut contoh perhitungan kekuatan tekan, yaitu:

Gaya tekan (F) : 3KN

Luas Alas Briket (A) : 19.64 cm²

$$\begin{aligned} \text{Maka (kekuatan tekan)} &= \frac{3 \times 1000}{19,64} \\ &= 152,7495 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$

Setelah itu hasil dari perhitungan kekuatan tekan dibuat tabel seperti terlihat pada tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4.5 Data hasil perhitungan kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar (Kgf/cm²)

Tekanan pembriketan	Perulangan	Kekuatan Tekan (N/cm ²)				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	129.8371	147.6578	193.4827	208.7576	216.3951
	2	140.0204	145.112	168.0244	216.3951	236.7617
	Rata-Rata	134.9287	146.3849	180.7536	212.5764	226.5784
100 (Kg/cm ²)	1	152.7495	168.0244	224.0326	249.4908	346.2322
	2	152.7495	170.5703	218.9409	274.9491	328.4114
	Rata-Rata	152.7495	169.2974	221.4868	262.22	337.3218

2. Laju pembakaran

Laju pembakaran dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Kecepatan Pembakaran} = \frac{\text{Massa}_{bb \text{ awal}} - \text{Massa}_{bb \text{ akhir}}}{\text{Waktu Pembakaran}}$$

Berikut contoh perhitungan laju pembakaran:

Massa awal bahan bakar : 50 gram

Massa akhir bahan bakar : 0 gram

Waktu Pembakaran : 105.1 menit

$$\begin{aligned} \text{Maka Laju pembakaran} &= \frac{50-0}{105.1} \\ &= 0.475737 \text{ gram /menit} \end{aligned}$$

Setelah itu dari hasil perhitungan laju pembakaran dimasukkan kedalam tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Data hasil perhitungan laju pembakaran briket bungkil biji jarak (gram/menit)

Tekanan pembriketan	Perulangan	Laju pembakaran				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	0.475737	0.426585	0.426767	0.418585	0.40591
	2	0.483746	0.454009	0.428412	0.419886	0.409903
	Rata-Rata	0.479708	0.43987	0.427588	0.419234	0.407897
100 (Kg/cm ²)	1	0.43535	0.429627	0.429701	0.413531	0.398692
	2	0.469131	0.44611	0.421053	0.411489	0.399329
	Rata-Rata	0.45161	0.437713	0.425333	0.412507	0.39901

3. Kadar Abu

Kadar abu dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat residu}}{\text{Berat sampel bahan bakar}} \times 100\%$$

Berikut contoh perhitungan kadar abu :

Berat Residu : 3.5gram

Berat Sampel Bahan bakar : 50 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{3,5}{50} \times 100\% \\ &= 7\% \end{aligned}$$

Setelah itu data hasil perhitungan kadar abu dimasukkan dalam tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Data hasil perhitungan kadar abu briket bungkil biji jarak pagar (%)

Data Hasil Perhitungan	Kadar Abu (%)				
	Persentase Perekat (%)				
	2	4	6	8	10
1	7.6	7.76	6.12	6.7	6.58
2	7	6	7.42	6.26	4.94
Rata-Rata	7.3	6.88	6.77	6.48	5.76

4.3 Analisis Statistik

Contoh analisa statistic untuk mengetahui pengaruh kadar perekat dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

Pada Pengujian ini menggunakan variasi persentase perekat sehingga didapatkan data pengujian kekuatan tekan dan karakteristik Pembakaran Briket bungkil biji jarak pagar sebagaimana terlihat pada tabel 4.1. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisi statistik yaitu analisa varian untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi persentase perekat dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar.

Analisis statistik karakteristik pembakaran diambil salah satu contoh pada kekuatan tekan dengan persentase perekat sebanyak 2%, tekanan pembriketan 50 kgf/cm² sebagai berikut :

- Data rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$= \frac{5,3}{2}$$

$$= 2,65$$

- Standar Deviasi

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,01}{2-1}}$$



$$= 0,1$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad KR (\%) &= \frac{\mu}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{0,1}{2,65} \times 100\% \\ &= 3,7\% < 5\% \end{aligned}$$

Karena KR kurang dari 5% maka jumlah pengulangan dalam pengujian memenuhi

4.3.1 Analisis Varian

Hasil pengolahan data pengujian pengaruh persentase perekat terhadap kekuatan tekan pada briket bungkil biji jarak pagar dengan variasi tekanan pembriketan kemudian dilakukan analisis statistik dengan menggunakan analisis varian dua arah. Dengan dilakukan analisis dua arah akan diketahui ada tidaknya pengaruh persentase perekat, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar. Hipotesis yang digunakan dalam analisis statistic ini adalah:

I. $H_0^1: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i$ (tidak ada pengaruh variasi persentase perekat terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

H_1^1 : paling sedikit satu $\mu_i \neq 0$ (ada pengaruh variasi persentase perekat terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

II. $H_0^2: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_j$ (tidak ada pengaruh variasi tekanan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

H_1^2 : paling sedikit satu $\mu_j \neq 0$ (ada pengaruh variasi tekanan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

III. $H_0^3: (\mu)_{11} = (\mu)_{12} = \dots = (\mu)_{ij}$ (tidak ada pengaruh variasi persentase perekat dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

H_1^3 : paling sedikit satu ()_{ij} ≠ 0 (ada pengaruh variasi persentase perekat dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

4.3.2 Analisis Varian Kekuatan Tekan

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan persentase perekat, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar yang dihasilkan.

Tabel 4.8 Kekuatan Tekan

Variabel		Tekanan Pembriketan (Kgf)		
		50	100	
Persentase perekat (%)	2	129.8371	152.7495	575.3565
		140.0204	152.7495	
	4	147.6578	168.0244	631.3645
		145.112	170.5703	
	6	193.4827	224.0326	804.4806
		168.0244	218.9409	
	8	208.7576	249.4908	949.5926
		216.3951	274.9491	
	10	216.3951	346.2322	1127.8
		236.7617	328.4114	
		183.7354	1802.444	2286.151

Dengan menggunakan perhitungan statistik diperoleh data sebagai berikut :

- Faktor koreksi (FK) :

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n Y_{ijk} \right]^2}{rcn}$$

$$= \frac{416.7783^2}{5 \times 2 \times 2} = 8685,206$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT) :

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= [(13.23518)^2 + (14.27323)^2 + \dots + (33.47721)^2] - 8685,206$$

$$= 9414,05 - 8685,206$$

$$= 728,84$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh A (JKA) :

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^r T_{i...}^2}{cn} - FK$$

$$= \frac{\{(58.64999)^2 + (64.35928)^2 + (82.00618)^2 + (96.79845)^2 + (114.9644)^2\}}{2 \times 2} - 8685,206$$

$$= 9223,42 - 8685,206$$

$$= 538,22$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh B (JKB) :

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^c T_{j...}^2}{rn} - FK$$

$$= \frac{\{(183.7354)^2 + (233.0429)^2\}}{5 \times 2} - 8685,206$$

$$= 4509,93 - 8685,206$$

$$= 121,56$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) :

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - FK$$

$$= \frac{\{(27.5084)^2 + (29.8440)^2 + (36.850)^2 + \dots + (68.77)^2\}}{2} - 8685,206$$

$$= 9402,467 - 8685,206$$

$$= 717,2604$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh interaksi A dan B (JKAB) :

$$JKAB = JKP - JKA - JKB$$

$$= 717,2604 - 538,22 - 121,56$$

$$= 57,48$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) :

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JKAB$$

$$= 728,84 - 538,22 - 121,56 - 57,48$$

$$= 11,5837$$

- Nilai varian dari masing-masing perlakuan sebagai berikut :

$$1. S_A^2 = \frac{JKA}{r-1} = \frac{538,22}{5-1} = 134,5546$$

$$2. S_B^2 = \frac{JKB}{c-1} = \frac{121,56}{2-1} = 121,5614$$

$$3. S_{AB}^2 = \frac{JKAB}{(r-1)(c-1)} = \frac{57,48}{(5-1)(2-1)} = 14,3702$$

$$4. S^2 = \frac{JKG}{r c (n-1)} = \frac{11,5837}{5 \times 2 (2-1)} = 1,15837$$

- Nilai F hitung dari masing-masing sumber keragaman sebagai berikut:

1. Untuk faktor A :

$$F_{A \text{ hitung}} = \frac{S_A^2}{S^2} = \frac{134,5546}{1,15837} = 116,1585$$

2. Untuk faktor B :

$$F_{B \text{ hitung}} = \frac{S_B^2}{S^2} = \frac{121,5614}{1,15837} = 104,9418$$

3. Untuk faktor AB :

$$F_{AB \text{ hitung}} = \frac{S_{AB}^2}{S^2} = \frac{14,3702}{1,15837} = 12,4055$$

Dari perhitungan statistik didapatkan tabel 4.9

Tabel 4.9 Analisis varian dua arah untuk kekuatan tekan

Sumber keragaman	JK	Db	KT	Fhitung	Ftabel
Persentase perekat (faktor A)	51795.99	4	12949.00	116.16	3.48
Tekanan Pembriketan (faktor B)	11698.61	1	11698.61	104.94	4.49
Interaksi faktor A dan B	5531.73	4	1382.93	12.41	3.48
Galat	1114.77	10	111.48		
Total	70141.10	19			

Dari tabel 4.9 diatas, dapat diperoleh kesimpulan:

- I. $F_A \text{ hitung} > F_A \text{ tabel}$ maka H_0^1 ditolak dan H_1^1 diterima, ini berarti bahwa persentase perekat berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar.
- II. $F_B \text{ hitung} > F_B \text{ tabel}$ maka H_0^2 ditolak dan H_1^2 diterima, ini berarti bahwa variasi tekanan pembriketan berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar.
- III. $F_{AB} \text{ hitung} > F_{AB} \text{ tabel}$ Maka H_0^3 diterima dan H_1^3 ditolak, ini berarti bahwa interaksi antara persentase perekat dan tekanan pembriketan berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket bungkil biji jarak pagar.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa persentase perekat dan tekanan pembriketan berpengaruh nyata terhadap kekuatan tekan dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3.3 Analisis Varian Nilai Kalor

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase perekat, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap Nilai kalor briket bungkil biji jarak pagar yang dihasilkan

Tabel 4.10 Analisis Varian Untuk Nilai Kalor

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	68166525.91	4	17041631	1789.464	5,19
Galat	47616.5729	5	9523.315		
Total	68214142.48	9			

Tabel 4.10 analisis varian untuk nilai kalor pembakaran briket bungkil biji jarak pagar memperlihatkan bahwa hasil F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase perekat mempunyai pengaruh yang nyata terhadap nilai kalor pembakaran briket bungkil biji jarak pagar dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3.4 Analisis Varian Laju pembakaran

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase perekat, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

Dari perhitungan statistik didapatkan tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4.11 Analisis Varian Untuk Laju Pembakaran

Sumber keragaman	JK	Db	KT	Fhitung	Ftabel
Persentase perekat (faktor A)	0.00918	4	0.00229	19.70214	3.48
Tekanan Pembriketan (faktor B)	0.00046	1	0.00046	3.91855	4.49
Interaksi faktor A dan B	0.00044	4	0.00011	0.93440	3.48
Galat	0.00116	10	0.00012		
Total	0.01123	19			

Dari tabel 4.11, dapat diperoleh kesimpulan:

- I. $F_A \text{ hitung} > F_A \text{ tabel}$ maka H_0^1 ditolak dan H_1^1 diterima, ini berarti bahwa persentase perekat berpengaruh terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.
- II. $F_B \text{ hitung} < F_B \text{ tabel}$ maka H_0^2 diterima dan H_1^2 ditolak, ini berarti bahwa variasi tekanan pembriketan tidak berpengaruh terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.
- III. $F_{AB} \text{ hitung} < F_{AB} \text{ tabel}$ Maka H_0^3 diterima dan H_1^3 ditolak, ini berarti bahwa interaksi antara persentase perekat dan tekanan pembriketan tidak berpengaruh terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa persentase perekat berpengaruh nyata terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar dengan tingkat keyakinan 95%. Sedangkan tekanan pembriketan dan interaksi antara persentase perekat dan tekanan pembriketan tidak berpengaruh terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3.5 Analisis Varian Kadar Abu

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase perekat, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kadar abu pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

Dari perhitungan statistik didapatkan tabel sebagai berikut:

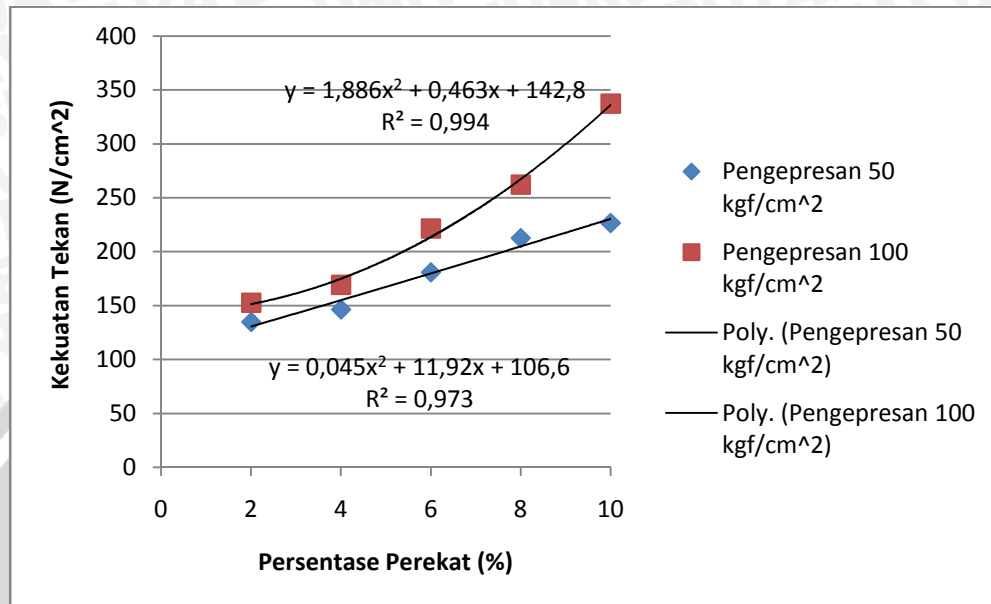
Tabel 4.12 Analisa Varian Untuk Kadar Abu

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	149.4969733	4	37.37424	46.53863	5,19
Galat	4.0154	5	0.80308		
Total	153.5123733	9			

Tabel 4.12 analisis varian untuk kadar abu briket bungkil biji jarak pagar memperlihatkan bahwa hasil F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase perekat mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kadar abu briket bungkil biji jarak pagar dengan tingkat keyakinan 95%.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Grafik Pengaruh Persentase Perekat terhadap Kekuatan Tekan Briket bungkil biji jarak pagar

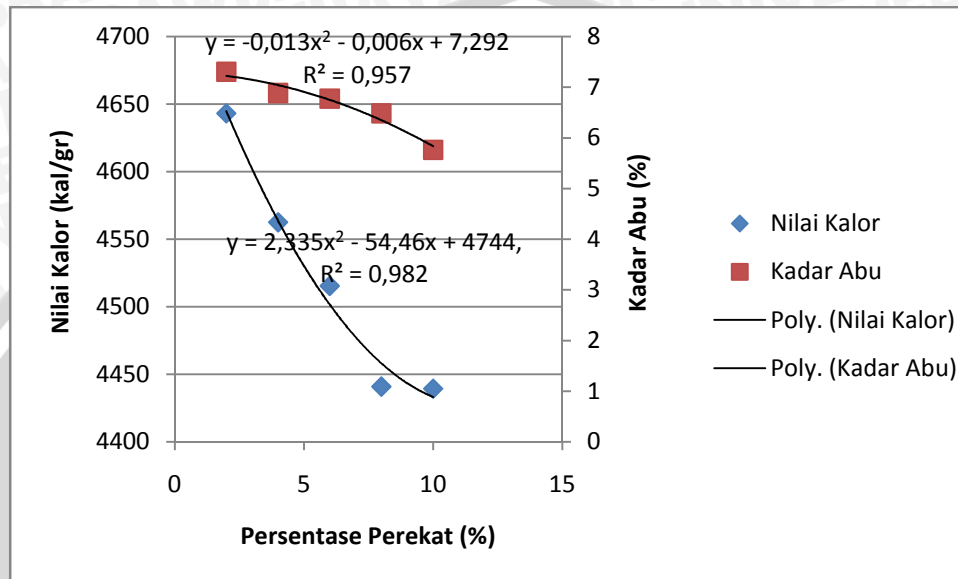


Gambar 4.1 Grafik pengaruh persentase perekat terhadap Kekuatan Tekan Briket bungkil biji jarak pagar

Pada grafik 4.1 diatas menunjukkan kecenderungan perubahan nilai kekuatan tekan akibat variasi persentase perekat terhadap briket bungkil biji jarak pagar dengan tekanan pembriketan sebesar 50 dan 100 Kgf/cm². Nilai kekuatan terendah diperoleh pada persentase perekat 2% dengan tekanan pembriketan 50 Kgf/cm² yaitu sebesar 134.9287N/cm² dan kekuatan tekan tertinggi pada persentase perekat 10% dengan tekanan pembriketan sebesar 100 Kgf/cm² yaitu sebesar 337.3218 N/cm². Pada grafik nampak dengan semakin meningkatnya persentase perekat maka kekuatan tekan akan semakin meningkat begitu juga dengan tekanan pembriketan semakin besar tekanan pembriketan maka akan meningkatkan kekuatan tekan. Hal ini disebabkan persentase perekat yang semakin besar akan menyebabkan daya rekat butiran bungkil biji jarak pagar akan semakin kuat, sehingga menghasilkan kekuatan tekan yang semakin besar. Dari grafik 4.1 juga dapat dilihat kekuatan tekan briket dengan tekanan pembriketan sebesar 100 Kgf/cm² selalu berada diatas dari briket dengan tekanan pembriketan 50 Kgf/cm², Hal ini disebabkan karena dengan tekanan pembriketan yang besar

maka akan diperoleh briket yang padat sehingga akan meningkatkan daya ikat antar partikel briket dan didapatkan nilai kekuatan briket yang besar.

4.4.2 Grafik Pengaruh Persentase Perekat terhadap Nilai Kalor dan Kadar Abu Briket Bungkil Biji Jarak Pagar

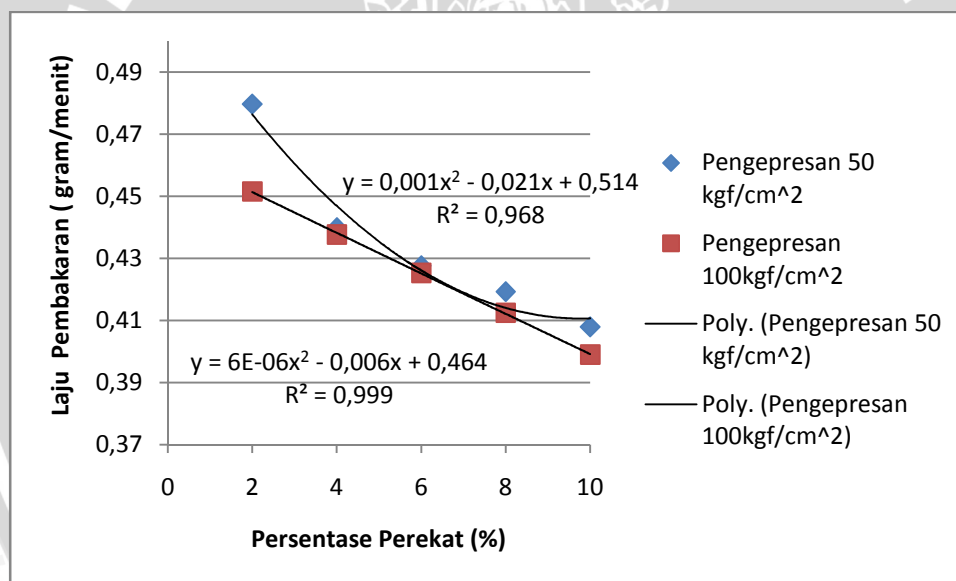


Gambar 4.2 Grafik pengaruh persentasi perekat terhadap nilai kalor dan kadar abu briket bungkil biji jarak pagar

Pada grafik 4.2 terlihat adanya kecenderungan penurunan nilai kalor seiring bertambahnya persentase perekat pada briket. Pada pengujian nilai kalor ini didapatkan nilai kalor tertinggi pada persentase perekat 2% yaitu sebesar 4642,995 kalori/gram dan nilai kalor terendah pada persentase perekat 10% yaitu sebesar 4439,35 kalori/gram. Hal ini disebabkan karena nilai kalor perekat yang berupa tepung tapioka lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kalor dari bungkil biji jarak pagar sehingga semakin sedikit persentase dari perekat maka akan menghasilkan nilai kalor yang semakin tinggi pula. Hasil dari pengujian nilai kalor dari perekat yang berupa tepung tapioka sebesar 3515,64 kalori/gram sedangkan nilai kalor dari bungkil biji jarak pagar sebesar 4668,85 kalori/gram. Adanya perbedaan nilai kalor dari bungkil biji jarak pagar dan perekat yang cukup besar ini menyebabkan penurunan nilai kalor dari briket dengan semakin bertambahnya persentase bahan perekat.

Dari grafik 4.4 didapatkan nilai kadar abu tertinggi yaitu sebesar 7.3% pada briket dengan persentase perekat 2%, sedangkan nilai kadar abu terkecil yaitu sebesar 5,76 pada briket dengan persentase perekat 10%. Hal ini disebabkan karena perekat dalam hal ini yang digunakan adalah tapioka memiliki kandungan abu yang lebih sedikit dibandingkan dengan bungkil biji jarak pagar, sehingga dengan semakin bertambahnya persentase perekat maka akan semakin menurunkan kadar abu dari briket bungkil biji jarak pagar. Sedangkan tekanan pembriketan tidak berpengaruh terhadap kadar abu . Hal ini karena pengaruh kadar abu dari briket hanya akan dipengaruhi oleh kandungan bahan penyusun briket.

4.4.3 Grafik Pengaruh Persentase Perekat terhadap Laju pembakaran Briket Bungkil Biji Jarak Pagar



Gambar 4.3 Grafik pengaruh persentase perekat terhadap laju pembakaran briket bungkil biji jarak pagar

Pengaruh dari persentase perekat pada briket terhadap laju pembakaran dapat ditunjukkan pada grafik 4.3. Dari grafik diketahui bahwa semakin bertambahnya persentase perekat maka laju pembakaran akan semakin kecil, hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya persentase perekat maka tingkat kereapatan antar butiran briket akan semakin tinggi. Hal ini menyebabkan udara atau oksigen sebagai oksidator pembakaran akan semakin sulit untuk mengalir dalam rongga-rongga antar butir briket sehingga

menyebabkan laju pembakaran akan semakin menurun. Sedangkan penambahan tekanan pembriketan juga akan berpengaruh terhadap laju pembakaran dimana semakin besar tekanan pembriketan maka akan semakin menurunkan laju pembakaran. Hal ini disebabkan karena dengan semakin besar tekanan pembriketan maka kerapatan antar butiran akan semakin rapat sehingga udara atau oksigen akan semakin sulit untuk dapat melewati celah antar butiran sehingga laju pembakaran akan semakin menurun. Pada pengujian ini didapatkan nilai laju pembakaran tertinggi yaitu sebesar 0.479708 gr/menit pada briket dengan persentase perekat 2% dan tekanan pembriketan 50 kgf/cm², sedangkan laju pembakaran terendah yaitu sebesar 0.39901 gr/menit pada briket dengan persentase perekat 10% dan tekanan pembriketan sebesar 100kgf/cm²



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Semakin bertambahnya persentase perekat maka nilai kekuatan tekan yang meningkat, serta nilai kalor, kadar abu, dan kecepatan pembakaran semakin menurun. Sedangkan semakin besar tekanan pembriketan maka nilai kekuatan tekan akan meningkat dan kecepatan pembakaran akan menurun.

Dalam penelitian ini didapatkan nilai Kalor tertinggi pada briket bungkil biji jarak pagar di dapat pada briket dengan persentase perekat 2% sebesar 4642,995 Kal/gr. Kecepatan pembakaran tertinggi didapat pada briket bungkil biji jarak pagar untuk tekanan pembriketan 50 Kgf/cm² dengan persentase perekat 2% sebesar 0,4797 gr/menit. Kadar Abu terendah pada persentase perekat 10 % dengan kadar abu 5,99%. Kekuatan tekan tertinggi didapat pada briket bungkil biji jarak pagar untuk tekanan pembriketan 100 kgf/cm² dengan persentase perekat 10% yaitu sebesar 337.3218 N/cm²

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh karbonasi terhadap karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh jenis perekat terhadap karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh dimensi briket terhadap karakteristik pembakaran briket bungkil biji jarak pagar.

DAFTAR PUSTAKA

- A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri dan R. Hendroko; 2007: *Teknologi Bioenergi*; Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Abdullah, K., A . K . Irwanto, N. Siregar; 1991: *Energi dan Listrik Pertanian*; IPB, Bogor.
- Achmad, Zubir Ula (2000), *Briket Arang* , P2B2, Bogor.
- Adnan, I.U; 1998: *Membuat Briket Bioarang*; Kanisius, Jogyakarta.
- Akhmad, Nanda; 2008. *Pengaruh Kadar Binder Terhadap Karakteristik Briket Serbuk Gergaji Dengan Variasi Ukuran Butir*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- BB-Pascapanen; 2009: *Teknologi Pemanfaatan Biji Jarak Pagar*; Departemen Pertanian.
- Belbo, Helmer; 2006: *Technical Specification For Solid Biofuels*, Swedia.
- Bhattacharya, S.C, dkk; 1990: *A Study On Improved Biomass Briquetting*; Energy Progam School Of Environment Asian Institute Of Technology, Bombay.
- Borman, Gary L. & Ragland, Kenneth W; 1998: *Combustion engineering*; McGraw-Hill, Singapore.
- Brades, Adi Candra; 2008: *Pembuatan Briket Arang Dari Enceng Gondok (Eichornia Crasipess Solm) Dengan Sagu Sebagai Pengikat*; Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Cengel, Yunus A dan Michail A Boles; 2002: *Thermodinamics: An Enginerring Approach, Fourth Edition*; Mc Graw Hill Higher Education, New York.
- Clup, Archie W; 1996: *Prinsip-prinsip Konversi Energi*; Erlangga, Jakarta.
- Da Rocha; 2004: *Mechanical Evaluation for The Quality Control of Biomass Pellets and Briquettes*; Aachen University, Germany.
- Gere dan Timoshenko; 1996: *Mekanika Bahan*; Erlangga, Jakarta.
- Hambali, E, S. Mujdalifah, G. Sulistiyanto dan T. Lesmana; 2006: *Diversifikasi Produk olahan Jarak Pagar dan Kaitannya dengan Corporate Social Responsibility (CSR) Perusahaan Swasta di Indonesia*; Eka Tjipta Foundation, www.mediaindo.co.net.
- Hudaya; 1981: *Fisika Umum*; Armiko, Bandung.
- Iskandar, Harris., Kresno D.S; 2005; *Panduan Singkat Cara Pembuatan Arang Kayu Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat*; Center for International Forestry Research, Jakarta.
- Kadir, Abdul; 1996: *Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*; Universitas Indonesia, Jakarta.

- Kirana, M;1995: *Pengaruh Tekanan Pengempaan dan Jenis Perekat Dalam Pembuatan Briket Arang Dari Tempurung Kelapa Sawit*;IPB, Bogor.
- Kratzeisen dan Muller; 2009: *Energy From Seed Shells Of Jatropha Curcas*; Univ. Hofhenheim, Jerman
- Kurniawan Oswan., Marsono; 2008: *Superkarbon Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas*; Penebar Swadaya, Depok.
- Kuo, Keneth K; 1996: *Principle Of Combustion*; Jon Wiley & Sons, Inc, New York.
- Lusiana, E.A; 2008: *Efektivitas Penggunaan Bungkil Biji Jarak Pagar*; IPB, Bogor.
- Moran, Michael J dan Howard Sapgiro; 2004: *Fundamental of Engineering Thermodynamics*; John Willey and Sons, New york.
- Özbayo lu ,Gulhan; 2003: *Briquetting Of Iran-Angouran Smithsonite fines*;Departemen of Mining Engineering, Turkey.
- Parr Instrument Company; 1987 :*Operating Instructions*; Moline – Illinois, USA.
- Puspitasari, Taufanika; 2009:*Pengaruh Beberapa Tingkat Konsentrasi Perekat Yang Terbuat Dari Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Batu Bara*; Universitas Lampung, Lampung.
- Shvet, Ivan; 1966: *Thermal Engineering*; Peace Publisher, Moscow.
- Smith, Amy dan Shawn Frayne; 2003: *Fuel From The Fields*; MIT, USA.
- Soedjoko dan Wardoyo ; 1987. *Teknik pembriketan batu bara tanpa karbonisasi; Buletin Pusat Pengembangan Teknologi dan Mineral*. Vol.15 No11.
- Sukandarrumidi; 1996: *Batubara dan Pemanfaatannya*; Gajah Mada University Press, Jogyakarta.
- Turn, Stephen R;1996: *Introduction to Combustion*; Mc Grow Hill, Ney York.
- Wardana, I.N.G; 2008: *Bahan Bakar dan teknologi Pembakaran*; Danar Wijaya, Malang.
- Wicaksono, Satrio; 2010 : *Pengaruh Kadar Tapioka Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah*; Universitas Brawijaya, Malang
- Wijayanti, Widya; 2003: *Bahan Bakar Dan Teknik Pembakaran*; Universitas Brawijaya, Malang.
- Esdm; 2009; *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005 – 2025*.
www.esdm.go.id/publikasi/lainlain/doc_download/714-blue-print-pengelolaan-energi-nasional-pen.html, diakses tanggal 2 Agustus 2009.
- <http://3.bp.blogspot.com/dk4Hae0I7fM/s1600/briket.jpg>, diakses tanggal 3 Oktober 2010

<http://prapanca21.wordpress.com>, diakses tanggal 10 agustus 2010

<http://www.pacitankab.go.id/berita/images/news/jarak.jpeg>, diakses tanggal 3 Oktober 2010

http://2.bp.blogspot.com/_ZNkwoYq2WSI/s400/Biji%2BJarak%2Bok.JPG, diakses tanggal 3 Oktober 2010

<http://biodiesel.biodiesel-itb.com/images/bungkil.jpg>, diakses tanggal 3 Oktober 2010



Lampiran 1

Data Hasil Pengujian

Data hasil peengujian nilai kalor

Data Hasil pengujian nilai kalor	Butir Halus Persentase Perekat (%)					Bungkil Biji Jarak Pagar	Tapioka	Butir Kasar persentase Perekat 6%
	2	4	6	8	10			
Kal/gram								
1	4608.97	4565.076	4453.12	4303.85	4438.42	4678.97	3441.01	4600.34
2	4677.02	4559.776	4577.51	4577.89	4440.28	4658.74	3590.28	4558.42
Rata-Rata	4642.995	4562.426	4515.315	4440.87	4439.35	4668.85	3515.64	4579.38

Data hasil pengujian kekuatan tekan

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Gaya Penekanan (KN)				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	2.55	2.9	3.8	4.1	4.25
	2	2.75	2.85	3.3	4.25	4.65
	Rata-Rata	2.65	2.875	3.55	4.175	4.45
100(Kg/cm ²)	1	3	3.3	4.4	4.9	6.8
	2	3	3.35	4.3	5.4	6.45
	Rata-Rata	3	3.325	4.35	5.15	6.625

Data Hasil pengujian kadar abu

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
		gram				
50 (Kg/cm ²)	1	3.8	3.88	3.06	3.35	3.29
	2	3.5	3.0	3.71	3.13	2.47
	Rata-Rata	3.65	3.44	3.385	3.24	2.88
100(Kg/cm ²)	1	4.5	3.75	3.5	3.51	3.49
	2	3.13	3.15	3.21	3	2.5
	Rata-Rata	3.815	3.45	3.355	3.255	2.995

Data hasil pengujian laju pembakaran

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
		menit				
50 (Kg/cm ²)	1	105.1	117.21	117.16	119.45	123.18
	2	103.36	110.13	116.71	119.08	121.98
	Rata-Rata	104.23	113.67	116.935	119.265	122.58
100(Kg/cm ²)	1	114.85	116.38	116.36	120.91	125.41
	2	106.58	112.08	118.75	121.51	125.21
	Rata-Rata	110.715	114.23	117.555	121.21	125.31

Data hasil perhitungan Laju pembakaran

Tekanan pembriketan	Perulangan	Laju Pembakaran				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	0.475737	0.426585	0.426767	0.418585	0.40591
	2	0.483746	0.454009	0.428412	0.419886	0.409903
	Rata-Rata	0.479708	0.43987	0.427588	0.419234	0.407897
100 (Kg/cm ²)	1	0.43535	0.429627	0.429701	0.413531	0.398692
	2	0.469131	0.44611	0.421053	0.411489	0.399329
	Rata-Rata	0.45161	0.437713	0.425333	0.412507	0.39901

Data hasil perhitungan kadar abu

Tekanan pembriketan	Perulangan	Kadar Abu (%)				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	7.6	7.76	6.12	6.7	6.58
	2	7	6	7.42	6.26	4.94
	Rata-Rata	7.3	6.88	6.77	6.48	5.76
100 (Kg/cm ²)	1	9	7.5	7	7.02	6.98
	2	6.26	6.3	6.42	6	5
	Rata-Rata	7.63	6.9	6.71	6.51	5.99

Data hasil perhitungan kekuatan tekan

Tekanan pembriketan	Perulangan	Kekuatan Tekan (kgf/cm ²)				
		Persentase Perekat (%)				
		2	4	6	8	10
50 (Kg/cm ²)	1	13.23518	15.05177	19.72301	21.28009	22.05863
	2	14.27323	14.79225	17.12787	22.05863	24.13473
	Rata-Rata	13.7542	14.92201	18.42544	21.66936	23.09668
100 (Kg/cm ²)	1	15.57079	17.12787	22.83716	25.4323	35.2938
	2	15.57079	17.38739	22.31814	28.02743	33.47721
	Rata-Rata	15.57079	17.25763	22.57765	26.72986	34.3855

Lampiran 2

Foto – Foto Hasil Penelitian

- Gambar Pelaksanaan Penelitian



Foto Pengepresan Briket



Foto Hasil Briket



Foto Hasil Pengujian Kekuatan Tekan



Foto Pengujian Kadar Abu





Foto Pengujian Nilai kalor



Foto Perekat tapioka



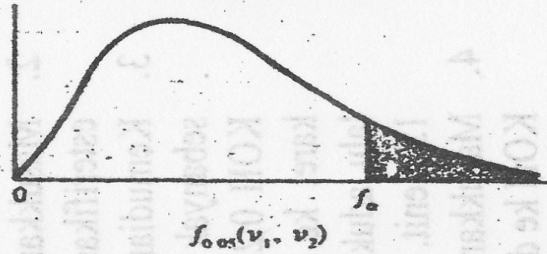
Foto Pembakaran Briket



Lampiran 3

Tabel statistik nilai kritik sebaran F

TABEL A.7
Nilai Kritik Sebaran F



v_2	v_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

*Direproduksi dari Tabel 18 *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. I, dengan izin dari E. S. Pearson dan Biometrika Trustees.