

**PENGARUH PENAMBAHAN KADAR TETES TEBU TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN
BRIKET KULIT KACANG TANAH**

**SKRIPSI
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
ALBAS TOMI
NIM. 0610620019 - 62

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

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH PENAMBAHAN KADAR TETES TEBU TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN
BRIKET KULIT KACANG TANAH**

SKRIPSI

KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ALBAS TOMI

NIM. 0610620019 – 62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M. Eng.Sc.
NIP. 19490911 198403 1 001

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN KADAR TETES TEBU TERHADAP KUAT TEKAN DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET KULIT KACANG TANAH

SKRIPSI

KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana teknik

Disusun oleh :

ALBAS TOMI

NIM. 0610620019

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

Skripsi I

Skripsi II

Sugiarto, ST., MT.
NIP. 19690417 199512 1 001

Prof. Ir. Sudjito, Ph.D
NIP. 19470330 198002 1 001

Komprehensif

Ir. Erwin Sulistyo, MT.
NIP. 19661213 199802 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat 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 Dr. Slamet Wahyudi, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan selaku Dosen Pembimbing II yang dengan tulus telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
- 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 Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M. Eng.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
- Bapak-bapak Dosen Penguji Komprehensif Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan bimbingan dan masukan pada penulis.
- Kepala laboratorium proses produksi I yang telah menyediakan tempat untuk pembuatan briket kulit kacang tanah.
- Kepala laboratorium motor bakar yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.
- Kepala laboratorium metalurgi fisik yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.

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

Malang, Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	
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
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Sebelumnya	4
2.2. Bahan Bakar Padat	6
2.2.1. Proses Pembriketan	6
2.2.2. Parameter Yang Berpengaruh Pada Pembuatan Briket	9
2.2.3. Bentuk Briket	11
2.3. Proses Karbonisasi	12
2.4. Pengikat Bahan Bakar Briket.....	13
2.5. Kulit Kacang Tanah	14
2.6. Tetes Tebu	16
2.7. Tekanan Pembriketan	17
2.8. Proses Pembriketan	18
2.9. Hubungan Penambahan Kadar Tetes Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Karakteristik Pembakaran	19
2.10. Kekuatan Tekan	19
2.11. Karakteristik Pembakaran	20
2.11.1. Nilai Kalor	20
2.11.2. Laju Pembakaran	21

2.11.3. Kadar Abu (<i>Ash Content</i>)	22
2.12. Hipotesa	22

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian	23
3.2. Variabel Penelitian	23
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	24
3.5. Prosedur Penelitian	28
3.5.1 Pembuatan Briket Kulit Kacang Tanah	28
3.5.2 Pengujian Kekuatan Tekan	30
3.5.3 Pengujian Nilai Kalor	30
3.5.4 Pengujian Kandungan Abu (<i>Ash Content</i>)	31
3.5.5 Pengujian Kecepatan Pembakaran	31
3.6. Rancangan Penelitian	31
3.7. Analisis Statistik	33
3.8. Diagram Alir Penelitian	38

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian	39
4.2. Data Hasil Perhitungan	41
4.3. Analisa Statistik	43
4.3.1. Analisis Varian	44
4.3.1.1 Analisis Varian Kekuatan Tekan	44
4.3.1.2 Analisis Varian Nilai Kalor	48
4.3.1.3 Analisis Varian Kecepatan Pembakaran	48
4.4. Pembahasan	50
4.4.1 Grafik Hubungan Kadar Tetes Tebu Terhadap Kekuatan Tekan Briket Kulit Kacang Tanah	50
4.4.2 Grafik Pengaruh Kadar Tetes Tebu Terhadap Nilai Kalor Briket Kulit Kacang Tanah	52
4.4.3 Grafik Pengaruh Kadar Tetes Tebu Terhadap Laju Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah	53

4.4.4 Grafik Pengaruh Kadar Tetes Tebu Terhadap Kadar Abu Briket

Kulit Kacang Tanah 55

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 56

5.2. Saran 56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Teknologi Untuk Konversi Biomassa	5
Gambar 2.2	Proses Pembuatan Briket Bio Arang	6
Gambar 2.3	Bentuk Briket Biomassa	11
Gambar 2.4	Contoh Briket Biomassa	11
Gambar 2.5	Kulit Kacang Tanah	15
Gambar 2.6	Tetes Tebu	17
Gambar 3.1	Cetakan Briket	24
Gambar 3.2	Alat Press Hidrolik	25
Gambar 3.3	Timbangan Digital	26
Gambar 3.4	Alat Uji Kekuatan Tekan	26
Gambar 3.5	<i>Adiabatic Calorimeter</i>	27
Gambar 3.6	<i>Stopwatch</i>	28
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Antara Kadar Tetes Tebu Terhadap Kekuatan Tekan Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Variasi Tekanan Pembriketan	50
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Kadar Tetes Tebu Terhadap Nilai Kalor Briket Kulit Kacang Tanah	52
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Kadar Tetes Tebu Terhadap Kecepatan Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah	53
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara Kadar Tetes Tebu Terhadap Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah	54

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi kulit kacang tanah berdasarkan analisa <i>proximate</i>	14
Tabel 2.2	Komposisi kulit kacang tanah berdasarkan analisa <i>ultimate</i>	14
Tabel 2.3	Komposisi tetes tebu	16
Tabel 3.1	Data rancangan penelitian	32
Tabel 3.2	Data rancangan penelitian	32
Tabel 3.3	Dancangan penganmatan model dua arah dengan pengulangan	35
Tabel 3.4	Analisis varian	37
Tabel 4.1	Data hasil pengujian diperoleh nilai gaya tekan	39
Tabel 4.2	Data hasil pengujian diperoleh nilai kalor	39
Tabel 4.3	Data hasil pengujian diperoleh nilai massa awal briket	40
Tabel 4.4	Data pengujian diperoleh nilai massa abu	40
Tabel 4.5	Data pengujian diperoleh waktu pembakaran briket	40
Tabel 4.6	Data hasil perhitungan kekuatan tekan briket kulit kacang tanah.	41
Tabel 4.7	Data hasil perhitungan kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah	42
Tabel 4.8	Data hasil perhitungan kadar abu briket kulit kacang tanah	42
Tabel 4.9	Kekuatan tekan	45
Tabel 4.10	Analisis varian dua arah untuk kekuatan tekan	47
Tabel 4.11	Analisis varian untuk nilai kalor	48
Tabel 4.12	Kecepatan pembakaran	48
Tabel 4.13	Kadar abu	49

DAFTAR LAMPIRAN

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RINGKASAN

Albas Tomi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2010. *Pengaruh Penambahan Kadar Tetes Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah.*

Dosen Pembimbing : **Rudy Soenoko, Slamet Wayudi.**

Kekhawatiran akan semakin menipisnya dan mahal nya Bahan Bakar Minyak (BBM) semakin terasa dalam beberapa tahun terakhir sehingga timbul pemikiran untuk mengolah biomas yang kurang termanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif. Kulit kacang tanah belum termanfaatkan sepenuhnya, padahal Kulit kacang tanah merupakan biomas dengan kandungan energi yang relatif besar. Apabila kulit kacang tanah tersebut diolah bersama-sama bahan perekat akan menjadi satu bahan bakar padat buatan sebagai bahan bakar alternatif. Dalam penelitian ini, yang akan diteliti adalah kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah meliputi nilai kalor; kecepatan pembakaran dan kadar abu. Variabel bebas yang dipakai adalah kadar perekat tetes tebu yang komposisinya masing - masing 4%, 8%, 12%, 16%, 20% (persentase massa briket), sedangkan variabel terkontrol yang dipakai dalam penelitian adalah tekanan pembriketan sebesar 50 kgf/cm² dan 80 Kgf/cm². Dari penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan rata - rata tertinggi yang dicapai pada kadar tetes tebu 16% tekanan pembriketan 80 kgf/cm² yaitu sebesar 17,78 kgf/cm², nilai kalor rata - rata tertinggi pada kadar tetes tebu 20% dengan nilai 4863,85 Kal/gr, laju pembakaran rata-rata tertinggi pada kadar tetes tebu 4% tekanan pembriketan 50 kgf/cm² sebesar 0,423 gr/menit, dan untuk kadar abu didapat kadar abu rata -rata tertinggi pada briket dengan kadar tetes tebu 20% tekanan 80 kgf/cm² sebesar 24,80%.

Kata kunci: briket, karakteristik pembakaran, kuat tekan, kulit kacang tanah, tetes tebu

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.

Fenomena lain yang dihadapi adalah masalah sampah. Pada awal kehidupan manusia sampah belum menjadi suatu masalah. Perkembangan IPTEK dan pertambahan jumlah penduduk dengan ruang yang tetap, masalah sampah menjadi suatu yang kompleks dari segi ekonomi, sosial dan kesehatan. Sampah yang selama ini diabaikan memiliki kandungan energi yang cukup besar untuk dijadikan bahan bakar alternatif. Salah satu dari limbah pertanian adalah kulit kacang tanah (*Arachis Hipogaea*). Keberadaan kulit kacang tanah dianggap sebagai limbah pertanian yang biasa dibakar atau dibuang. Namun kulit kacang tanah adalah salah satu energi biomassa yang memiliki energi cukup besar untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan briket (Effendy 2009). Sehingga pemanfaatan kulit kacang tanah sebagai bahan bakar untuk energi perlu dipertimbangkan.

Salah satu teknologi paling sederhana yang dapat merubah kulit kacang tanah menjadi lebih praktis adalah mengolahnya menjadi briket. Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan (Adnan, I.U,1988). Briket merupakan bahan bakar berbentuk padat yang dan termasuk bahan bakar alternatif atau merupakan pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan memungkinkan untuk dikembangkan secara masal dalam waktu yang relatif singkat dan peralatan yang sederhana.

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat pengikat sehingga dihasilkan briket yang kompak (Nanda, A, 2008). Penambahan kadar perekat tentunya akan mengurangi jumlah bahan bakar utama. Dari latar belakang diatas, maka perku diadakan penelitian mengenai pengaruh penambahan kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Agar dapat memberikan gambaran yang jelas dan tidak terjadi penyimpangan arah pembahasan dari penelitian ini perlu adanya rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

“Bagaimana pengaruh penambahan kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah?”.

1.3 Batasan masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian yang dilakukan adalah pada briket kulit kacang tanah yang berasal dari sisa hasil pertanian di Malang.
2. Perekat yang digunakan adalah tetes tebu.
3. Tekanan pembentukan briket adalah 50 dan 80 (Kg/cm^2).
4. Persentase penambahan tetes tebu adalah 4; 8 ;12; 16; 20 (% massa)
5. Briket silinder dengan dimensi: $d = 5\text{cm}$ $h = 13,4\text{ cm}$.
6. Penelitian yang dilakukan mengenai kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran yang di teliti dibatasi pada Nilai Kalor Pembakaran (*Heating Value*), Laju Pembakaran (*Combustion Velocity*), dan Kadar Abu (*Ash Content*) dari briket kulit kacang tanah.

1.4 Tujuan Penelitan

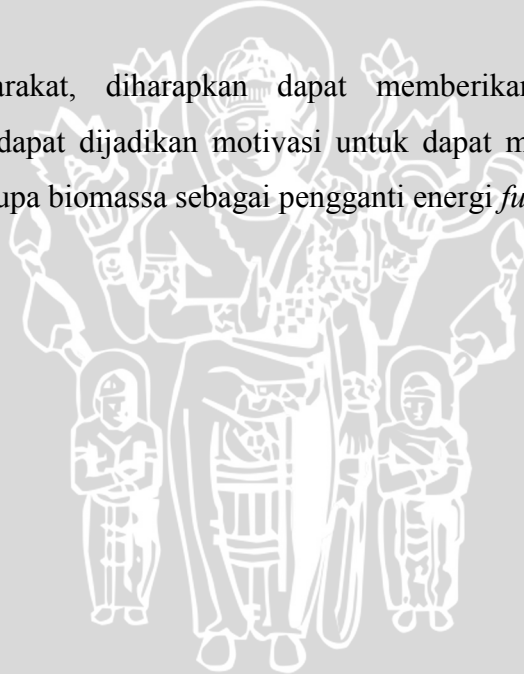
Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kekuatan tekan briket dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah sebagai bahan bakar alternatif meliputi Kalor

Pembakaran (*Heating Value*), Laju pembakaran (*Combustion Velocity*), dan Kadar Abu (*Ash Content*).

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti diharapkan bisa menerapkan teori yang ada dan ditambah dengan pengetahuan peneliti dalam bidang Energi Alternatif Biomassa.
2. Memberikan informasi kepada dunia Industri khususnya dalam pengembangan dan produksi sumber energi alternatif yang berasal dari biomassa.
3. Bagi Masyarakat, diharapkan dapat memberikan informasi, yang kedepannya dapat dijadikan motivasi untuk dapat memanfaatkan energi alternatif berupa biomassa sebagai pengganti energi *fuel*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian tentang kulit kacang tanah sebelumnya yang menjadi dasar untuk penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

Arif, (2009) melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit kacang tanah untuk pembuatan briket sebagai sumber bahan bakar alternatif. Hasil uji pembakaran adalah temperatur pembakaran pada udara terbuka relatif lebih rendah dari pada temperatur pembakaran pada kompor briket. Sedangkan durasi pembakaran lebih lama pada kompor briket dibandingkan pada udara terbuka. Efisiensi thermal kompor dengan menggunakan briket arang kulit kacang tanah adalah 16%. Perbandingan dengan kompor minyak tanah menunjukkan bahwa 1.0 kg briket ekuivalen dengan 0,231 liter minyak tanah.

Setio, (2009) melakukan penelitian tentang kajian pengaruh komposisi dan perekat pada pembuatan briket sekam padi terhadap kalor yang dihasilkan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan ,yaitu: sampel terbaik pada komposisi briket adalah sampel A= sekam padi : serbuk gergaji kayu karet : biji jarak pagar : perekat (gram)= 4 : 5 : 1 : 0,9 tanpa dioven karena mempunyai nilai kalor pembakaran yang besar (1746,57 KJ) dan waktu pembakaran diatas temperatur 80°C yang lama, yaitu: 19,5 menit dan sampel terbaik pada variasi perekat adalah sampel yang memakai perekat amilum tepung beras ketan karena mempunyai nilai kalor pembakaran yang besar (920,880 KJ) dan waktu pembakaran diatas temperatur 80°C terlama (21,5 menit).

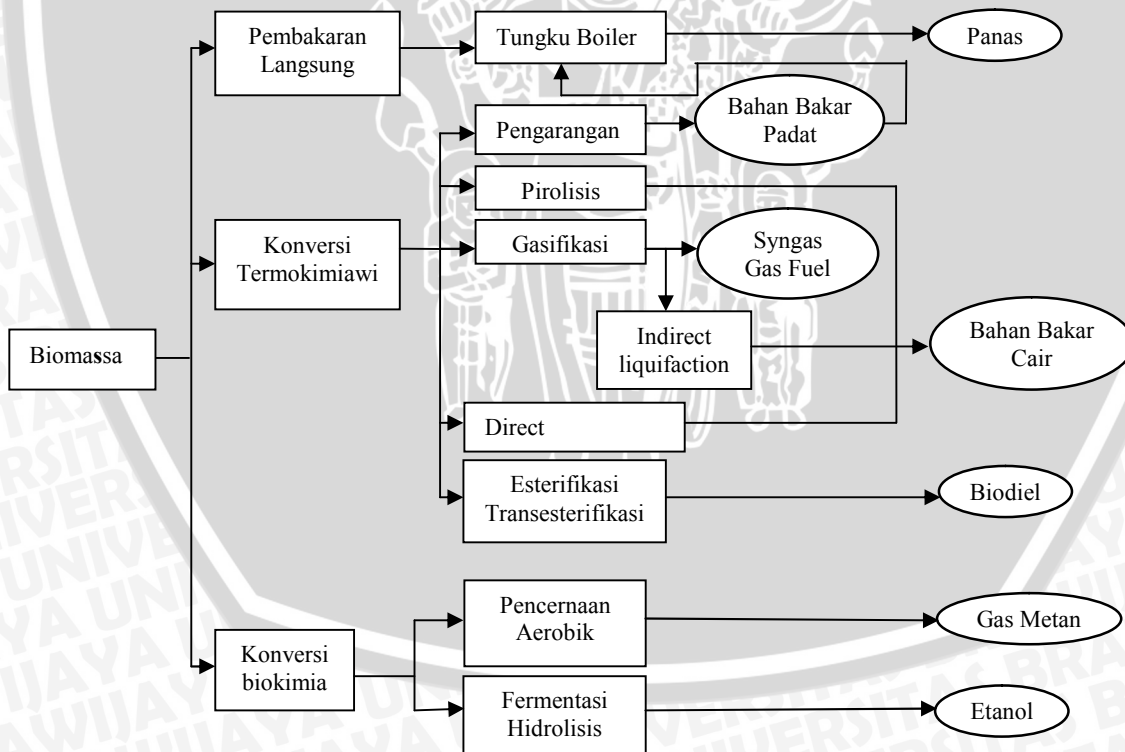
2.2 Bahan Bakar Briket

Menurut Ardan (1998), briket adalah gumpalan yang dari bahan lunak yang dikreraskan. 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.

Agar biomassa bisa digunakan sebagai bahan bakar maka diperlukan teknologi untuk mengkonversinya. Terdapat beberapa teknologi untuk konversi biomassa, dijelaskan pada Gambar 2.1. Teknologi konversi biomassa tentu saja membutuhkan perbedaan pada alat yang digunakan untuk mengkonversi biomassa dan menghasilkan perbedaan bahan bakar yang dihasilkan.

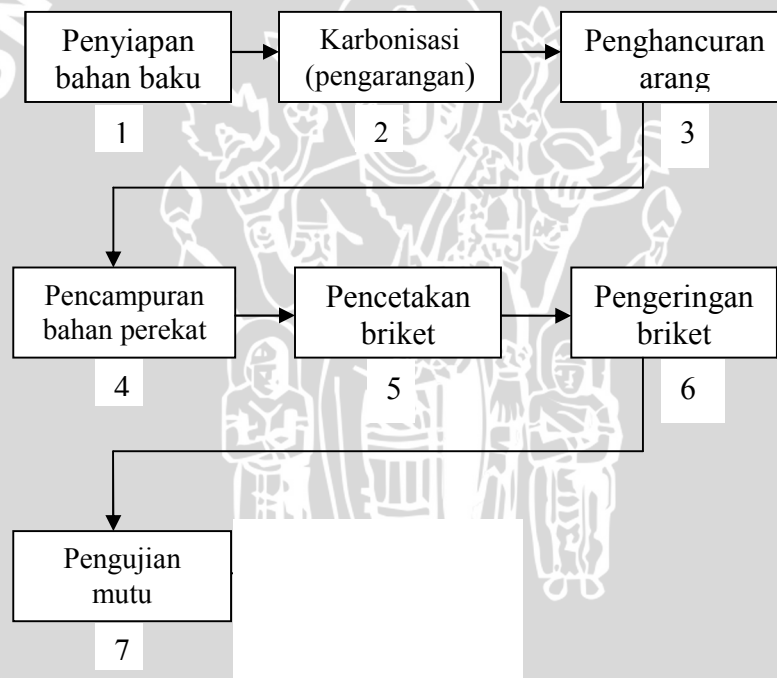


Gambar 2.1 Teknologi Untuk Konversi Biomassa
(Sumber: <http://web.ipb.ac.id/elearning/media/Energi dan Listrik Pertanian>)

2.2.1 Proses Pembriketan

Proses pembriketan adalah proses pengolahan bahan lunak 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. Tujuan dari pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas bahan sebagai bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan.

Proses pembuatan briket bio arang secara umum melalui beberapa tahapan. Adapun tahapan tersebut dapat ditunjukkan dengan bagan alir seperti pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Proses Pembuatan Briket Bio Arang
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 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. Tujuannya agar selama proses pengurangan bahan baku dapat menjadi arang lebih sempurna, yakni dengan tidak terpengaruh zat-zat lainnya.

b) Proses karbonisasi (pengarangan)

Untuk proses pengarangan yakni, suatu proses pembakaran dari material bahan baku dengan kondisi udara yang dibatasi untuk menghasilkan kadar karbon yang tinggi pada bahan baku. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Secara sederhana terbentuknya arang karbon dari proses karbonisasi ini yakni, bahan yang akan dibakar dimasukkan dalam lubang atau drum yang terbuat dari plat besi, dengan terlebih dahulu diberi lubang lubang kecil pada bagian dasar agar udara yang masuk terbatas. Kemudian dinyalakan sehingga bahan baku tersebut terbakar, pada saat pembakaran, drum atau lubang ditutup sehingga hanya ventilasi yang dibiarkan terbuka. Ini bertujuan sebagai jalan keluarnya asap. Sekitar 10 menit akan terlihat mengepul asap putih dari atas drum yang menandakan bahwa pengarangan telah dimulai dari bagian dasar. Berangsur-angsur sampah dalam drum menyusut seiring dengan terjadinya pengarangan. Setelah semua bahan dalam drum sudah menjadi arang, segera didinginkan dengan menutup ventilasi pada drum agar bara dalam arang mati.

Pada umumnya suhu yang digunakan sekitar 500-800°C. Dengan proses karbonisasi zat-zat terbang yang terkandung dalam briket tersebut diturunkan serendah mungkin sehingga produk tersebut tidak berbau dan berasap.

Penjelasan lebih lengkap tentang proses karbonisasi akan dijelaskan pada sub bab proses karbonasi (2.3).

c) Penggilingan arang

Setelah drum dingin, seluruh arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi yang masih berbentuk aslinya dituangkan. Selanjutnya, arang digiling sehalus mungkin. Untuk mendapatkan butir arang yang sesuai dengan meshing maka serbuk hasil penggilingan tadi kita ayak, sehingga dapat diperoleh butiran arang yang seragam.

d) Pencampuran bahan perekat

Serbuk arang yang telah seragam sesuai meshing 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 diangkut. 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. Penjelasan lebih detail tentang jenis perekat akan dibahas pada sub bab bahan perekat.

e) Pencetakan adonan

Pada proses pencetakan adonan ini, intinya membentuk adonan arang dan perekat hingga menjadi briket dengan bentuk dan dimensi yang diinginkan. Adapun proses pencetakannya yakni, adonan arang 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 arang kurang sempurna. Ketangguhan dari briket arang akan meningkat seiring dengan meningkatnya

kerapatan briket arang yang dihasilkan. Pengempaan bisa dilakukan baik dengan alat sederhana seperti alat pencetak dari paralon maupun kempa dengan sistem hidrolik. Proses pengempaan yang baik akan mempengaruhi kualitas dari briket arang.

f) Pengerinan briket

Briket arang yang telah terbentuk langsung dikeringkan di bawah sinar matahari. Tujuannya agar kandungan uap air yang terdapat dalam briket arang dapat menguap sehingga akan memudahkan saat dinyalakan serta kalor yang dihasilkan dari briket arang dapat lebih maksimal. Pengerinan ini biasanya dilakukan minimal selama 2 jam di bawah sinar terik matahari.

g) Pengujian mutu

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

2.2.2 Parameter Yang Berpengaruh Pada Pembuatan Briket

Beberapa faktor yang mempengaruhi pembriketan antara lain:

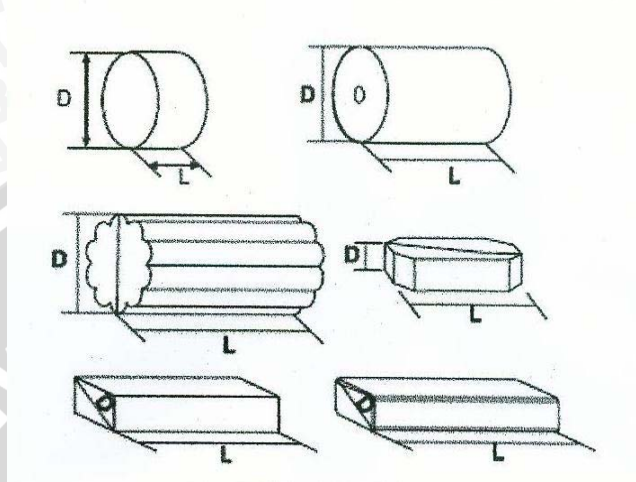
- (a) **Ukuran dan distribusi butir briket**, ukuran butir mempengaruhi kekuatan briket yang dihasilkan, karena ukuran yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula sehingga kuat tekan briket akan semakin besar. Sedangkan distribusi ukuran akan menentukan kemungkinan penyusunan (*packing*) yang lebih baik, akan makin kuat daya rekat antar butirnya apabila telah dicampurkan bahan perekat. Ukuran butir juga memengaruhi proses pembakaran karena ukuran butir semakin halus akan semakin memperbesar bidang sentuh pada permukaan sehingga kontak langsung dengan udara, maka akan semakin baik dan reaksi pembakaran dapat berlangsung dengan baik.
- (b) **Tekanan mesin pencetak**, proses pengempaan pada pembuatan briket ini akan menentukan ketangguhan dari briket yang dihasilkan. Idealnya suatu briket tidak rapuh dan tidak mudah pecah apabila dipindahkan. 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**, akan berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan. Apabila kandungan airnya tinggi, maka panas yang dihasilkan briket saat pembakatan rendah, karena sebagian panas akan dipergunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang ada dalam briket. Kalor setelah dipergunakan menguapkan air, baru dapat dimanfaatkan sebagai penghasil energi.
- (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, kecepatan 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.

2.2.3 Bentuk Briket

Bentuk briket biomassa berdasarkan standard eropa (CEN / *The European Committee For Standarization*) dapat dilihat pada gambar 2.3 dan 2.4.



Gambar 2.3 Bentuk briket biomassa

Sumber : Belbo, H, 2006

Dimana: L = Panjang briket
D = Diameter briket



Gambar 2.4 Contoh briket biomassa

Sumber : <http://www.bashles.ru/eng/product/briket/>

2.3 Proses Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pengubahan bahan baku padat menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Proses karbonisasi ini biasanya dilakukan dengan memasukkan bahan organik ke dalam ruangan yang dindingnya tertutup, seperti dalam tanah atau tangki yang terbuat dari plat besi. Setelah bahan dimasukkan, bahan disulut api hingga terbakar. Nyala api tersebut dikontrol, dengan tujuan agar bahan yang dibakar tidak menjadi abu, tetapi menjadi arang yang masih terdapat energi di dalamnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai briket.

Proses karbonisasi merupakan salah satu tahap yang penting dalam pembuatan briket bioarang (Widowati, 2003). Pada umumnya proses ini dilakukan pada temperatur 500 – 800 °C. Kandungan zat yang mudah menguap akan hilang sehingga akan terbentuk struktur pori awal.

Nugroho, 2008, menganalisa dari segi kimia bahwa suatu proses karbonisasi merupakan suatu proses untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang. Pada proses karbonisasi akan melepaskan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂ serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O dan tar cair. Agar kita lebih memahami proses karbonisasi kita hendaknya mengkaji terlebih dahulu proses pirolisis.

Pirolisis atau bisa disebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen (Menurut Nugroho A P, 2008,) Proses ini sebenarnya bagian dari proses karbonisasi yaitu proses untuk memperoleh karbon atau arang, tetapi sebagian menyebut pada proses pirolisis merupakan high temperature carbonization (HTC), lebih dari 500 °C. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon, cairan berupa campuran tar dan beberapa zat lainnya. Produk lainn adalah gas berupa karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄) dan beberapa gas yang memiliki kandungan kecil

Klingel dkk, 2004, meneliti pengaruh temperatur pirolisis terhadap gas-gas yang dihasilkan. Hasilnya menunjukkan bahwa temperatur pirolisis yang lebih tinggi akan menghasilkan gas yang mudah terbakar (*combustible gas*) lebih banyak seperti CO, metana, etana, dan lain-lain. Semakin tinggi temperatur, laju pembakaran maksimum juga meningkat dan terjadi lebih cepat.

2.4 Pengikat Bahan Bakar Briket

Pengikat pada briket berfungsi untuk mengikat bahan baku dan kemudian dipress kedalam bentuk briket. Secara umum pengikat dibagi dua jenis, yaitu:

a. Pengikat Organik

Bahan pengikat organik adalah bahan pencampur dalam pembuatan batubara karbonasi, tanpa karbonasi, maupun briket biomassa yang berfungsi untuk merekatkan antar permukaan partikel -partikel dan dapat merembes ke permukaan dengan cara absorpsi sebagian kedalam pori –pori atau celah yang ada. Beberapa contoh pengikat organik adalah :

- Tetes Tebu / *Molasses*
- Resin
- Tepung Kanji
- *Coal tar*

b. Pengikat non-organik

Bahan pengikat non-organik adalah bahan pencampur pada pembuatan briket batubara karbonasi, tanpa karbonasi, maupun briket biomassa yang berfungsi sebagai perekat antar permukaan partikel – partikel batubara maupun biomassa yang tidak reaktif (inert) dan berfungsi sebagai stabilizer selama pembakaran (Mentri Energi dan Sumberdaya Mineral, 2006). Beberapa jenis pengikat non-organik adalah:

- *Clay* / tanah liat
- *Lime* / batu kapur
- *Cement*

2.5 Kulit Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea*) merupakan tanaman polong-polongan atau legum kedua terpenting setelah kedelai di Indonesia. Kacang tanah merupakan sejenis tanaman tropika. Ia tumbuh secara perdu setinggi 30 hingga 50 cm (1 hingga 1½ kaki) dan mengeluarkan daun-daun kecil. Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan namun saat ini telah menyebar ke seluruh dunia yang beriklim tropis atau subtropis.

Komposisi kimia kulit kacang tanah yang berdasarkan analisa *proximate* dapat dilihat pada tabel 2.1 dan untuk analisa *ultimate*-nya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.1 Komposisi kulit kacang berdasarkan analisa *proximate*

Komposisi	Total (%)
<i>Dry Matter (%)</i>	70.50
<i>Fixed Carbon (%)</i>	15.50
<i>Crude protein (%)</i>	5.23
<i>Crude fiber (%)</i>	5.35
<i>Ether extract (%)</i>	3.42

Sumber: S. Jekayinfa and O. Omisakin, May 2005

Tabel 2.2 Komposisi kulit kacang berdasarkan analisa *ultimate*

Komposisi	Total (%)
<i>Total carbon (%)</i>	45.92
<i>Hydrogen (%)</i>	16.57
<i>Sulphure (%)</i>	0.11
<i>Nitrogen (%)</i>	1.09
<i>Oxygen By difference (%)</i>	36.31

Sumber: A G Mohod, Desember 2007

Dengan melihat komposisi dari kulit kacang diatas, terdapat cukup besar potensi pada kulit kacang bila dimanfaatkan menjadi sumber energi biomassa. Nilai kalor yang dimiliki oleh kulit kacang tanah relatif mendekati dari nilai kalor batubara kualitas rendah, memang nilai kalor dari biomassa lebih rendah dari batubara, tetapi jika dilihat dari aspek polusinya jauh lebih rendah dibandingkan polusi dari

pembakaran batubara. Kandungan dari kulit kacang juga mempunyai kadar sulfur yang rendah sehingga kadar pencemaran gas saat dibakar relatif kecil. Perlu diingat bahwa penggunaan biomasa tidak cocok digunakan pada pembakaran temperatur tinggi karena abu dari biomasa mempunyai titik leleh yang lebih rendah dibandingkan titik leleh batubara, sehingga penggunaan dari briket arang lebih cocok digunakan untuk skala rumah tangga. Tekanan pembriketan

Briket biomasa umumnya akan mengembang kembali (relaksasi) setelah proses pembriketan dan hasilnya mempunyai ketahanan yang rendah. Kedua sifat ini akan menimbulkan masalah pada pengepakan, transportasi, dan penyimpanan. Dengan melihat kelemahan tersebut, saya mengambil solusi dengan memvariasikan kadar perekat dari briket arang dengan harapan mampu menghasilkan briket arang dengan ketahanan (durability) yang baik serta nilai kalor yang tinggi. Briket biomasa juga mempunyai sifat cepat terbakar dan mudah dinyalakan dibandingkan briket batubara namun, juga mudah habis saat proses pembakaran berlangsung. Hal ini disebabkan karena kadar volatile dari biomasa umumnya tinggi. Abu yang dihasilkan dari biomass juga lebih ramah dibandingkan abu dari batubara karena banyak mengandung mineral.



Gambar 2.5 Kulit Kacang Tanah
Sumber : www.jakartacitydirectory.com

2.6 Tetes Tebu

Tetes tebu adalah salah satu hasil samping yang berasal dari proses pembuatan gula tebu (sukrosa). Tetes masih memiliki nilai ekonomi karena kandungan gulanya yang tinggi yaitu sekitar 52 persen, sehingga memungkinkan dijadikan bahan baku berbagai industri (Baikow, 1982).

Salah satu jenis pengikat organik yang dapat digunakan pada bahan bakar padat adalah tetes tebu. Tetes tebu (*molasses*) merupakan limbah cair yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula dan memiliki nilai kalor sebesar 4250 kcal/Kg (Hugot, 1986). Berikut diberikan komposisi dari tetes tebu:

Tabel 2.3 Komposisi Tetes Tebu

Komposisi	Total (%)
Air	20
Sukrosa	35
Fruktosa	9
Glukosa	7
<i>Other Reducing sugar</i>	3
<i>Other carbohydrate</i>	4
<i>Nitrogenous Coumpound</i>	4,5
<i>Non-nitogenous acids</i>	5
<i>Ash (abu)</i>	12
Lainnya	0,5

Sumber : Curtin, 1983

Jenis – jenis molasses menurut pengendali makanan di Amerika AAFCO (*The Association of America Feed Control Officials*), 1982 ada 5 jenis (Leo, Curtin, 1983), yaitu :

- *Cane Molasses*

Merupakan suatu produk sampingan dalam pembuatan sukrosa yang diperoleh dari batang tebu dengan kandungan gula 46% dan kadar air 27%.

- *Beet Molasses*
Merupakan suatu produk sampingan dari pembuatan sukrosa bit tebu dengan kandungan gula 48%.
- *Citrus Molasses*
Berasal dari sari buah yang dikeringkan kemudian mengental dengan kandungan gula 45%.
- *Hemicellulose extract*
Adalah hasil sampingan dari pengepresan kayu dengan menggunakan cuka, alkali dan garam. Kandungan terdiri dari pentose, hexose sugar, dan total karbohidrat tidak kurang 55%.
- *Starch molasses*
Merupakan suatu hasil sampingan dari dextrose yang terbuat dari kanji. Diperoleh dari butiran gandum dengan kandungan gula 50%.



Gambar 2.6 Tetes Tebu

Sumber : <http://toyadharmajstransportation.services.officelive>.

2.7 Tekanan Pembriketan

Menurut Abdullah dkk. (1991), besarnya tekanan pembriketan akan berpengaruh terhadap densitas dan porositas yang dimiliki briket 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 pembakaran. Oleh karena itu perlu diteliti tekanan pembriketan yang tepat agar diperoleh briket yang bermutu baik.

2.8 Proses Pembakaran

Prinsip pembakaran bahan bakar sejatinya adalah reaksi kimia bahan bakar dengan oksigen (O). Kebanyakan bahan bakar mengandung unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Belerang (S). Akan tetapi yang memiliki kontribusi yang penting terhadap energi yang dilepaskan adalah C dan H. Masing-masing bahan bakar mempunyai kandungan unsur C dan H yang berbeda-beda.

Proses pembakaran terdiri dari dua jenis yaitu pembakaran lengkap (*complete combustion*) dan pembakaran tidak lengkap (*incomplete combustion*). Pembakaran sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang bereaksi dengan oksigen hanya akan menghasilkan CO_2 , seluruh unsur H menghasilkan H_2O dan seluruh S menghasilkan SO_2 . Sedangkan pembakaran tak sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang dikandung dalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen dan gas yang dihasilkan tidak seluruhnya CO_2 . Keberadaan CO pada hasil pembakaran menunjukkan bahwa pembakaran berlangsung secara tidak lengkap.

Pada umumnya pembakaran tidak menggunakan oksigen murni melainkan memanfaatkan oksigen yang ada di udara. Jumlah udara minimum yang diperlukan untuk menghasilkan pembakaran lengkap disebut sebagai jumlah udara teoritis (atau stoikiometrik). Akan tetapi pada kenyataannya untuk pembakaran lengkap udara yang dibutuhkan melebihi jumlah udara teoritis. Kelebihan udara dari jumlah udara teoritis disebut sebagai *excess air* yang umumnya dinyatakan dalam persen. Parameter yang sering digunakan untuk mengkuantifikasi jumlah udara dan bahan bakar pada proses pembakaran tertentu adalah rasio udara-bahan bakar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat, antara lain :

1. Ukuran partikel

Partikel yang lebih kecil ukurannya akan lebih cepat terbakar.

2. Kecepatan aliran udara

Laju pembakaran biobriket akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur

3. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan *volatile matter* dan kandungan *moisture*.

4. Temperatur udara pembakaran

Kenaikan temperatur udara pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran.

2.9 Hubungan Penambahan Kadar Tetes Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Karakteristik Pembakaran.

Perekat dalam pembuatan briket berfungsi untuk mengikat antar partikel penyusun briket. Penambahan berat lem kanji dengan berat arang maka nilai kuat tekan yang dihasilkan semakin besar (Yudanto, 2005) . Dalam hal ini tetes tebu yang merupakan limbah dari pembuatan gula juga dapat digunakan sebagai perekat dalam pembuatan briket biomassa. Dengan demikian semakin besar penambahan tetes tebu maka akan meningkatkan kekuatan tekan briket tersebut.

Nilai kalor tetes tebu adalah sebesar 6783,89 kcal/Kg, sedangkan nilai kalor dari kulit kacang tanah adalah sebesar 4249 kcal/Kg (Mohod, 2003). Dengan demikian semakin besar penambahan tetes tebu pada pembuatan briket Kulit kacang tanah maka akan didapatkan nilai kalor briket kulit kacang tanah yang semakin tinggi.

Semakin besar konsentrasasi perekat maka waktu untuk pembakaran briket akan semakin lama (Puspitasari 2009). Dengan demikian semakin besar penambahan tetes tebu maka akan mengurangi laju pembakaran briket kulit kacang tanah.

Nilai kadar abu dari tetes tebu adalah 12 % (Curtin, 1983) dan nilai kadar abu dari kulit kacang tanah adalah 2,3% (Mohod 2007). Dengan demikian semakin besar penambahan kadar tetes tebu maka akan menaikkan kadar abu (*fly ash*).

2.10 Kekuatan Tekan

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/cm², kekuatan tekan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 berikut:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2-1)$$

Dimana:

P = Kekuatan Tekan (Kgf/cm²)

F = Gaya Penekanan (Kgf)

A = Luas Alas Briket (cm²)

2.11 Karakteristik Pembakaran

Karakteristik pembakaran ditentukan oleh faktor waktu, suhu, dan kualitas udara (kelembaban). Karakteristik pembakaran bahan bakar padat dipengaruhi oleh jumlah bahan bakar yang dibakar dan jenis tungku yang digunakan. (Tekmira, 2005).

2.11.1 Nilai Kalor Pembakaran

Nilai kalor pembakaran adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan berat bahan bakar ketika terjadi pembakaran sempurna dalam keadaan dalam keadaan *steady-flow* (cengel, 2002). Nilai kalor pembakaran diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu nilai kalor pembakaran tinggi (*High Heating Value* atau HHV) dan nilai kalor pembakaran rendah (*Low Heating Value* atau LHV). Metode penentuan nilai kalor dapat menggunakan bom kalori meter dan rumus dulong petit.

Nilai Kalor pembakaran tinggi (HHV) adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan bahan bakar tanpa memperhitungkan jumlah kalor yang dikeluarkan akibat terbentuknya uap air (H₂O). sedangkan Nilai Kalor bawah (LHV) adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan massa bahan bakar dengan memperhitungkan kerugian panas akibat terbentuknya uap air (H₂O).

Dengan menggunakan peralatan di laboratorium, yaitu *bomb calorimeter* nilai kalor dapat dihitung dengan rumus yaitu:

$$HHV = \frac{[(\Delta T) \times EEV] - (e_1 + e_2)}{m} - \epsilon_s \quad (\text{Parr Operating Instruction, 1987}) \quad (2.2)$$

Dimana:

HHV = Nilai Kalor Pembakaran Tinggi (Kal/gr)

EE_E = *Energy Equivalent Calculate* saat pembakaran terjadi (Kal/ °C)

ΔT = kenaikan suhu pembakaran didalam bom kalorimeter(°C)

m = Massa sampel (gr)

e_1 = koreksi panas karena pembentukan asam (Kal)

e_2 = koreksi pembakaran dari kawat pembakar (kal)

e_s = koreksi sulfur yang ada pada bahan bakar (kal/gr)

- *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*).

$$HHV = 14544C + 62028\left(H - \frac{O}{8}\right) + 4050S \text{ Btu/lb} \quad (\text{Wardana, 2008 : 32}) \quad (2.3)$$

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

$$LHV = HHV - xLH \text{ panas laten dari uap air} \quad (\text{Wardana, 2008 : 32}) \quad (2.4)$$

Dimana:

x = massa H_2O yang terbentuk dalam proses pembakaran tiap satuan massa bahan bakar.

LH = panas laten penguapan H_2O

= 1080 (Btu / lb H_2O)

= 600 (kkal / Kg H_2O)

= 2400 (kJ / Kg H_2O)

2.11.2 Laju Pembakaran

Pada difusi laju pembakaran dapat didefinisikan banyaknya massa bahan bakar yang terbakar tiap satuan waktu. Dimana besarnya laju pembakaran dapat diperoleh dari persamaan 2.5:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa}_{bb \text{ awal}} - \text{Massa}_{bb \text{ akhir}}}{\text{Waktu Pembakaran}} \quad (\text{Hudaya, 1981}) \quad (2.5)$$

2.11.3 Kadar Abu (*Ash Content*)

Kadar abu diukur dengan membakar sampel briket kulit kacang tanah secara keseluruhan pada tungku. Kemudian massa dari sisa pembakaran ditimbang .

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat residu}}{\text{Berat sampel bahan bakar}} \times 100\% \quad (\text{Sukandarrumidi, 1995 : 72}) \quad (2.6)$$

2.12 Hipotesa

Dengan semakin bertambahnya kadar tetes tebu maka akan meningkatkan kandungan karbon serta meningkatkan daya rekat antar butiran penyusun briket sehingga akan memperbesar kekuatan tekan dan memperbaiki karakteristik pembakaran.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan dan penambahan tetes tebu (*molasses*) terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

3.2 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan besarnya presentase tetes tebu (*molasses*) dengan kulit kacang tanah yaitu : {(4;96), (8;92), (12;88), (16;84), (20;80) dalam persentase massa.

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah:

- Kekuatan Tekan (Kgf/cm^2)
- Nilai kalor pembakaran (KJ/Kg)
- Kecepatan pembakaran (gram/menit)
- Kadar Abu (%)

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah tekanan pembriketan sebesar 50 dan 80 Kg/cm^2 (nilai tekanan pada *pressure gauge* hidrolis mesin cetak).

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September sampai Oktober 2010. Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

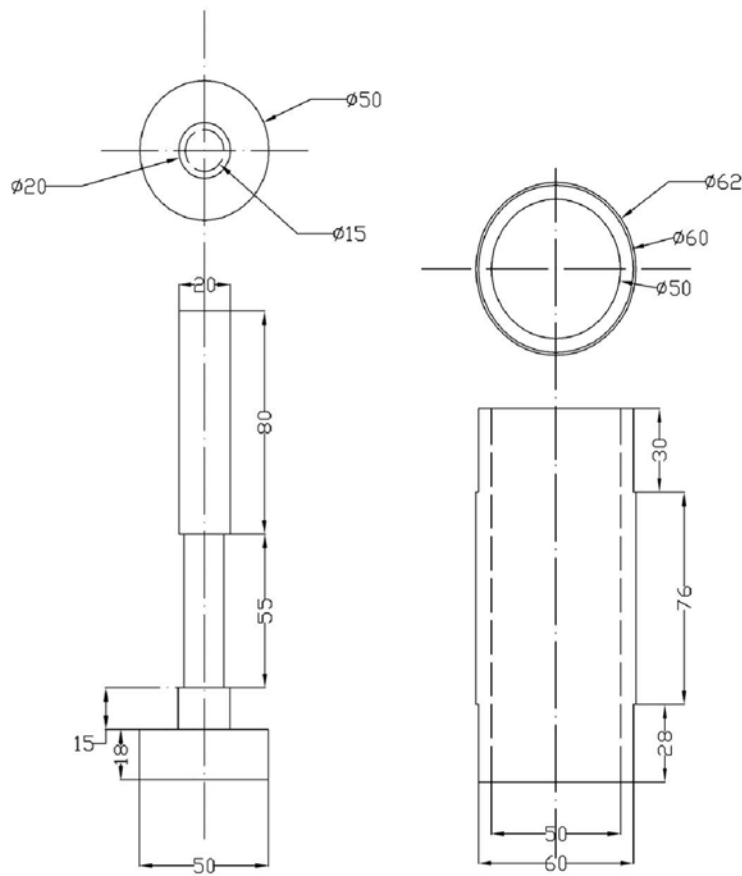
- Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk menguji nilai kalor, kecepatan pembakaran, dan kadar abu.
- Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan pengepresan briket.

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 kulit kacang dan tetes tebu menjadi briket. Pada penelitian ini menggunakan cetakan briket yang berbentuk silinder, cetakan bahan dari baja, seperti terlihat pada gambar 1 dibawah ini dan memiliki dimensi sebagai berikut:



Gambar 3.1 Cetakan Briket
Sumber : Dokumentasi Pribadi

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 kulit kacang tanah dimasukkan kedalam cetakan Kemudian ditekan menggunakan alat seperti terlihat pada gambar 3.2, sehingga dihasilkan briket kulit kacang dalam bentuk padat. Spesifikasi dari alat press yang digunakan dalam pembuatan briket kulit kacang tanah:



Gambar 3.2 Alat pres hidrolik
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Merk	: <i>Hydraulic Press</i> Nagasaki Jack Co.,LTD
Type	:NSP-15
Kapasitas	: 15 ton
Buatan	: Nagasaki Jack Co.,LTD, Japan

3. Timbangan Digital

Timbangan pada gambar 3.3 digunakan untuk mengukur berat dari bahan yang digunakan dalam pembuatan briket kulit kacang tanah yang terdiri dari kulit kacang tanah dan tetes tebu. 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 : Dokumentasi Pribadi

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

4. 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 3.4 dibawah ini. Berikut gambar spesifikasi dari alat uji kekuatan tekan yang digunakan:



Gambar 3.4 : Alat Uji Kekuatan Tekan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

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

5. *Adiabatic Calorimeter*

Alat alat pada gambar 3.6 digunakan untuk menguji nilai kalor dari komposisi briket kulit kacang tanah yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui berapa nilai kalor dari briket kulit kacang tanah tersebut. Berikut gambar dan spesifikasi dari adiabatic calorimeter yang digunakan.



Gambar 3.5 *Adiabatic Calorimeter*
Sumber : Dokumentasi Pribadi

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 kecepatan pembakaran dari briket arang kulit kacang tanah.



Gambar 3.7 *Stopwatch*
Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Briket Kulit Kacang Tanah

Dalam melakukan pembuatan briket kulit kacang tanah, maka langkah – langkah yang harus dilakukan antara lain adalah :

1. Proses Pengarangan atau Karbonisasi

- Kulit kacang tanah dicuci bersih sehingga terbebas dari debu, tanah dan zat pengotor lainnya. Kulit kacang yang sudah dicuci ini dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari kurang lebih selama 12 jam untuk memastikan bahwa kulit kacang tanah sudah benar-benar kering.
- Kulit kacang yang telah bersih dan kering kemudian dimasukkan ke dalam drum untuk dilakukan proses karbonisasi atau pengarangan. Dimana drum tersebut sudah terlebih dahulu diberi lubang-lubang kecil berdiameter 5mm pada bagian dasar agar ada udara yang masuk serta api dapat membakar kulit kacang.
- Setelah bahan baku kulit kacang dimasukkan kurang lebih $\frac{3}{4}$ dari volume drum. Drum dinaikkan ke atas tatakan batu bata setinggi $\pm 5-10$ cm, pada

3 lokasi titik. Selanjutnya, di bawah tungku kemudian di beri potongan kayu bakar atau serutan kayu yang kering sebagai umpan yang telah diberi sedikit minyak tanah. Setelah api dinyalakan, tunggu sampai nyala bara api merembet ke dalam tungku melalui lubang udara sehingga bahan baku kulit kacang tanah yang terdapat di dalam tungku dapat terbakar.

- d. Kita tunggu kurang lebih 15 menit hingga terlihat asap putih mengepul dari atas drum. Hal ini menandakan proses pengarangan telah dimulai.
- e. Setelah proses pembakaran di dalam tungku drum sudah berjalan antara 1 sampai 2 jam, dengan indikasi asap putih dari atas drum sudah tidak terlihat maka pengarangan di dalam drum telah selesai, segera dinginkan dengan cara menutup lubang-lubang masuknya udara yang terdapat pada drum agar udara terbatas dan menghentikan proses pembakaran.
- f. Setelah drum dingin, hasil pengarangan dituang ke permukaan yang telah di siapkan.

2. Pencampuran dengan Bahan Perikat

- a. Siapkan tetes tebu, kemudian timbang seberat 2gr; 4 gr; 6 gr; 8 gr dan 10 gr.
 - b. Kemudian mencampur arang kacang tanah dengan tetes tebu dengan berat yang telah ditetapkan yaitu adalah: 4%; 8%; 12%; 16%; dan 20%.
3. Ulangi proses 2 hingga diperoleh sebanyak 40 spesimen, dengan spesifikasi masing-masing spesimen untuk tiap variasi tekanan.
4. Bahan baku arang kulit kacang tanah yang telah dicampur dengan perekat kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, masing-masing campuran tadi, lalu dikempa dengan tekanan pengempaan sebesar 50 dan 80 kg/cm².
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 adiabatic calorimeter. Prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang berupa briket kulit kacang, dibuat menjadi serbuk dan ditimbang dengan berat 1 gr.
2. *Benzole acid* yang sudah menjadi serbuk ditimbang dengan berat 1 gr, untuk menentukan EEV.
3. Kawat dipotong sepanjang 10 cm.
4. Ujung – ujung kawat dipasang berhubungan dengan specimen dalam bom kalorimter. Pemasangan kawat harus menyentuh bahan bakar.
5. Air sebanyak 2000 cc dimasukkan kedalam tabung.
6. Bom calorimeter yang telah berisi sampel ditutup rapat.
7. Bom calorimeter diisi dengan O₂ secara otomatis dengan tekanan kurang lebih 20-30 atm.
8. Bom calorimeter dimasukkan kedalam tabung yang telah terisi air 1000 cc.
9. Aliran listrik dihubungkan kedalam bom calorimeter.
10. Tabung dimasukkan kedalam jacket kemudian ditutup.
11. Silver dipasang dan dihubungkan dengan aliran listrik.
12. Suhu dicatat selama 5 menit. Suhu tiap –tiap menit diperiksa sampai thermometer menjadi konstan.
13. Suhu awal dicatat selama 5 menit dan ditekan tombol pembakar.
14. Suhu akhir dicatat setelah kenaikan temperature pada thermometer stabil.
15. Aliran listrik dimatikan.
16. Tutup jacket dibuka dan bom kalorimeter dikeluarkan.

3.5.4 Pengujian Kandungan Abu (*Ash Content*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan abu dari briket arang kulit kacang tanah. 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 (*Ash Content*) dihitung berdasarkan persamaan

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

3.5.5 Pengujian Kecepatan Pembakaran (*Combustion Velocity*)

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur massa bahan bakar awal kemudian diukur sampai bahan bakar habis. Kemudian besarnya nilai kecepatan pembakaran dihitung berdasarkan persamaan :

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

3.6 Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh hubungan antara variabel presentase tetes tebu terhadap performa pembakaran yang meliputi kekuatan tekan, nilai kalor, kecepatan pembakaran dan kadar abu, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah terlebih dahulu merencanakan model rancangan penelitian (*experimental design*) 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 tekan dan kadar tetes tebu. Hasil pengukuran data dari masing – masing pengujian nilai

kalor, kecepatan pembakaran, dan kadar abu, dilakukan pengulangan sebanyak dua kali.

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

Tabel 3.1 Data Rancangan Penelitian

Tekanan pembriketan 50 (Kgf/cm ²)					
Karakteristik	Penambahan Kadar Tetes Tebu pada Briket Kulit Kacang Tanah				
	4	8	12	16	20
	Prosentase (%)				
Kekuatan Tekan					
Nilai Kalor					
Laju Pembakaran					
Kadar Abu					

Tabel 3.2 Data Rancangan Penelitian

Tekanan pembriketan 80 (Kgf/cm ²)					
Karakteristik	Penambahan Kadar Tetes Tebu pada Briket Kulit Kacang Tanah				
	4	8	12	16	20
	Prosentase (%)				
Kekuatan Tekan					
Nilai Kalor					
Laju Pembakaran					
Kadar Abu					

Dari tabel dapat diketahui karaktersistik dari pengujian briket kacang tanah meliputi :

- Kekuatan Tekan
- LHV (*Low Heating Value*)
- Kecepatan Pembakaran (*Combustion Velocity*)
- Kadar Abu (*Ash`Content*)

3.7 Analisis Statistik

Untuk mengolah data yang telah diperoleh dipergunakan analisis varian dua arah. Dengan analisis varian dua arah akan diketahui ada tidaknya pengaruh dari variasi kadar tetes tebu (faktor A) dan pengaruh variasi tekanan pembriketan (faktor B) serta pengaruh interaksi keduanya (faktor AB) terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

Faktor A mempunyai level $A_1, A_2, \dots, A_r$ dan faktor B mempunyai level $B_1, B_2, \dots, B_c$. Jika jumlah pengamatan tiap sel adalah t kali dari rancangan dua kategori A dan B serta masing-masing kategori terdiri atas r dan c level. Bila pengaruh interaksi antar faktor A pada level ke i dan faktor B pada level ke j dinyatakan dengan $(\alpha\beta)_{ij}$. Maka nilai setiap pengamatan ditulis dengan model matematika sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dengan:

Y_{ijk} : nilai setiap pengamatan

μ : nilai rata-rata dari seluruh pengamatan

α_i : pengaruh faktor kadar tetes tebu ke i

β_j : pengaruh faktor tekanan pembriketan ke j

$(\alpha\beta)_{ij}$: pengaruh interaksi faktor kadar tetes tebu ke i dan faktor tekanan pembriketan ke j

ε_{ijk} : simpangan pengamatan

Yang akan diuji dari pengamatan ini adalah:

1. α : pengaruh (efek) dari faktor kadar tetes tebu
2. β : pengaruh (efek) dari faktor tekanan pembriketan
3. $\alpha\beta$: pengaruh interaksi dari faktor kadar tetes tebu dan faktor tekanan pembriketan

Adapun hipotesis yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

1. $H_0^1: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$ (tidak ada pengaruh kadar tetes tebu terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran)
 H_1^1 : paling sedikit satu $\alpha_i \neq 0$ (ada pengaruh kadar tetes tebu terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran)
2. $H_0^2: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$ (tidak ada pengaruh tekanan pembriketan terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)
 H_1^2 : paling sedikit satu $\beta_j \neq 0$ (ada pengaruh tekanan pembriketan terhadap kuat tekan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)
3. $H_0^3: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$ (tidak ada pengaruh kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)
 H_1^3 : paling sedikit satu $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ (ada ada pengaruh kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)

Tabel 3.3 Rancangan pengamatan model dua arah dengan pengulangan

Faktor		Tekanan Pembriketan			S baris	Rata-rata	
KADAR TETES TEBU (%)	α_1	β_1	...	β_j	T_1	$\bar{X}$	
		X_{111}		X_{1j1}			
		X_{112}		X_{1j2}			
		...		...			
		X_{11t}		X_{1jt}			
	α_i	X_{i11}		X_{ij1}	$T_{i..}$	$\bar{X}$	
		X_{i12}		X_{ij2}			
		...		...			
		X_{i1t}		X_{ijt}			
	α_r	X_{r11}		X_{rj1}	$T_{r..}$	$\bar{X}$	
		X_{r12}		X_{rj2}			
		...		...			
		X_{r1t}		X_{rjt}			
	$\sum$ kolom		$T_{.1.}$		$T_{.j.}$	$T_{...}$	
	Rata-rata		$\bar{X}$		$\bar{X}$		$\sum \bar{X}$

Sumber : Slamet Wahyudi, 2006 : 96

Dalam perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t X_{ijk}^2 - \frac{(T_{...})^2}{rct}$$

2. Jumlah kuadrat faktor A (JKA)

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^r T_{i..}^2}{ct} - \frac{(T_{...})^2}{rct}$$

3. Jumlah kuadrat faktor B (JKB)

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^c T_{.j}^2}{rt} - \frac{(T_{...})^2}{rct}$$

4. Jumlah pengaruh interaksi faktor A dan faktor B (JKAB)

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{t} - \frac{(T_{...})^2}{rct} \longrightarrow JKAB = JKP - JKA - JKB$$

5. Jumlah kuadrat galat (JKG)

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

Apabila masing-masing suku dibagi dengan derajat bebasnya, akan diperoleh nilai varian dari masing-masing suku tersebut. Nilai ini sering disebut dengan kuadrat tengah yang disingkat KT. Nilai varian tersebut adalah:

1. Kuadrat tengah faktor A (KTA)

$$KTA = \frac{JKA}{(r-1)}$$

2. Kuadrat tengah faktor B (KTB)

$$KTB = \frac{JKB}{(t-1)}$$

3. Kuadrat tengah interaksi faktor A dan faktor B (KTAB)

$$KTAB = \frac{JKAB}{(r-1)(t-1)}$$

4. Kuadrat tengah galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{rc(t-1)}$$

Untuk menguji ketiga hipotesis diatas kita mencari harga F_{hitung} masing-masing sumber keragaman. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan F_{tabel} pada derajat bebas dengan nilai α tertentu. Nilai F_{hitung} dari masing-masing sumber keragaman adalah sebagai berikut:

1. F_{hitung} dari faktor kadar tetes tebu

$$F_1 = \frac{KTA}{KTG}$$

2. F_{hitung} dari faktor tekanan pembriketan

$$F_2 = \frac{KTB}{KTG}$$

3. F_{hitung} dari interaksi faktor kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan

$$F_3 = \frac{KTAB}{KTG}$$

Tabel 3.4 Analisis varian

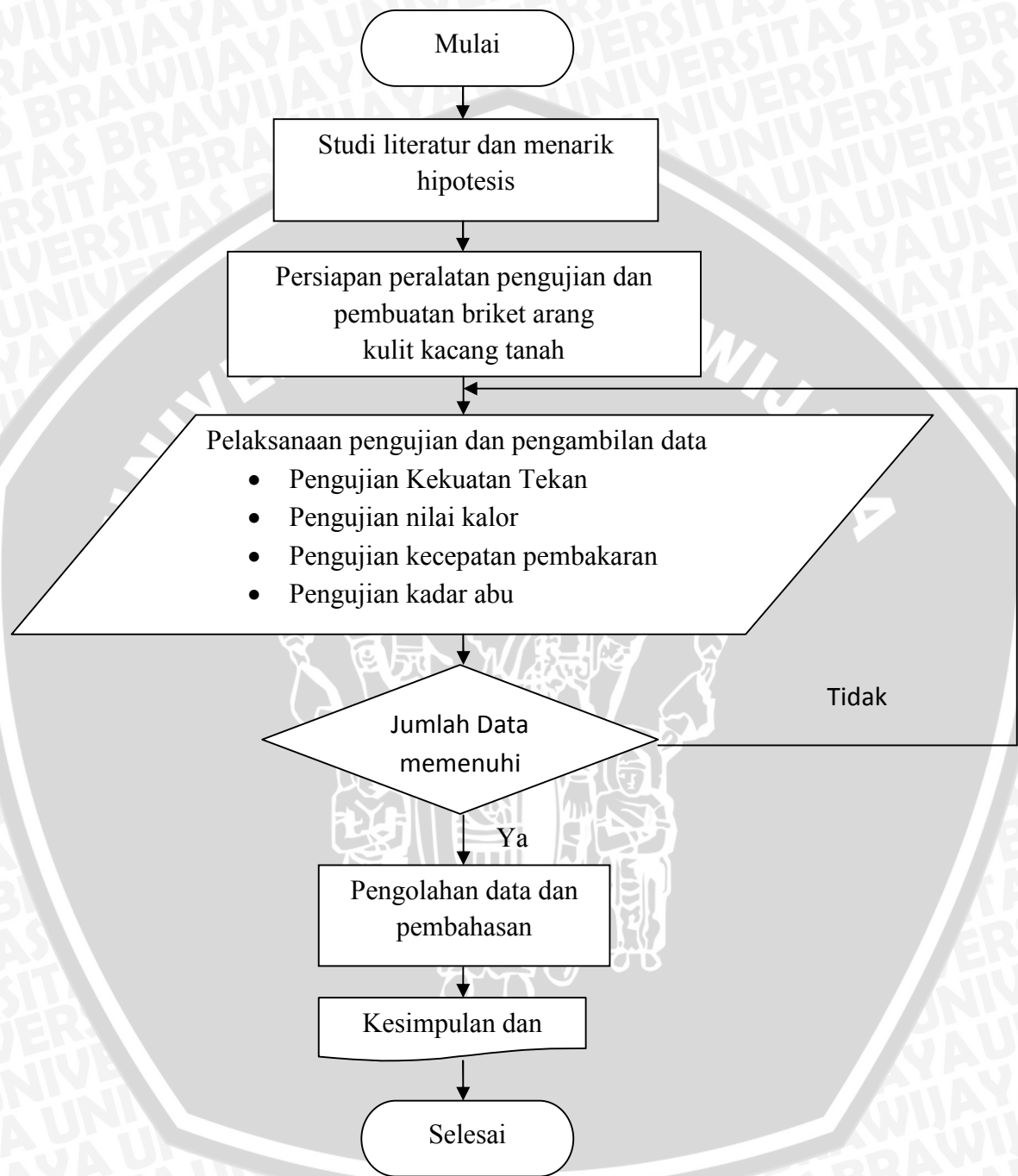
Sumber Varian	JK	Db	KT	F_{hitung}	F_α
Antar A	JKA	$db_1 = r-1$	KTA	F_1	
Antar B	JKB	$db_2 = c-1$	KTB	F_2	
Interaksi AB	JKAB	$db_3 = db_1 \cdot db_2$	KTAB	F_3	
Galat	JKG	$db_4 = rc(t-1)$	KTG		
Total	JKT	$rct - 1$			

Sumber: Slamet Wahyudi, 2006 : 98

Kesimpulan yang diperoleh:

1. Bila $FA_{hitung} > FA_{tabel}$ maka H_0^1 ditolak dan H_1^1 diterima, ini menyatakan bahwa variasi kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.
2. Bila $FB_{hitung} > FB_{tabel}$ maka H_0^2 ditolak dan H_1^2 diterima, ini menyatakan bahwa tekanan pembriketan berpengaruh terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.
3. Bila $FAB_{hitung} > FAB_{tabel}$, maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini menyatakan bahwa variasi kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan berpengaruh terhadap kuat tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 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 kulit kacang tanah dengan persentase tetes tebu 4%, 8%, 12%, 16%, dan 20%.

Dari pengujian kekuatan tekan diperoleh data seperti terlihat pada tabel 4.1.

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

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4	8	12	16	20
		KN				
50 (Kg/cm ²)	1	2.5	2.55	2.7	2.85	2.75
	2	2.45	2.6	2.65	2.75	2.65
	Rata-Rata	2.475	2.575	2.675	2.8	2.7
80 (Kg/cm ²)	1	2.65	3.1	3.25	3.5	3.35
	2	2.7	2.85	3.2	3.35	3.1
	Rata-Rata	2.675	2.975	3.225	3.425	3.225

Dari hasil pengujian nilai kalor briket kulit kacang tanah diperoleh data seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Hasil pengujian diperoleh nilai kalor Kal/gr

Data Hasil pengujian nilai kalor	Kadar Tetes Tebu (%)				
	4	8	12	16	20
	Kal/gram				
1	4343.04	4452.71	4554.06	4892.89	4713.42
2	4275.39	4727.13	4862.89	4655.42	5014.28
Rata-Rata	4309.22	4589.92	4708.48	4774.16	4863.85

Dari hasil pengujian massa pengujian massa awal dan massa abu briket kulit kacang tanah didapatkan data seperti pada tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3 Data pengujian diperoleh nilai massa awal briket (gram)

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4	8	12	16	20
		gram				
50 (Kg/cm ²)	1	48.73	49.37	48.17	45.97	48.02
	2	49.57	49.14	49.45	46.87	49.05
80 (Kg/cm ²)	1	48.88	49.71	49.28	42.22	47.78
	2	49.22	44.5	48.01	44.00	49.40

Tabel 4.4 Data pengujian diperoleh nilai massa abu (gram)

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4%	8%	12%	16%	20%
		gram				
50 (Kg/cm ²)	1	9.14	8.98	10.68	11.08	11.67
	2	9.2	9.57	10.99	11.51	11.95
80 (Kg/cm ²)	1	9.21	9.48	10.89	11.50	11.76
	2	9.98	9.18	10.03	10.25	12.59

Dari hasil pengujian waktu pembakaran briket kulit kacang tanah didapatkan data seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data pengujian diperoleh waktu pembakaran briket (menit)

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4%	8%	12%	16%	20%
		menit				
50 (Kg/cm ²)	1	111.42	122.30	138.48	117.56	133.36
	2	121.15	119.24	118.12	116.04	130.24
80 (Kg/cm ²)	1	122.54	130.42	133.20	126.30	133.12
	2	127.06	131.18	128.36	110.36	135.40

4.2 Data Hasil Perhitungan

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

1. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

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

Berikut contoh perhitungan kekuatan tekan, yaitu:

Gaya tekan (F) : 2,5 KN

Luas Alas Briket (A) : 19.64 cm²

$$\begin{aligned} \text{Maka P (kekuatan tekan)} &= \frac{2,5 \times 1000}{19,64 \times 9,81} \\ &= 12.989 \text{ Kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

Setelah itu hasil dari perhitungan kekuatan tekan dibuat tabel seperti terlihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data hasil perhitungan kekuatan tekan briket kulit kacang tanah (Kgf/cm²)

Tekanan pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4	8	12	16	20
50 (Kg/cm ²)	1	12.98	13.24	14.01	14.80	14.27
	2	12.72	13.50	13.77	14.29	13.77
	Rata-Rata	12.84	13.36	13.88	14.53	14.01
80 (Kg/cm ²)	1	13.75	16.09	16.87	18.17	17.39
	2	14.01	14.79	16.61	17.39	16.90
	Rata-Rata	13.88	15.44	16.74	17.78	16.75

2. Kecepatan Pembakaran

Kecepatan pembakaran dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5 .

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

Berikut contoh perhitungan kecepatan pembakaran:

Massa awal bahan bakar : 48.73 gram

Massa akhir bahan bakar : 0 gram

Waktu Pembakaran : 111.7 menit

$$\begin{aligned} \text{Maka Kecepatan Pembakaran} &= \frac{48.73 - 0}{111.7} \\ &= 0.436 \text{ gram /menit} \end{aligned}$$

Setelah itu dari hasil perhitungan kecepatan pembakaran dimasukkan kedalam tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Data hasil perhitungan kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah (gram/menit)

Tekanan pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4	8	12	16	20
		(gram/menit)				
50 (Kg/cm ²)	1	0.436	0.403	0.347	0.39	0.359
	2	0.409	0.42	0.425	0.404	0.376
	Rata-Rata	0.423	0.411	0.386	0.397	0.368
80 (Kg/cm ²)	1	0.398	0.403	0.392	0.334	0.359
	2	0.411	0.339	0.373	0.397	0.371
	Rata-Rata	0.404	0.371	0.383	0.3653	0.365

3. Kadar Abu

Kadar abu dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6 dibawah ini:

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

Berikut contoh perhitungan kadar abu :

Berat Residu : 9.14 gram

Berat Sampel Bahan bakar : 48.73 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu} &= \frac{9.14}{48.73} \times 100\% \\ &= 18,76 \%\end{aligned}$$

Setelah itu data hasil perhitungan kadar abu dimasukkan dalam tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data hasil perhitungan kadar abu briket kulit kacang tanah (%)

Tekanan pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4	8	12	16	20
		(%)				
50 (Kg/cm ²)	1	18.7564	18.1892	22.1715	24.1027	24.3024
	2	18.5596	19.0866	21.8706	24.5573	24.3629
	Rata-Rata	18.66	18.64	22.02	24.33	24.33
80 (Kg/cm ²)	1	18.8421	17.9852	20.8301	27.2383	24.6128
	2	19.1115	20.6292	20.8915	23.2955	24.9802
	Rata-Rata	18.98	19.31	20.86	25.27	24.8

4.3 Analisa Statistik

Contoh analisa statistik untuk mengetahui pangaruh kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan briket serbuk briket kulit kacang tanah:

Pada Pengujian ini menggunakan variasi kadar tetes tebu sehingga didapatkan data pengujian Kekuatan tekan karakteristik Pembakaran Briket Kulit kacang tanah sebagaimana terlihat pada tabel 4.6. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisi statistik yaitu analisa varian untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kadar binder dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan briket kulit kacang tanah.

Analisis statistik kekuatan tekan diambil salah satu contoh pada tekanan pembriketan dengan variasi kadar tetes tebu 4% sebagai berikut :

- Data rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{25,718}{2} \\ &= 12,859\end{aligned}$$

- Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\delta &= \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,033742}{2 - 1}} \\ &= 0.18295\end{aligned}$$

- $KR(\%) = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100\%$
 $= \frac{0.18295}{12,859} \times 100\%$
 $= 1.423\%$

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



4.3.1 Analisis Varian

Hasil pengolahan data pengujian pengaruh penambahan kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan pada briket kulit kacang tanah dengan variasi tekanan pembriketan kemudian dilakukan analisis statistik dengan menggunakan analisis varian dua arah. Dengan dilakukan analisis dua arah akan diketahui ada tidaknya pengaruh penambahan kadar tetes tebu, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah. Hipotesis yang digunakan dalam analisis statistic ini adalah:

- I. $H_0^1: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$ (tidak ada pengaruh variasi kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)
 H_1^1 : paling sedikit satu $\alpha_i \neq 0$ (ada pengaruh variasi kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)
- II. $H_0^2: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$ (tidak ada pengaruh variasi tekan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)
 H_1^2 : paling sedikit satu $\beta_j \neq 0$ (ada pengaruh variasi tekan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)
- III. $H_0^3: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$ (tidak ada pengaruh variasi kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)
 H_1^3 : paling sedikit satu $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ (ada pengaruh variasi kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran)

4.3.1.1 Analisis Varian Kekuatan Tekan

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar tetes tebu, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kekuatan tekan briket kulit kacang tanah yang dihasilkan.

Tabel 4.9 Kekuatan Tekan

Variabel		Tekanan Pembriketan (Kgf)		Σ
		50	80	
Persentase tetes tebu (%)	4	12.98	13.75	53.46
		12.72	14.01	
	8	13.24	16.09	57.62
		13.5	14.79	
	12	14.01	16.87	61.26
		13.77	16.61	
	16	14.8	18.17	64.65
		14.29	17.39	
	20	14.27	17.39	62.33
		13.77	16.9	
		137.35	161.97	299.32

Dengan menggunakan perhitungan statistik diperoleh data sebagai berikut :

- Faktor koreksi (FK) :

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

$$= \frac{299.32^2}{5 \times 2 \times 2} = 4479.62$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT) :

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

$$= [(12.98)^2 + (12.72)^2 + \dots + (16.9)^2] - 4479.62$$

$$= 4534.26 - 4479.62$$

$$= 54.63$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh A (JKA) :

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

$$= \frac{\{(53.46)^2 + (57.62)^2 + (61.26)^2 + (64.65)^2 + (62.33)^2\}}{2 \times 2} - 4479.62$$

$$= 4498.87 - 4479.62$$

$$= 19,25$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh B (JKB) :

$$\begin{aligned} JKB &= \frac{\sum_{i=1}^c T_{j...}^2}{rn} - FK \\ &= \frac{\{(137,35)^2 + (161,97)^2\}}{5 \times 2} - 4479.62 \\ &= 4509.93 - 4479.62 \\ &= 30,31 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) :

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - FK \\ &= \frac{\{(25,70)^2 + (26,74)^2 + (27,78)^2 + \dots + (34,29)^2\}}{2} - 4479.62 \\ &= 4532.57 - 4479.62 \\ &= 52,95 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} JKAB &= JKP - JKA - JKB \\ &= 52,95 - 19,25 - 30,31 \\ &= 3,39 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) :

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKA - JKB - JKAB \\ &= 54,63 - 19,25 - 30,31 - 3,39 \\ &= 1,69 \end{aligned}$$

- Nilai varian dari masing-masing perlakuan sebagai berikut :

$$1. S_A^2 = \frac{JKA}{r-1} = \frac{19,25}{5-1} = 4,81$$

$$2. S_B^2 = \frac{JKB}{c-1} = \frac{30,31}{2-1} = 30,31$$

$$3. S_{AB}^2 = \frac{JKAB}{(r-1)(c-1)} = \frac{3,39}{(4-1)(2-1)} = 0,85$$

$$4. S^2 = \frac{JKG}{r c (n-1)} = \frac{1,67}{5 \times 2 (2-1)} = 0,17$$

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

1. Untuk faktor A :

$$F_{A \text{ hitung}} = \frac{S_A^2}{S^2} = \frac{4,81}{0,17} = 28,50$$

2. Untuk faktor B :

$$F_{B \text{ hitung}} = \frac{S_B^2}{S^2} = \frac{30,31}{0,17} = 179,51$$

3. Untuk faktor AB :

$$F_{AB \text{ hitung}} = \frac{S_{AB}^2}{S^2} = \frac{0,85}{0,17} = 5,02$$

Dari perhitungan statistik didapatkan tabel 4.10.

Tabel 4.10 Analisis varian dua arah untuk kekuatan tekan

Sumber keragaman	JK	Db	KT	Fhitung	Ftabel
Kadar Tetes Tebu (faktor A)	19.25	4	4.81	28.50	3.48
Tekanan Pembriketan (faktor B)	30.31	1	30.31	179.51	4.49
Interaksi faktor A dan B	3.39	4	0.85	5.02	3.48
Galat	1.69	10	0.17		
Total	54.63	19			

Dari tabel 4.10 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 kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket kulit kacang tanah.
- 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 kulit kacang tanah.
- III. $F_{AB \text{ hitung}} > F_{AB \text{ tabel}}$ Maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini berarti bahwa interaksi antara Kadar tetes Tebu dan tekanan pembriketan berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket kulit kacang tanah.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan berpengaruh nyata terhadap kekuatan tekan dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3.1.2 Analisis Varian Nilai Kalor

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar tetes tebu, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap nilai kalor briket kulit kacang tanah yang dihasilkan

Tabel 4.11 Analisis Varian untuk Nilai Kalor

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	72416427,14	4	18104107	561,9469	5,19
Galat	161083,7841	5	32216.76		
Total	72577510,93	9			

Tabel 4.11 analisis varian untuk nilai kalor pembakaran briket kulit kacang tanah memperlihatkan bahwa hasil F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar tetes tebu mempunyai pengaruh yang nyata terhadap nilai kalor pembakaran briket kulit kacang tanah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3.1.3 Analisis Varian Kecepatan Pembakaran

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar tetes tebu, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari perhitungan statistik didapatkan tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4.12 Kecepatan Pembakaran

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Kadar Tetes Tebu (faktor A)	1.42	4	0.36	150.78	3.48
Tekanan Pembriketan (faktor B)	0.05	1	0.05	20.93	4.96
Interaksi faktor A dan B	0.01	4	0.00	4.14	3.48
Galat	0.02	10	0.00		
Total	1.50	19			

Dari tabel 4.12 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 kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah.
- 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 kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah.
- III. $F_{AB} \text{ hitung} > F_{AB} \text{ tabel}$ Maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini berarti bahwa interaksi antara kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa kadar tetes tebu dan tekanan pembriketan berpengaruh nyata terhadap kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3.1.4 Analisis Varian Kadar Abu

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar tetes tebu, tekanan pembriketan dan interaksi keduanya terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari perhitungan statistik didapatkan tabel sebagai berikut:

Tabel 4.13 Kadar Abu

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Kadar Tetes Tebu (faktor A)	60.56	4	15.14	65.57	3.48
Tekanan Pembriketan (faktor B)	0.72	1	0.72	3.12	4.96
Interaksi faktor A dan B	1.11	4	0.28	4.20	3.48
Galat	2.31	10	0.23		
Total	64.70	19			

Dari tabel 4.13, 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 kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah.

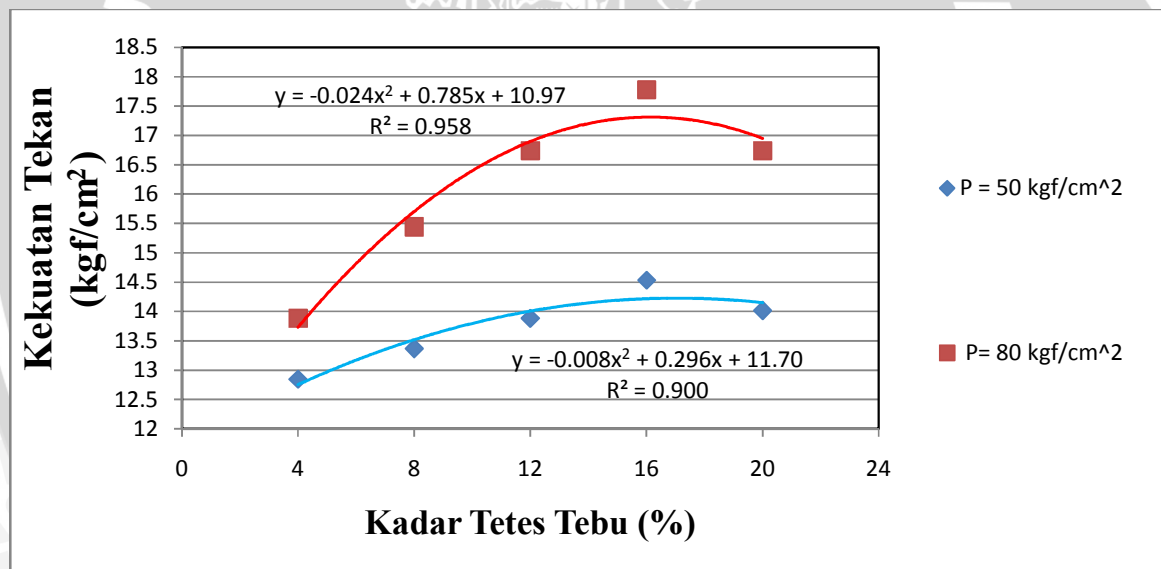
II. $F_{B \text{ hitung}} < F_{B \text{ tabel}}$ maka H_0^2 diterima dan H_1^2 ditolak, ini berarti bahwa variasi tekanan pembriketan tidak berpengaruh terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah.

III. $F_{AB \text{ hitung}} > F_{AB \text{ tabel}}$ Maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini berarti bahwa interaksi antara kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa kadar tetes tebu berpengaruh nyata terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Hubungan Kadar Tetes Tebu terhadap Kekuatan Tekan Briket Kulit Kacang Tanah



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara Kadar Tetes Tebu terhadap Kekuatan Tekan Briket Kulit Kacang Tanah dengan Variasi Tekanan Pembriketan

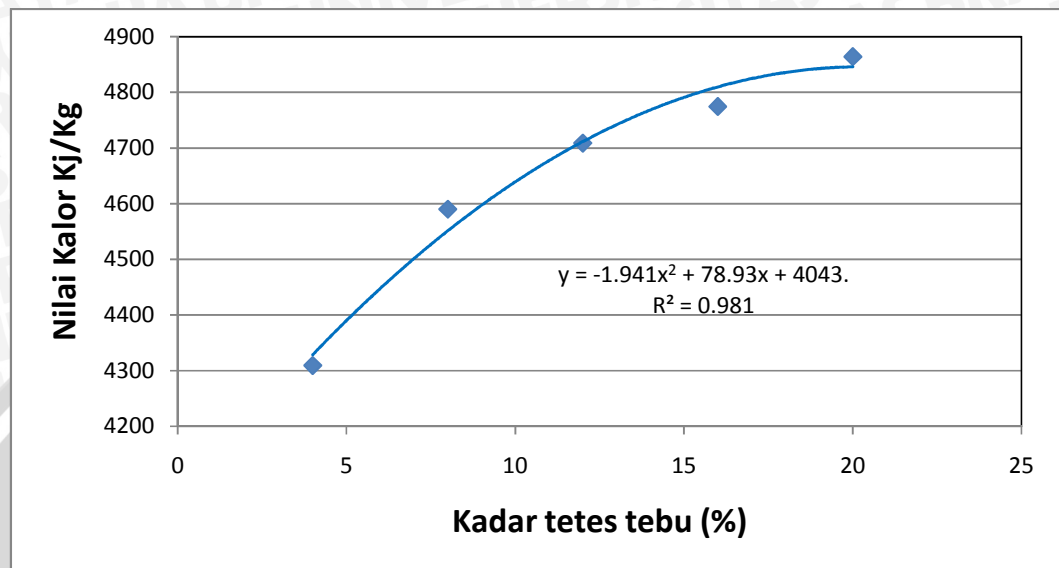
Hubungan antara kadar tetes tebu terhadap kekuatan tekan ditunjukkan pada gambar 4.1 dimana sumbu *absis* menunjukkan persentase kadar tetes tebu (%) dan pada sumbu *ordinat* menunjukkan kekuatan tekan (Kgf/cm²) dengan variasi tekanan pembriketan sebesar 50 dan 80 Kgf/cm². Hubungan interaksi antar variabel pada tekanan pembriketan 50 kgf/cm² ditunjukkan oleh garis polinomial dengan persamaan $y = -0,008x^2 + 0,296x + 11,70$ dengan besar

keyakinan $R^2 = 0,900$. Sedangkan hubungan antar variabel pada tekanan 80 Kgf/cm² ditunjukkan oleh garis polynomial $y = -0,024x^2 + 0,785x + 10,97$ dengan besar keyakinan sebesar $R^2 = 0,958$. Nilai kekuatan terendah diperoleh pada persentase kadar tetes tebu 4% dengan tekanan pembriketan 50 Kgf/cm² yaitu sebesar 12,84 Kgf/cm² dan kekuatan tekan tertinggi pada persentase tetes tebu 16% dengan tekanan pembriketan sebesar 80 Kgf/cm² yaitu sebesar 17,78 Kgf/cm².

Pada gambar 4.1 nampak dengan semakin meningkatnya persentase tetes tebu maka kekuatan tekan akan semakin meningkat begitu juga dengan tekanan pembriketan semakin besar tekanan pembriketan maka akan meningkatkan kekuatan tekan. Hal ini disebabkan penambahan tetes tebu yang semakin besar akan menyebabkan tetes tebu yang berfungsi sebagai perekat melapisi arang kulit kacang tanah lebih merata sehingga daya rekat antar serbuk arang kulit kacang tanah akan semakin kuat, sehingga menghasilkan kekuatan tekan yang semakin besar. Dan hal ini dapat disimpulkan besarnya tetes tebu sebanding dengan besarnya kekuatan tekan dari briket kulit kacang tanah. Dari grafik 4.1 juga dapat dilihat kekuatan tekan briket dengan tekanan pembriketan sebesar 80 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 menambah daya ikat antar partikel briket dan didapatkan nilai kekuatan briket yang besar.

Dari data-data kekuatan tekan diatas terdapat penyimpangan yaitu pada briket dengan persentase tetes tebu 20% dari pengujian didapatkan kekuatan tekan rata-rata 14,02 dan 16,74 Kgf/cm² lebih kecil daripada kekuatan tekan rata-rata briket dengan persentase tetes tebu 16% yaitu sebesar 14,53 dan 17,78 Kgf/cm². Hal ini disebabkan pada briket persentase tetes tebu 20% pada saat pengeringan ada kadar air tersisa dalam briket. Sehingga dengan adanya kadar air yang tersisa akan menurunkan kekuatan tekan dari briket.

4.4.2 Pengaruh Kadar Tetes Tebu terhadap Nilai Kalor Briket Kulit Kacang Tanah



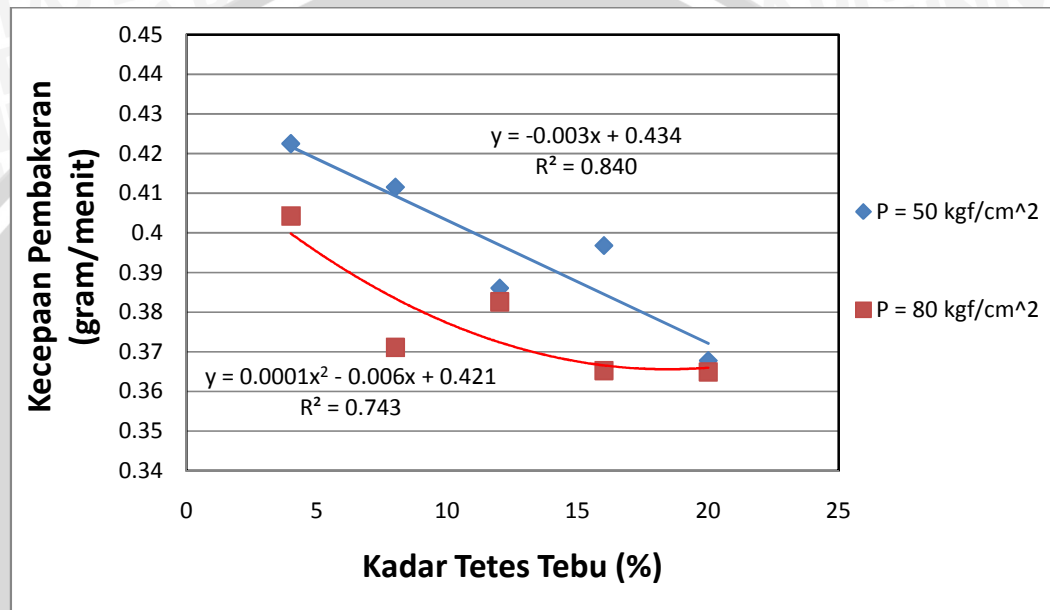
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara Kadar Tetes Tebu terhadap Nilai Kalor Briket Kulit Kacang Tanah

Hubungan antara kadar tetes tebu dengan nilai kalor ditunjukkan pada gambar 4.2 dimana sumbu *absis* menunjukkan kadar tetes tebu (%) dan sumbu *ordinat* menunjukkan nilai kalor (kal/gr). Hubungan variasi antar variabel ditunjukkan oleh garis polinomial dengan persamaan $y = -1,941x^2 + 78,93x + 4043$ dengan besar keyakinan $R = 0,981$

Dari grafik 4.2 dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan nilai kalor briket dengan penambahan tetes tebu, artinya dengan semakin besar persentase tetes tebu maka akan menghasilkan nilai kalor yang juga meningkat. Pada persentase tetes tebu 4%, nilai kalor rata-ratanya adalah 4309,22 Kal/gr; persentase tetes tebu 8% nilai kalor rata-ratanya adalah 4589,92 Kal/gr ; persentase tetes tebu 12% nilai kalor rata-ratanya 4708,88 Kal/gr; persentase tetes tebu 16% nilai kalor rata-ratanya adalah 4774,16 Kal/gr; sedangkan persentase tetes tebu 20% nilai kalor rata-ratanya adalah 4863,85 Kal/gr. Hal ini disebabkan karena nilai kalor tetes tebu kering lebih besar daripada nilai kalor Kulit kacang tanah. Dimana tetes tebu kering memiliki nilai kalor sebesar 6783,89 Kal/gr sedangkan kulit kacang tanah memiliki nilai kalor sebesar 4249,00 Kal/gr, sehingga semakin besar persentase tetes tebu dalam briket akan meningkatkan

nilai kalor dari briket kulit kacang tanah. Dari hal ini dapat disimpulkan besarnya persentase tetes tebu sebanding dengan besarnya nilai kalor dari briket kulit kacang tanah.

4.4.3 Pengaruh Kadar Tetes Tebu terhadap Kecepatan Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah



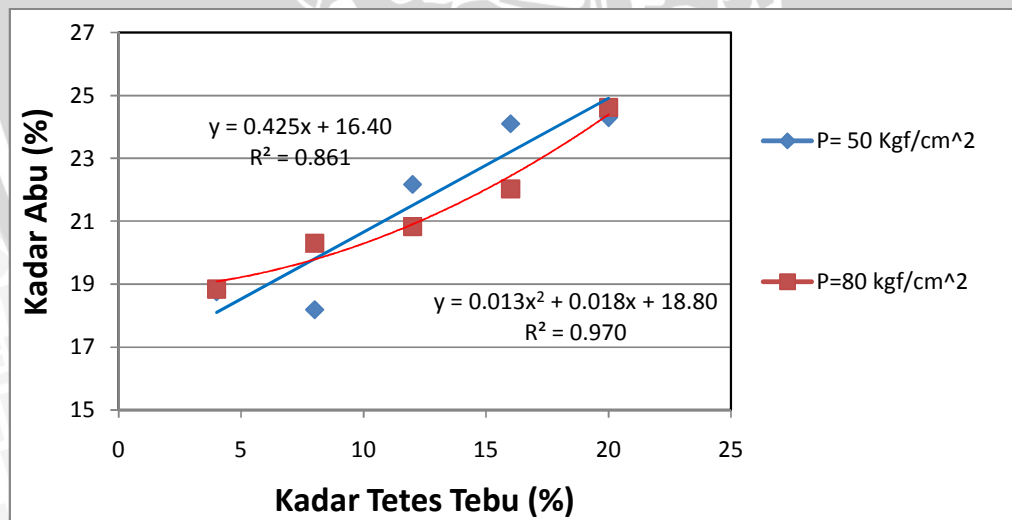
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Kadar Tetes Tebu terhadap Kecepatan Pembakaran Briket Kulit Kacang tanah

Hubungan antara kadar tetes tebu dengan kecepatan pembakaran ditunjukkan pada gambar 4.3 dimana sumbu datar menunjukkan kadar tetes tebu (%) dan sumbu tegak menunjukkan kecepatan pembakaran (gram/menit). Hubungan antar variabel pada tekanan 50 Kgf/cm² ditunjukkan oleh garis linear dengan persamaan $y = -0,003x + 0,434$ dengan keyakinan sebesar $R^2 = 0,840$. Sedangkan hubungan interaksi antar variabel pada tekanan 80 Kgf/cm² ditunjukkan dengan garis polinomial dengan persamaan $y = 0,0001x^2 - 0,006x + 0,421$ dengan besar keyakinan sebesar $R^2 = 0,743$.

Dari gambar 4.3 diketahui kurva grafik yang dibentuk oleh briket dengan tekanan pembriketan 50 dan 80 Kgf/cm² menunjukkan dengan semakin meningkatnya kadar tetes tebu maka kecepatan pembakaran akan menurun. Kecepatan pembakaran terbesar ditunjukkan pada briket dengan persentase tetes

tebu 4% dengan tekanan pembriketan 50 Kg/cm² dengan nilai 0,423 gram/menit sedangkan kecepatan pembakaran terendah dtunjukkan pada briket dengan tekanan pembriketan 80 Kg/cm² dengan persentase tetes tebu 20% sebesar 0,365 gram/menit. Hal ini disebabkan penambahan tetes tebu yang semakin besar akan menyebabkan kekuatan tekan semakin meningkat sehingga kerapatan dari serbuk arang kulit kacang semakin tinggi dan hal ini menyebabkan bahan bakar semakin sulit terbakar, sehingga kecepatan pembakaran akan semakin kecil. Dan hal ini dapat disimpulkan dengan semakin meningkatnya kadar tetes tebu maka akan menurunkan kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah. Dari grafik 4.3 juga dapat dilihat kecepatan pembakaran briket kulit kacang tanah dengan tekanan pembriketan 80 Kg/cm² selalu berada di bawah kecepatan pembakaran briket dengan tekanan pembriketan 50 Kg/cm², hal ini disebabkan karena dengan besarnya tekanan pembriketan akan menyebabkan kerapatan briket akan semakin tinggi hal ini menyebabkan briket menjadi sulit terbakar sehingga kecepatan pembakaran akan semakin rendah.

4.4.4 Pengaruh Kadar Tetes Tebu terhadap Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Kadar Tetes Tebu Terhadap Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah

Hubungan antara kadar tetes tebu terhadap kandungan abu ditunjukkan pada gambar 4.4, dimana sumbu datar menunjukkan persentase kadar tetes tebu

(%) dan pada sumbu tegak menunjukkan kandungan abu (%). Hubungan antar variabel dengan tekanan pembriketan 50 Kgf/cm² ditunjukkan oleh garis linier dengan persamaan $y = 0,425x + 16,40$ dengan besar keyakinan $R^2 = 0,861$. Sedang hubungan interaksi antar variabel pada tekanan 80 Kgf/cm² ditunjukkan dengan garis polinomial $y = 0,013x^2 - 0,018x + 18,80$ dengan besar keyakinan $R^2 = 0.970$.

Pada gambar 4.4 dapat dilihat dengan semakin bertambahnya kadar tetes tebu nilai kandungan abu akan semakin naik dimana nilai kadungan abu terbesar pada briket dengan perentase tetes tebu sebesar 20% dengan tekanan pembriketan 80 kgf/cm² sebesar 24,80% dan terendah adalah briket dengan persentase tetes tebu 4% dengan tekanan 50 Kgf/cm² sebesar 18,66%. Kadar abu yang dihasilkan erat hubungannya dengan jenis penyusun briket dan pengabuannya serta mineral yang terkandung di dalamnya. Abu terbentuk dari komposisi arang hasil pembakaran briket, dimana pada kadar tetes tebu 4% komposisi penyusun briket didominasi oleh arang kulit kacang tanah sebesar 96%, sehingga saat proses pembakaran kandungan arang yang terbakar menjadi abu tinggi. Dengan semakin bertambahnya kadar tetes tebu maka akan mengurangi komposisi arang kulit kacang tanah sehingga kadar abu turun.

Pada gambar 4.4 dapat diketahui kandungan rata - rata abu pada briket dengan tekanan pembriketan 80 Kgf/cm² memiliki nilai yang hampir sama dibandingkan pada tekanan pembriketan 50 Kgf/cm². Hal ini disebabkan karena dengan tekanan pembriketan tidak mempengaruhi nilai dri kadar abu. Kadar abu dari bahan bakar di pengaruhi oleh komposisi penyusun dari bahan bakar tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

- Penambahan kadar tetes tebu berpengaruh terhadap kuat tekan briket kulit kacang tanah, semakin bertambahnya kadar tetes tebu maka akan meningkatkan kekuatan tekan.
- Penambahan kadar tetes tebu akan mempengaruhi nilai kalor briket kulit kacang tanah, dengan semakin bertambahnya kadar tetes tebu akan menaikkan nilai kalor briket kulit kacang tanah.
- Penambahan kadar tetes tebu akan berpengaruh terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah, semakin bertambahnya kadar tetes tebu maka akan menurunkan laju pembakaran.
- Penambahan kada tetes tebu mempengaruhi kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah, Semakin bertambahnya kadar tetes tebu maka akan menaikkan kadar abu briket kulit kacang tanah.

5.2 Saran

Dari rangkaian seluruh proses pengerjaan skripsi ini, maka dapat kami berikan saran sebagai berikut:

- a. Macam - macam perekat pada pembuatan briket arang memiliki daya rekat dan nilai kalor yang berbeda - beda, maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh jenis perekat terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran briket arang kulit kacang tanah.
- b. Pada penelitian ini briket yang dibentuk berupa silinder pejal sehingga kekuatan tekan terkonsentrasi pada titik pusat briket, sedangkan bentuk briket ada yang berbentuk silinder yang berlubang (sarang tawon), sehingga perlu

dilakukan penelitian tentang pengaruh jumlah lubang pada briket arang kulit kacang tanah terhadap kekuatan tekan dan karakteristik pembakaran.

- c. Besar butir dalam penyusun briket memiliki distribusi kekuatan tekan dan kecepatan pembakaran yang berbeda, sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang pengaruh ukuran butir terhadap karakteristik pembakaran briket arang kulit kacang tanah.

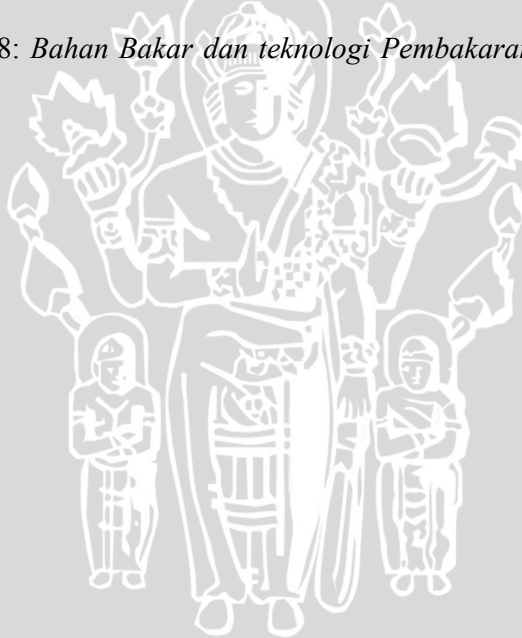
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, dkk; 1991: *Energi dan Listrik Pertanian*; IPB, Bogor.
- Ardan, I.U; 1998: *Membuat Briket Bioarang*; Kanisius, Yogyakarta.
- Arif, Effendy; 2009: *Pemafaatan Limbah Kulit Kacang Tanah Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif*; Unhas, Makasar.
- Belbo, Helmer; 2006: *Technical Specification For Solid Biofuls*, 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.
- Carbonisation processes*. (n.d.). <http://www.fao.org/docrep/X5328E.htm>
- Cengel, Yunus A dan Michail A Boles; 2002: *Thermodynamics: An Enginerring Approach, Fourth Edition*; Mc Graw Hill Higher Education, New York.
- Curtin, Leo;1983: *Molasses General ConsiderationI*; National food Ingredients Association, Iowa.
- Da Rocha; 2004: *mechanical Evaluationfor the Quality Control of Biomass Palletsand Briquetties* ; Aschen University, Germany.
- 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.
- Hudaya dan Winarno; 1981: *Fisika Umum*; Armico, Bandung.
- Hugot, E; 1986: *Hanbook of SugarEngineering*; Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Iskandar, Harris., Kresno D.S; 2005; *Panduan Singkat Cara Pembuatan Arang Kayu Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat*; Center for International Forestry Research, Jakarta.
- Jekayinfa,S; 2005: *The Energy Potentials of Some Agricultural Wastes as Local Fuel Materials in Nigeri*; Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso.
- Kadir, Abdul; 1996: *Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*;Universitas Indonesia, Jakarta.
- 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.
- Mohod, A G; 2007: *Thermal Energy Consumption Pattern in Biomass based Cotton Seed Dryer– A Case Study*; College of Agricultural Engineering and Technology, India

- Özbayoğlu, Gulhan; 2003: *Briquetting Of Iran-Angouran Smithsonite Fines*; Departemen of Mining Engineering, Turkey.
- Puspitasari, Taufanika; 2009: *Pengaruh Beberapa Tingkat Konsentrasi Perekat Yang Terbuat Dari Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Batu Bara*; Universitas Lampung, Lampung.
- Setio, Ari; 2009: *Kajian Pengaruh Komposisi Dan Perekat Pada Pembuatan Briket Sekam Padi Terhadap Kalor Yang Dihasilkan*; Undip, Semarang.
- Shvet, Ivan; 1966: *Thermal Engineering*; Peace Publisher, Moscow.
- Soedjoko dan Wardoyo ; 1987. *Teknik pembriketan batu bara tanpa karbonisasi*; *Buletin Pusat Pengembangan Teknologi dan Mineral*. Vol.15 No11.
- Sukandarrumidi; 1995: *Batubara dan Gambul*; Gajah Mada University, Yogyakarta.
- Ula, Achmad Zubir; 2000: *Briket Arang* ; P2B2, Bogor.
- Wahyudi, Slamet; 2006: *Diktat Kuliah Statistik Teknik*; Universitas Brawijaya, Malang.
- Walpole, Ronald E; 1997: *Pengantar Statistika*; Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wardana, I.N.G; 2008: *Bahan Bakar dan teknologi Pembakaran*; Danar Wijaya, Malang.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN

Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 214 Malang 65145

Nomor :114/PT.13.FT.6.M/VIII/2010

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa:

Nama : Albas Tomi

Nim. : 0610620019

Instansi : Universitas Brawijaya

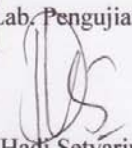
Program Studi : Teknik Mesin

Benar-benar telah melaksanakan penelitian dan pengambilan data Pengujian Tekan pada Briket di Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 27 Agustus 2010, guna keperluan penyusunan skripsi dengan judul: "Pengaruh Penambahan Kadar Tetes Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah"



Malang 30 Agustus 2010

Ka. Lab. Pengujian Bahan


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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 214 Malang 65145

Data Pengujian Kekuatan Tekan Briket Kulit Kacang Tanah

Briket Kulit Kacang Tanah Dengan
Penekanan 50 kg/cm²

Kadar Tetes Tebu	Kekuatan Tekan (KN)
4%	1 2.45
	2 2.5
	Rata - Rata 2.475
8%	1 2.55
	2 2.6
	Rata - Rata 2.575
12%	1 2.65
	2 2.7
	Rata - Rata 2.675
16%	1 2.85
	2 2.75
	Rata - Rata 2.8
20%	1 2.75
	2 2.65
	Rata - Rata 2.7

Briket Kulit Kacang Tanah Dengan
Penekanan 80 kg/cm²

Kadar Tetes Tebu	kekuatan Tekan (KN)
4%	1 2.65
	2 2.7
	Rata - Rata 2.675
8%	1 3.1
	2 2.85
	Rata - Rata 2.975
12%	1 3.25
	2 3.2
	Rata - Rata 3.225
16%	1 3.5
	2 3.35
	Rata - Rata 3.425
20%	1 3.35
	2 3.1
	Rata - Rata 3.225

Malang 30 Agustus 2010

Ka. Lab. Pengujian Bahan



Putu Hadi Setyarini, ST. MT.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
LABORATORIUM MOTOR BAKAR

Jl. Mayjen Haryono 167 Malang 65145 Telp. 0341-554291 pes.222
motorbakar_mesinub@yahoo.com



SURAT KETERANGAN

No : 054/XII/Lab MB/2010

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

No.	Nama	NIM	Jurusan
1.	Albas Tomi	0610620019	Teknik Mesin

dari Universitas Brawijaya Malang.

Telah melakukan pengujian *Nilai Kalor* dalam rangka penyelesaian Skripsi dengan judul **Pengaruh Penambahan Kadar Tetes Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah** yang dilaksanakan pada tanggal 1 Oktober 2010 di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

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

Malang, 01 Desember 2010

Mengetahui,

Kalab. Motor Bakar



Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST, M. Eng

NIP. 19740121 199903 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
LABORATORIUM MOTOR BAKAR

Jl. Mayjen Haryono 167 Malang 65145 Telp. 0341-554291 pes.222
motorbakar_mesinub@yahoo.com



Hasil Uji :

No.	Nama Bahan Uji	Nilai Kalor (Kal/gram)	Rata- Rata Nilai Kalor (Kal/gram)
1.	Tetes tebu Kering	6783.89	6783.89
2.	Arang kulit kacang tanah	4071.68	4071.68
3.	Briket dengan kadar tetes tebu 4%	4275.39	4309.22
4.	Briket dengan kadar tetes tebu 4%	4343.04	
5.	Briket dengan kadar tetes tebu 8%	4452.71	4589.92
6.	Briket dengan kadar tetes tebu 8%	4727.13	
7.	Briket dengan kadar tetes tebu 12%	4554.06	4708.48
8.	Briket dengan kadar tetes tebu 12%	4862.89	
9.	Briket dengan kadar tetes tebu 16%	4655.42	4774.16
10.	Briket dengan kadar tetes tebu 16%	4892.89	
11.	Briket dengan kadar tetes tebu 20%	4713.42	4863.85
12.	Briket dengan kadar tetes tebu 20%	5014.28	

Lampiran 2 :

Data hasil Pengujian

Data Massa Awal Briket

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4	8	12	16	20
		gram				
50 (Kg/cm ²)	1	48.73	49.37	48.17	45.97	48.02
	2	49.57	49.14	49.45	46.87	49.05
80 (Kg/cm ²)	1	48.88	49.71	49.28	42.22	47.78
	2	49.22	44.5	48.01	44.00	49.40

Data Massa Abu

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4%	8%	12%	16%	20%
		gram				
50 (Kg/cm ²)	1	9.14	8.98	10.68	11.08	11.67
	2	9.2	9.57	10.99	11.51	11.95
80 (Kg/cm ²)	1	9.21	9.48	10.89	11.50	11.76
	2	9.98	9.18	10.03	10.25	12.59

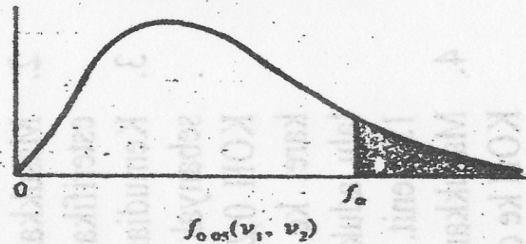
Data waktu Pembakaran

Tekanan Pembriketan	Perulangan	Kadar Tetes Tebu (%)				
		4%	8%	12%	16%	20%
		menit				
50 (Kg/cm ²)	1	111.42	122.30	138.48	117.56	133.36
	2	121.15	119.24	118.12	116.04	130.24
80 (Kg/cm ²)	1	122.54	130.42	133.20	126.30	133.12
	2	127.06	131.18	128.36	110.36	135.40

Lampiran 3 :

Table 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.

Lampiran 4:

- Gambar pelaksanaan penelitian



Gambar Kulit Kacang Tanah



Tetes tebu



Proses pengepresan briket



Briket yang sudah jadi



Pengujian gaya tekan



Penimbangan massa briket



Penimbangan massa abu



Pembakaran briket