

**KAJIAN PRODUKSI BRIKET SAMPAH ORGANIK SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun Oleh:

EKO YULIANTO
Nim. 0001063133-62

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN
MALANG
2007**

**KAJIAN PROSES PRODUKSI BRIKET SAMPAH ORGANIK
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

**MAKALAH SEMINAR HASIL
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**



Disusun Oleh:

**EKO YULIANTO
Nim. 0001063133-62**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Djarot B. Darmadi, MT.
NIP. 131 280 655

Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc.
NIP. 132 283 660

**KAJIAN PRODUKSI BRIKET SAMPAH ORGANIK SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

Disusun Oleh:

**EKO YULIANTO
Nim. 0001063133-62**

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus
pada tanggal 17 juli 2007**

DOSEN PENGUJI

Skripsi I

Skripsi II

Ir. Winarno Yahdi Atmojo, MT.
NIP. 131280 655

Ir. Pratikto, MMT.
NIP. 130 928 864 002

Komprehensif

Ir. Bardji Hadi Pranoto
NIP. 130 935 803

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST..MT.
NIP. 132 159 708

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Kajian Proses Produksi Briket Sampah Organik sebagai Bahan Bakar Alternatif** ”.

Skripsi ini dibuat oleh penulis sebagai salah satu persyaratan bagi mahasiswa jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Atas dukungan dan bantuan dari semua pihak sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Slamet Wahyudi,ST., MT. selaku Ketua Jurusan Mesin.
2. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc.,CSE selaku Sekretaris Jurusan Mesin dan juga sebagai dosen pembimbing kedua.
3. Bapak Ir. Djarot Darmadi, MT selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Produksi dan juga sebagai dosen pembimbing pertama.
4. Seluruh staf pengajar Jurusan Teknik Mesin.
5. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Mesin serta Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Keluarga tercinta yang selama ini telah memberi doa dan segalanya demi terciptanya cita- cita penulis dalam menuntut ilmu.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan keterbatasan ilmu yang penulis miliki, tentunya skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga memerlukan banyak masukan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaannya. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SIMBOL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Definisi Briket	7
2.3 Bahan-bahan yang Digunakan untuk Membuat Briket	8
2.3.1 Sampah Organik	8
2.3.2 Arang	9
2.3.3 Bahan-bahan Pendukung	10
2.3.3.1 <i>Molasses</i>	11
2.3.3.2 <i>Lime</i>	12
2.4 Pengolahan Bahan-bahan Pembuat Briket	13
2.4.1 Pengeringan Bahan-bahan Pembuat Briket	13
2.4.2 Karbonisasi	14
2.4.3 Penghalusan Bahan	18
2.4.4 Proses Pembentukan Briket	19

2.4.4.1	Metode Pembentukan Briket	22
2.4.5	Pengeringan Briket	23
2.5	Kualitas Briket	23
2.5.1	Kalor Pembakaran	24
2.5.2	Kekuatan Tekan	25
2.5.3	Water Boiling Test	26
2.6	Hipotesis	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	28
3.2	Variabel Penelitian	28
3.2.1	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	28
3.2.2	Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	28
3.2.3	Variabel tekendali	29
3.3	Tempat dan Waktu Pengambilan Data Penelitian	29
3.4	Persiapan	29
3.4.1	Bahan Penelitian	29
3.4.2	Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	30
3.4.3	Alat-alat yang Digunakan untuk Menguji Spesimen	30
3.5	Bahan dan Spesimen Benda Uji	31
3.6	Proses Pembuatan Spesimen	31
3.6.1	Proses Pembuatan Briket Arang Sampah Organik	31
3.6.2	Proses Pembuatan Briket Non Arang Samaph Organik	32
3.7	Metode Pengujian	33
3.7.1	Pengujian Kekuatan Tekan	33
3.7.2	Pengujian Nilai Kalor	34
3.8	Rancangan Penelitian	34
3.8.1	Analisa Varian Satu Arah	36
3.8.1.a	Kekuatan Tekan	36
3.8.1.b	Nilai Kalor	38
3.9	Analisa Regresi	39

BAB IV ANALISA DATA

4.1	Data Hasil Penelitian	42
4.2	Analisis Varian	44
4.2.1	Analisis Varian Data Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik	44
4.2.2	Analisis Varian Data Kekuatan Tekan Briket Arang Sampah Organik	47
4.2.3	Analisis Varian Data Nilai Kalor Briket Non Arang Sampah Organik	49
4.2.4	Analisis Varian Data Nilai Kalor Briket Arang Sampah Organik	51
4.3	Water Boiling Test	53
4.4	Pembahasan	54
4.4.1	Analisa Grafik Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik	54
4.4.2	Analisa Grafik Kekuatan Tekan Briket Arang Sampah Organik	55
4.4.3	Analisa Grafik Kekuatan Tekan Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik	56
4.4.4	Analisa Grafik Nilai Kalor Briket Non Arang Sampah Organik	57
4.4.5	Analisa Grafik Nilai Kalor Briket Arang Sampah Organik	58
4.4.6	Analisa Grafik Nilai Kalor Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	63

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Peta Sumber Energi Dunia	1
Tabel 2.1	Hasil dari <i>Friability Test</i>	5
Tabel 2.2	Hasil dari <i>Water Boiling Test</i>	6
Tabel 2.3	Kapasitas Material Sisa Pertanian per Tahun (Ton) di Rwanda	8
Tabel 2.4	Perebandingan Produk Hasil Rata-rata Briket Arang dengan Kayu	15
Tabel 2.5	Pengaruh Jenis Pengikat pada Briket	11
Tabel 2.6	Spesifikasi dari Berbagai Jenis <i>Molasses</i>	12
Tabel 2.7	Perbandingan produk hasil rata-rata briket arang dengan kayu	19
Tabel 2.8	Spesifikasi dari Briket berbentuk telur dan sarang tawon	
Tabel 2.9	Klasifikasi dari berbagai mekanisme penggerak press komersial	20
Tabel 2.10	Sifat fisik dan kimia briket arang komersial	24
Tabel 3.1	Besarnya Prosentase Tetes Tebu dengan Sampah Organik atau dengan Arang Sampah Organik	28
Tabel 3.2	Rancangan Penelitian untuk Kekuatan Tekan pada Briket Arang Sampah Organik	35
Tabel 3.3	Rancangan Penelitian untuk Nilai Kalor pada Briket Arang Sampah Organik	35
Tabel 3.4	Analisis Varian Satu Arah Data Pengujian Kekuatan Tekan Briket Sampah Organik	37
Tabel 3.5	Analisis Varian Satu Arah Data Pengujian Nilai Kalor Briket Sampah Organik	39

Tabel 3.6	Data Analisa Regresi Linear	41
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Kekuatan Tekan pada Briket Non Arang Sampah Organik	42
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Kekuatan Tekan pada Briket Arang Sampah Organik	43
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Nilai Kalor pada Briket Non Arang Sampah Organik	43
Tabel 4.4	Data Hasil Pengujian Nilai Kalor pada Briket Arang Sampah Organik	44
Tabel 4.5	Data Analisis Varian Satu Arah Pengujian Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik	46
Tabel 4.6	Data Analisis Varian Satu Arah Pengujian Kekuatan Tekan Briket Arang Sampah Organik	48
Tabel 4.7	Data Analisis Varian Satu Arah Pengujian Nilai Kalor Briket Non Arang Sampah Organik	50
Tabel 4.8	Data Analisis Varian Satu Arah Pengujian Nilai Kalor Briket Arang Sampah Organik	52



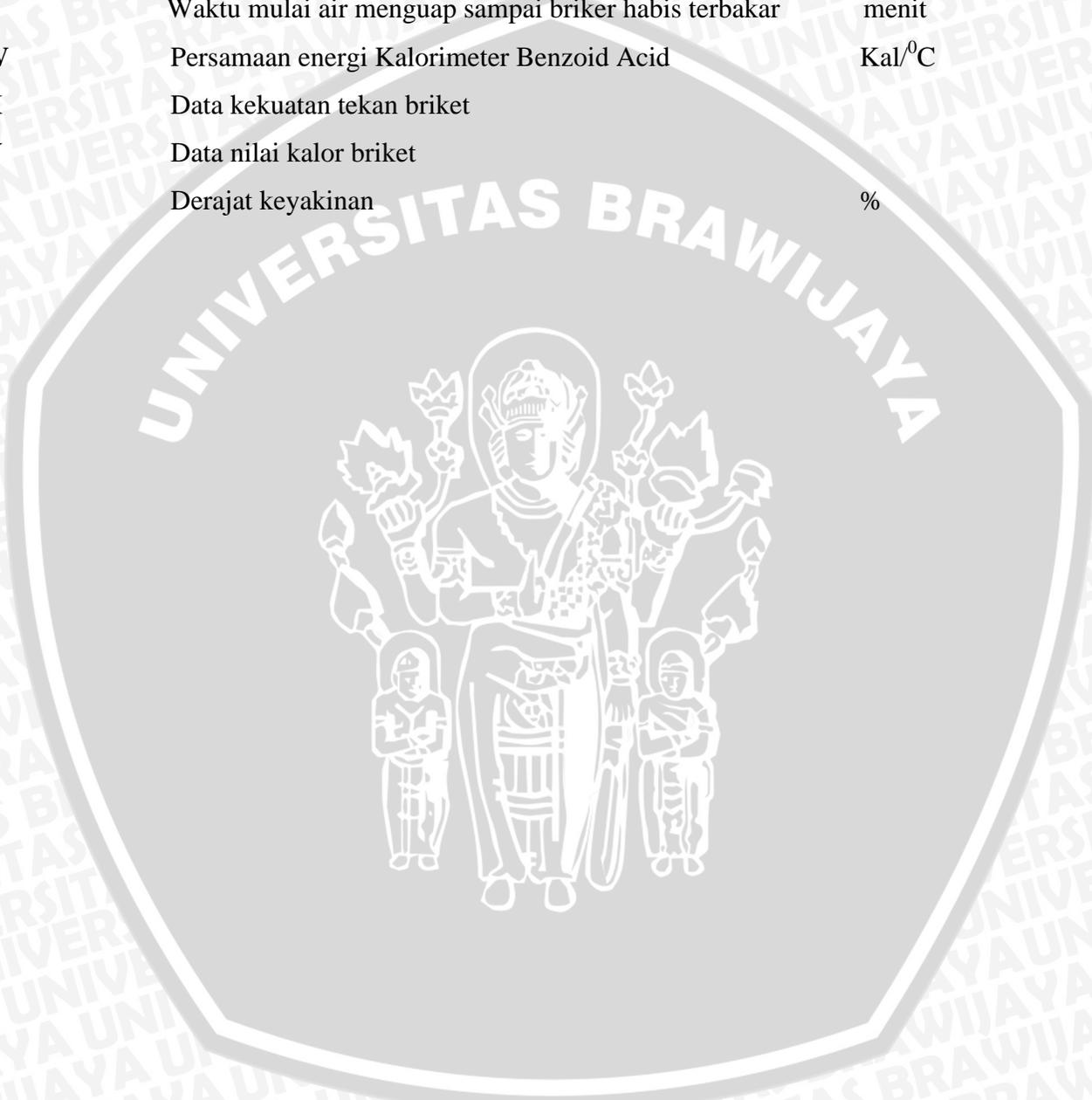
DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Macam-macam Bentuk Briket	7
Gambar 2.2	Grafik Produksi Arang di Amerika	10
Gambar 2.3	The Missouri-Type Charcoal Kiln	16
Gambar 2.4	Skema Pembuatan Arang Biomassa dengan Menggunakan Drum	17
Gambar 2.5	Jenis-jenis Mekanisme Mesin Press	21
Gambar 3.1	Dimensi Spesimen	31
Gambar 4.1	Grafik Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik	54
Gambar 4.2	Grafik Kekuatan Tekan Briket Arang Sampah Organik	55
Gambar 4.3	Grafik Gabungan antara Kekuatan Tekan Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik	56
Gambar 4.4	Grafik Nilai Kalor Briket Non Arang Sampah Organik	57
Gambar 4.5	Grafik Nilai Kalor Briket Arang Sampah Organik	58
Gambar 4.6	Grafik Gabungan antara Nilai Kalor Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik	60

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Arti	Satuan
e_3	Nilai kalor pembakaran untuk kawat sekering per cm	Kal/ $^{\circ}$ C
ΔT	Selisih temperature air	$^{\circ}$ C
ΔT	Selisih temperature air	$^{\circ}$ C
a	Berat mula-mula bahan sebelum dimasukkan oven	gr
A	Luas Permukaan Punch	cm ²
b	Berat akhir bahan setelah dikeluarkan dari oven	gr
BA	Prosentase Briket Arang sampah organik	%
BNA	Prosentase Briket Non Arang sampah organik	%
D	Diameter Punch	cm
d	Diameter spesimen	cm
db	Derajat bebas	-
F	Gaya Penekan	Kg
H	Nilai kalor Benzoid Acid	Kal/ $^{\circ}$ C
h	Tinggi spesimen	cm
HHV	Nilai kalor atas	Kal/gr
k	Jumlah variasi prosentase <i>Molasses</i>	-
m	Massa sample	gr
M ₁	Massa mula-mula air dalam panci	gr
m ₁	Massa briket sebelum menjadi abu	gr
M ₂	Massa akhir air dalam panci	gr
m ₂	Massa briket setelah menjadi abu	gr
M _A	Massa air yang diuapkan per menit	gr
N	Jumlah data	-
n	Jumlah replikasi	-
p	Prosentase kandungan air	%
P	Tekanan	kg/cm ²

Pr	Prosentase abu	%
t	Kenaikan temperatur adiabatik Benzoid Acid	$^{\circ}\text{C}$
t ₁	Waktu yang dibutuhkan untuk merubah air menjadi uap	menit
t ₂	Waktu mulai air menguap sampai briker habis terbakar	menit
W	Persamaan energi Kalorimeter Benzoid Acid	Kal/ $^{\circ}\text{C}$
X	Data kekuatan tekan briket	
Y	Data nilai kalor briket	
α	Derajat keyakinan	%



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto spesimen dilihat dari atas.

Lampiran 2. Foto spesimen dilihat dari samping.

Lampiran 3. Tabel F untuk $\alpha = 5\%$.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RINGKASAN

EKO YULIANTO, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2007,
Kajian Proses Produksi Briket Sampah Organik sebagai Bahan Bakar Alternatif,
Dosen Pembimbing : Ir. Djarot B. Darmadi, MT dan Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc.

Sumber energi fosil yang jumlahnya makin menipis dan akan habis dalam rentang waktu yang tidak lama lagi memerlukan energi alternatif untuk mengatasi kekurangan energi di waktu yang akan datang. Salah satu energi alternatif yang bisa dikembangkan adalah briket sampah organik karena selain bahan bakunya mudah didapat dan harganya murah juga menghasilkan kalor yang cukup tinggi. Briket adalah proses pencetakan bahan menjadi bentuk kotak, bulat, silinder, atau bentuk lain yang memungkinkan dalam kondisi padat dengan memberi tekanan dari luar. Sampah organik adalah sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup seperti daun-daunan, sampah dapur, dan lain-lain. Dalam pembuatan briket diperlukan *molasses* sebagai pengikat dan *hidrate lime* agar briket tetap kering bila dalam kondisi lingkungan yang lembab.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi prosentase *molasses* terhadap kekuatan tekan dan nilai kalor briket yang dihasilkan serta mengetahui perbedaan antara briket arang sampah dan briket non arang sampah. Dari penelitian ini diambil masing-masing 5 variasi dari variabel bebas yaitu untuk variasi prosentase *molasses* sebesar 3%, 6%, 9%, 12%, 15% pada briket arang sampah dan briket non arang sampah. Setelah itu dilakukan pengujian untuk mendapatkan variabel terikat yaitu kekuatan tekan dan nilai kalor kemudian dilakukan pengolahan data dari hasil pengambilan data yang dilakukan.

Dari hasil pengolahan data penelitian didapat bahwa peningkatan prosentase *molasses* akan meningkatkan kekuatan tekan briket sampah organik, tetapi nilai kalornya justru menurun. Briket sampah organik yang bahan bakunya dijadikan arang mempunyai nilai kalor dan kekuatan tekan yang lebih tinggi daripada briket sampah organik yang bahan bakunya tidak dijadikan arang.

Kata Kunci : Briket sampah, Sampah Organik, prosentase *Molasses*, Nilai Kalor, Kekuatan Tekan.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pesat teknologi industri khususnya sejak akhir tahun 1950-an membuat konsumsi energi meningkat sangat pesat seperti terlihat pada tabel 1.1. Hal ini membuat pemakaian bahan bakar fosil (minyak bumi, gas alam, batubara) secara besar-besaran tidak terhindarkan. Bahan bakar fosil yang mudah dieksplorasi dan dapat diperoleh dalam jumlah besar dengan biaya yang tidak terlalu tinggi menjadi sumber energi utama dunia selama berpuluh tahun. Dari data akhir 1990-an, peta sumber energi dunia adalah sbb:

Tabel 1.1 Peta Sumber Energi Dunia

<i>Sumber Energi</i>	<i>Persentasi</i>	<i>Available Years</i>
Oil	38,6 %	45
Coal	27,3 %	230
Natural Gas	21,6 %	65
Water Power	6,7 %	
Nuclear Power	5,7 %	43(uranium235)
New Energy Power	0,1 %	

(Sumber : Azhari Sastranegara , 2000)

Data di atas menunjukkan bahwa bahan bakar fosil (minyak bumi, gas alam dan batu bara) mendominasi kebutuhan energi penduduk dunia, sedangkan sumber energi selain fosil dimanfaatkan dalam jumlah relatif kecil. Sumber energi fosil jumlahnya makin menipis dan akan habis dalam rentang waktu yang tidak lama sehingga diperlukan solusi yang tepat untuk mengatasi masalah ini dengan kata lain harus mencari energi alternatif. Sumber energi baru jumlahnya masih sangat kecil dan perlu untuk dikembangkan lebih lanjut dengan cara memanfaatkan segala potensi yang ada di sekitar kita.

Sampah adalah salah satu sumber energi yang murah tetapi bisa menyebabkan banyak permasalahan dan mengganggu lingkungan. Sampah bisa menyebabkan berbagai macam masalah bagi lingkungan bila sampah dalam jumlah besar dan tidak ditangani dengan benar. Masalah yang ditimbulkan mulai dari masalah kesehatan, keindahan, sampai pada kerusakan lingkungan. Di kota-kota besar di Indonesia banyak sampah yang

belum teratasi dengan baik dan berpotensi menimbulkan masalah karena jumlahnya sangat besar. Misalnya saja, kota Jakarta pada tahun 1985 menghasilkan sampah sejumlah 18.500 m³ per hari dan pada tahun 2000 meningkat menjadi 25.700 m³ per hari. Jika dihitung dalam setahun, maka volume sampah tahun 2000 mencapai 170 kali besar Candi Borobudur (volume Candi Borobudur = 55.000 m³). Selain Jakarta, jumlah sampah yang cukup besar terjadi di Medan dan Bandung. Kota metropolitan lebih banyak menghasilkan sampah dibandingkan dengan kota sedang atau kecil (Nurhidayati, 2006).

Secara umum, jenis sampah dapat dibagi 2 yaitu sampah organik (biasa disebut sebagai sampah basah) dan sampah anorganik (sampah kering). Sampah basah adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup seperti daun-daunan, sampah dapur, dan lain-lain. Sampah jenis ini dapat terdegradasi (membusuk atau hancur) secara alami. Sebaliknya sampah kering seperti kertas, plastik, kaleng, dan lain-lain tidak dapat terdegradasi secara alami (Nurhidayati, 2006). Sampah organik dapat dibedakan menjadi tiga jenis; sisa tanaman perkebunan (kulit kopi, tempurung kelapa, tempurung kemiri, dsb), sisa tanaman hutan (ranting-ranting pohon, daun, maupun kertas juga termasuk dalam jenis ini karena berbahan dasar kayu), dan sisa tanaman pertanian (sekam padi, kulit padi, tongkol jagung, dsb).

Sampah organik atau biomassa berpotensi besar untuk bisa digunakan kembali sebagai sumber energi, pupuk, atau bisa diubah menjadi bentuk lain. Meskipun demikian tidak semua sampah biomassa dapat digunakan sebagai sumber energi karena kadar airnya yang terlalu tinggi dan energi kalornya rendah. Hal ini menyebabkan penambahan biaya untuk perawatan, transport, dan penyimpanan sehingga penggunaannya kurang efektif (Bhattacharya, 1990). Apabila benar-benar dimanfaatkan, pengolahan sampah menjadi sumber energi ini dapat mengurangi permasalahan mengenai sampah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan gaya hidup yang cenderung meningkatkan volume sampah. Sampah organik mudah ditemukan di setiap wilayah yang ada di Indonesia. Sisa-sisa tanaman hutan (kayu, daun, kertas) adalah bahan yang banyak dijumpai di Indonesia, tersedia sepanjang tahun, tidak terpengaruh musim dan terdapat di mana saja di Indonesia, oleh karena itu harganya relatif lebih murah dibandingkan jenis lainnya dan lebih mudah didapat.

Sampah organik bisa berfungsi lebih baik daripada bentuk aslinya bila diproses dengan baik (dengan sistem penggumpalan). Dengan cara ini bentuknya bisa diseragamkan, mengandung lebih banyak energi per satuan volume, ukurannya bisa diperkecil, menghasilkan sedikit asap dan lebih ramah lingkungan. Ada tiga metode penggumpalan pada biomassa ini; agitasi (diaduk kemudian digumpalkan), penekanan, dan dengan perlakuan panas. Semua jenis pembutiran (pellet) termasuk metode agitasi, briket dan pil termasuk metode penekanan..

Briket adalah metode yang paling banyak digunakan dalam tahun-tahun terakhir ini, didefinisikan sebagai proses pencetakan biomassa menjadi bentuk kotak, bulat, silinder, atau bentuk lain yang memungkinkan dalam kondisi padat dengan memberi tekanan dari luar (G.Ozbayoglu, K R Tabari, 2003). Dalam pembuatan briket diperlukan sebuah pengikat dan *hidrate lime* agar briket tetap kering bila dalam kondisi lingkungan yang lembab. *Molasses* (tetes tebu) dipilih sebagai pengikat karena tetes tebu merupakan limbah dalam industri gula yang mudah didapat dan harga tetes tebu relatif murah serta mempunyai daya rekat cukup tinggi. Demikian juga *hidrate lime* atau kapur CaCO_3 dikenal sebagai bahan bangunan mudah didapat dan harganya murah. Teknologi ini memungkinkan untuk meningkatkan karakteristik bahan bakar biomassa menjadi lebih padat sehingga mempunyai waktu lebih lama bila dibakar dan mempunyai nilai kalor tinggi, juga ukurannya lebih kecil dan kandungan airnya sedikit.

Didasarkan pada latar belakang di atas maka penulis melakukan penelitian tentang pembuatan briket dari sampah organik berupa kayu, kertas, dan daun yang dikeringkan terlebih dahulu dengan pengikat menggunakan tetes tebu dan *hydrate lime* untuk menahan penyerapan air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan permasalahannya adalah :

- Perbedaan karakteristik berupa kekuatan tekan dan nilai kalor briket arang sampah organik dan briket non arang sampah organik.
- Pengaruh kadar *binder* terhadap nilai kalor dan kekuatan tekan pada briket arang sampah organik dan briket non arang sampah organik.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang dibahas, maka perlu diambil batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengujian yang dilakukan pada briket adalah kuat tekan dan nilai kalor.
2. *Binder* yang digunakan adalah *molasses* dan *hydrate lime*.
3. Proses pengepressan berlangsung pada suhu kamar.
4. Arang sampah organik digiling dengan ukuran diameter maksimal 3mm.
5. Bahan butiran non arang sampah organik digiling dengan ukuran (1,5-3)mm.

1.4 Tujuan penelitian.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah untuk memanfaatkan potensi sampah sebagai bahan baku dalam pembuatan briket.

1.5 Manfaat Penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Dapat menambah literatur bagi dunia pendidikan tentang briket dari sampah organik.
2. Untuk memberikan informasi dalam pengembangan bahan bakar alternatif yang berasal dari sampah organik.
3. Mengurangi jumlah sampah di lingkungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Chardust Ltd(2000) bekerja sama dengan Spectrum Technical Services telah mengadakan penelitian tentang pembuatan briket arang dari sampah Biomassa di Kenya. Bahan dasar yang digunakan bermacam-macam seperti serbuk gergaji, kayu, kulit buah kopi, ampas tebu, tongkol jagung, dan lainnya dengan menggunakan rata-rata 15% tanah liat untuk meningkatkan kekuatan tekannya dan *arabic gum* sebagai perekatnya. Ada dua pengujian yang dilakukan ; *Friability Test* dan *Water Boiling Test*. *Friability Test* seperti pada tabel 2.1 bertujuan untuk mengetahui *strength* (ketangguhannya), dilakukan dengan mengambil sampel 250 gram dari masing-masing jenis briket dan dimasukkan kedalam wadah plastik kemudian dijatuhkan dari ketinggian 20 m ke lantai sebanyak 5 kali.

Tabel 2.1 Hasil dari *Friability Test*

Jenis briket	Prosentase berat setelah dijatuhkan
<i>Macadamia nut shell (Binder 7% clay, 2% gum arabic)</i>	76%
<i>Wattle bark (Binder 5% clay, 2% gum arabic)</i>	76%
<i>Maize stover</i>	68%
<i>Sisal fibre</i>	60%
<i>Baggase</i>	52%
<i>Sawdust</i>	52%
<i>Rice husk</i>	48%
<i>Coffee husk</i>	44%
<i>Coconut fibre</i>	36%
<i>Pineapple pulp</i>	28%
Additional test	
<i>Lumpwood charcoal</i>	76%
<i>Coffe husk (binder 10% molasses)</i>	60%
<i>VWB (1,5 " diameter, no binder)</i>	40%
<i>VWB (1 " diameter, no binder)</i>	36%

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa briket arang kayu adalah jenis yang paling kuat ketahanan *impactnya* dengan hanya kehilangan 24% material setelah

dijatuhkan lima kali. Begitu juga dengan *macadamia nut shell* dan *wattle bark* yang hanya kehilangan 24% material setelah dijatuhkan. Briket dari serat nanas adalah yang paling lemah dengan hanya menyisakan 60 – 72% beratnya sendiri.

Bentuk pengujian yang lain adalah *Water Boiling Test* seperti pada tabel 2.2. Uji ini dilakukan dengan menggunakan sampel 1 kg briket yang dibakar untuk menguapkan 2 liter air di dalam panci, beberapa waktu kemudian air menguap dan dihitung berapa volume air yang mampu diuapkan oleh tiap-tiap jenis briket per menitnya. Hal ini menunjukkan kalor yang dilepaskan atau ditransfer menuju air sehingga air bisa menguap. Tabel berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan.

Tabel 2.2 Hasil dari *Water Boiling Test*

Jenis briket	Waktu untuk menguapkan (menit)	Air yang diuapkan per menit (gram)	Prosentase abu hasil pembakaran
<i>Sawdust</i>	25	17,5	27%
<i>Macadamia nut shell (Binder 7% clay, 2% gum arabic)</i>	18	15,1	9%
<i>Coffee husk</i>	23	14,0	20%
<i>Baggase</i>	29	13,6	33%
<i>Wattle bark (Binder 5% clay, 2% gum arabic)</i>	22	13,4	19%
<i>Pineapple pulp</i>	31	13,0	54%
<i>Sisal fibre</i>	31	12,2	56%
<i>Coconut fibre</i>	26	10,3	33%
<i>Maize stover</i>	40	8,3	34%
<i>Rice husk</i>	26	N/a	68%
Additional test			
<i>VWB (1" diameter, no binder)</i>	29	23,1	34%
<i>Lumpwood charcoal</i>	29	16,6	8%
<i>VWB (1,5" diameter, no binder)</i>	28	14,5	33%
<i>Bagasse (binder 5% clay, 10% molasses)</i>	21	13,7	33%
<i>Coffee husk (binder 10% clay, 5% molasses)</i>	29	13,6	17%
<i>Sawdust (binder 20% clay)</i>	21	11,7	35%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket dari arang kayu menghasilkan abu paling sedikit yaitu 8%, dan lebih cepat dalam menguapkan air dalam panci tetapi nilai

kalornya lebih rendah daripada briket serbuk gergaji. VWB mampu menguapkan air paling banyak, yaitu 23.1 gram dan yang paling sedikit adalah *maize stover*.

2.2. Definisi Briket

Briket didefinisikan sebagai teknologi pencetakan biomassa menjadi bentuk kotak, bulat, silinder, atau bentuk lain yang memungkinkan dalam kondisi padat dengan diberi tekanan dari luar seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Definisi briket arang adalah arang kayu yang diubah dan dibentuk menjadi lebih rapat dengan cara mengepres campuran serbuk arang dan bahan baku perekat. Dalam membuat briket harus menentukan besar tekanan, jenis dan jumlah binder, kadar air dan temperatur (G.Ozbayoglu, K R Tabari, 2003). Teknologi briket memungkinkan untuk meningkatkan karakteristik bahan bakar biomassa menjadi lebih padat sehingga mempunyai waktu lebih lama bila dibakar dan mempunyai nilai kalor tinggi, juga ukurannya lebih kecil dan kandungan airnya sedikit.

Dalam pembuatan briket diperlukan sebuah pengikat dan kapur CaCO_3 agar briket tetap kering bila dalam kondisi lingkungan yang lembab. *Molasses* (tetes tebu) dipilih sebagai pengikat karena tetes tebu merupakan limbah dalam industri gula. Selain mudah didapat, harga tetes tebu relatif murah. Demikian juga kapur CaCO_3 dikenal sebagai bahan bangunan mudah didapat dan harganya murah.



Gambar 2.1 macam-macam bentuk briket. (G.Ozbayoglu, K R Tabari, 2003).

2.3. Bahan-bahan yang Digunakan untuk Membuat Briket.

2.3.1 Sampah Organik

Bahan baku pembuatan briket dari serbuk sampah organik adalah sampah biomassa, yaitu sampah yang berasal dari sisa hasil tanaman hutan (kayu), termasuk juga sisa hasil tanaman pertanian, seperti kulit, batang, daun, dan sebagainya (Chardust Ltd dengan Spectrum Technical Services, Nairobi, 2004). Sampah biomassa banyak dijumpai di Indonesia dan tersedia sepanjang tahun tidak terpengaruh musim tanam dan terdapat di mana saja di Indonesia. Di negara lain seperti Rwanda, banyak terdapat sisa hasil pertanian, seperti kulit kopi, karena Rwanda merupakan negara produsen kopi dalam jumlah besar, 16.000 ton pada 1998 dan meningkat lagi menjadi 26.000 ton pada 2001, hasil yang lain seperti tabel 2.3 di bawah ini. Kertas juga termasuk biomassa karena bahan utamanya berasal dari tumbuhan, juga tersedia dalam jumlah besar.

Tabel 2.3 Kapasitas material sisa pertanian per tahun (ton) di Rwanda.

Raw Material	Actual Quantities	Conservative Estimates Available	
		2002	2008
<i>MSW growth @8%growth</i>	17.000	10.200	15.869
<i>Sawdust @7%growth</i>	12.000	2.000	3.001
<i>Coffee Husk @2%growth</i>	6.000	2.500	2.815
<i>Papyrus</i>	38.400	n/a	n/a
<i>Rice Husks</i>	42	n/a	n/a
<i>Total Raw Materials</i>	73.442	14.700	23.693
<i>Briquettes Less 10% dust</i>	66.070	13.230	21.324

(Sumber : Pete Young and Smail Khennas, 2003)

Biomassa bisa dijadikan sebagai bahan bakar alternatif karena mempunyai zat karbon hasil pembakaran. Makin besar kandungan zat karbonnya makin baik karena semakin tinggi nilai kalor yang dikandungnya. Briket sampah biomassa memiliki beberapa keuntungan antara lain dapat diperbaharui, bahan bakunya mudah didapat, dan memiliki nilai kalor yang relatif tinggi serta harganya yang lebih murah dibandingkan bahan bakar lain.

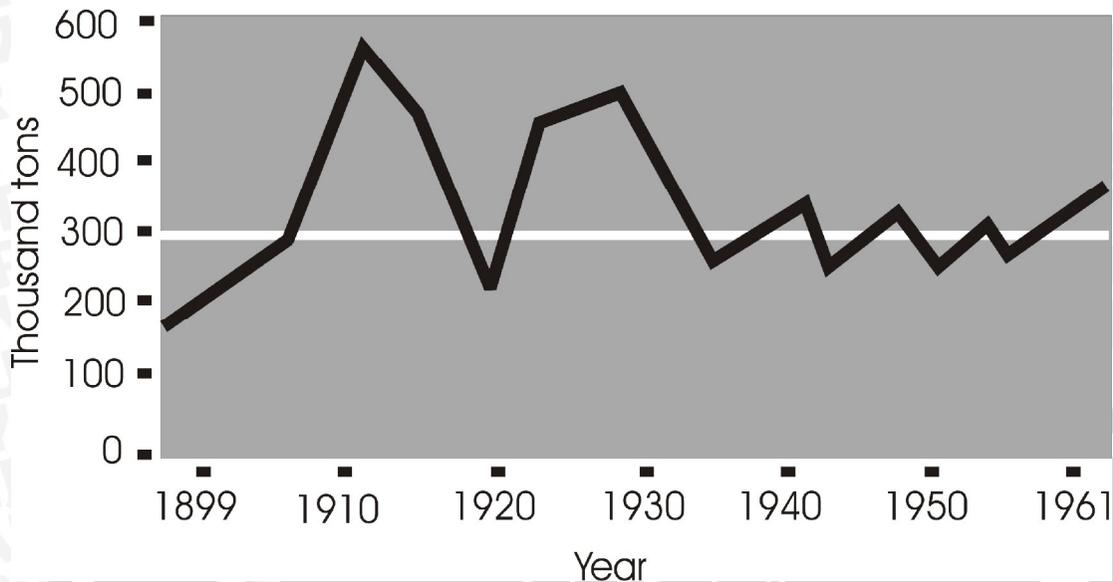
2.3.2 Arang

Arang adalah sisa karbon padat hasil dari pirolisis (proses pembakaran tak sempurna) bahan-bahan yang mengandung karbon. Bahan baku briket arang sampah biomassa adalah arang dari sampah biomassa yang dicampur dengan *binder*. Cara pembuatannya dengan memanaskan bahan-bahan yang mengandung karbon (dari tumbuhan) pada suhu tinggi sedangkan oksigen yang masuk dibatasi (diisolasi) agar tidak teroksidasi menjadi abu, tetapi hanya terkarbonisasi saja.

Arang mempunyai potensi besar untuk dijadikan bahan bakar karena nilai kalornya tinggi, kandungan airnya sedikit dan mempunyai rapat massa yang lebih tinggi dari bahan sebelum diarangkan, selain itu arang masih bisa diperkecil ukurannya dengan metode penggumpalan. Arang mempunyai daya serap tinggi karena kandungan airnya sudah hilang saat pengarangan bersama dengan gas menguap ke udara.

Pada tahun-tahun dahulu dimana sumber energi tambang belum banyak digunakan, penggunaan arang sebagai sumber energi dunia sangat luas. Pada tahun 1900 sampai 1950-an arang banyak digunakan pada industri peleburan baja dan industri kimia, dan untuk keperluan rumah tangga. Di Amerika Serikat pada tahun 1961 seperti terlihat pada gambar 2.2 kebutuhan arang sebanyak 328.000 ton (Anonim, 1963).

Charcoal production up in recent years



+Gambar 2.2 Grafik produksi arang di Amerika Serikat (Anonim, 1963).

2.3.3 Bahan-bahan Pendukung.

Dalam jurnal yang berjudul "*Briquetting of Iran-Anggouran Smithsonite Fines*" oleh Gulhan Ozbazoglu dan Kejhanak Rowshan Tabari (2003) menyatakan bahwa briket mempunyai kekuatan tekan yang lebih tinggi dengan menggunakan *dextrin* dan *molasses* (tetes tebu) sebagai pengikat seperti pada tabel 2.5. Meskipun penggunaan *molasses* sebagai pengikat cukup kuat tetapi ketahanan terhadap air adalah rendah. Untuk meningkatkan ketahanan briket dari kerusakan karena iklim perlu penambahan *lime* disamping *molasses*.. Dengan penambahan *hydrated lime* dapat mengurangi penyerapan air selama penyimpanan. .

Tabel 2.5 Pengaruh jenis pengikat pada briket

Pengikat (%)	Crushing load (kg/briket)
Molasses	434
Dextrin	561
Starch	209
Bentonite	143
Lime	141
Black cement	245
Na ₂ CO ₃	193
NaCl	218
Na ₂ SiO ₃	140
Polyvinyl acetate	297
Peridur XC3	266
CMC	141

Kondisi briket : Pengikat 5%, Moisture 6%, Tekanan : 200 kg/cm².
 Temperatur pengeringan : 105⁰C, Ukuran partikel : original sampel

2.3.3.1 Molasses

Molasses adalah hasil produksi sampingan yang diperoleh dari penguapan dan kristalisasi sucrosa, secara umum berbagai cairan yang komposisinya lebih dari 43% gula bisa dikatakan sebagai *molasses*. Briket mempunyai kekuatan tekan yang lebih tinggi dengan menggunakan *dextrin* dan *molasses* (tetes tebu) sebagai pengikat

Jenis molasses berdasarkan tabel 2.6 ada 5, yaitu :

- *Cane Molasses* merupakan suatu hasil produksi sampingan dari pembuatan sucrosa diperoleh dari batang tebu dan kandungan gula 46 %. Kadar air 27%.
- *Beet Molasses* merupakan suatu hasil produksi sampingan dari pembuatan sucrose dari bit tebu dan kandungan gula 48 %.
- *Citrus Molasses* berasal sari buah yang dikeringkan kemudian dijadikan mengental dan kandungan gula 45% .
- *Hemicellulose Extract* adalah hasil sampingan dari proses pengepresan kayu dengan menggunakan cuka, alkali dan garam. Kandungan terdiri dari pentose, hexoge sugar dan total karbohidrat tidak kurang dari 55%.
- *Starch Molasses* merupakan suatu hasil sampingan dari dextrose yang terbuat dari kanji diperoleh dari butiran gandum kandungan gula 50%.

Tabel 2.6 Spesifikasi dari berbagai jenis molasses

Item	Cane	Beet	Citrus	Extract	Starch
<i>Brix</i>	79,5	79,5	71,0	65,0	78,0
<i>Total Solid (%)</i>	75,0	77,0	65,0	65,0	73,0
<i>Spesific Gravity</i>	1,41	0,41	1,36	1,32	1,40
<i>Total Sugar (%)</i>	46,0	48,0	45,0	55,0	50,0
<i>Crude Protein (%)</i>	3,0	6,0	4,0	0,5	0,4
<i>Nitrogen Free Extract (%)</i>	63,0	62,0	55,0	55,0	65,0
<i>Total Fat (%)</i>	0,0	0,0	0,2	0,5	0,0
<i>Total Fiber (%)</i>	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
<i>Ash (%)</i>	8,1	8,7	6,0	5,0	6,0
<i>Calcium (%)</i>	0,8	0,2	1,3	0,8	0,1
<i>Phosphorus (%)</i>	0,08	0,03	0,15	0,05	0,2
<i>Potassium (%)</i>	2,4	4,7	0,1	0,04	0,02
<i>Sodium (%)</i>	0,2	1,0	0,3	-----	2,5
<i>Chlorin (%)</i>	1,4	0,9	0,07	-----	3,0
<i>Sulfur (%)</i>	0,5	0,5	0,17	-----	0,05
<i>Energi (kcal/kg)</i>					
<i>Swine (ME)</i>	2343	2320	2264	2231	-----
<i>Popultryu (ME)</i>	1962	19623	-----	-----	-----

(Sumber : Leo,V, 2006)

2.3.3.2 Lime

Hydrated lime adalah serbuk kering yang diperoleh dari perlakuan panas (900°C) pada kapur mentah kemudian didinginkan dengan air atau dipadamkan. *Hydrated lime* biasanya digunakan sebagai pengikat pada mortar (adukan). Dalam skripsinya Ikhwan Elfritri yang berjudul *Pengaruh Kadar Molasses Binder pada Briket Arang Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor dan Kekuatan Tekan* (2006). Lime (CaCO_3) adalah sebuah batuan sedimen terdiri dari mineral calcite (*calcium carbonate*), sumber utamanya adalah organisme laut.

Hasil uji laboratorium analisa kimia terhadap bahan galian batu kapur diperoleh komposisi sebagai berikut :

- a. Magnesium Oksida (MgO) = 37,8 %
- b. Kalsium Oksida (CaO) = 53 %
- c. Ferri Oksida (Fe_2O_3) = 7,5 %
- d. Aluminium Oksida (Al_2O_3) = 0,4 %
- e. Silica (SiO_2) = 0,8 %
- f. Sulfur (S) = 0,02 %

Menurut Irena Grigorova dan Lubomir Kuzev (2003) dalam jurnalnya yang berjudul “*Briquetting of Brown Coals of With a Binding Agent Modified Amilum With Soluble Colophony*”, binder yang biasa digunakan ada dua macam ; bahan-bahan organik (*coal-tar pitch, oil bitumens, sulphite- cellulose liquor* ,dsb), dan bahan-bahan anorganik (cement, gypsum, lime, water glass). Bahan-bahan anorganik jarang dipakai karena menghasilkan abu yang banyak dan mengurangi nilai kalor briket. Penambahan *Hydrate lime* mempunyai efek positif terhadap campuran karena akan semakin merekatkan bahan-bahan yang diperlukan dalam campuran. Penambahan *hydrated lime* pada briket yang optimal adalah 2-4%. Briket akan memiliki ketahanan terhadap kelembaban dan meningkatkan kekuatan mekanik.

2.4 Pengolahan Bahan-bahan Pembuat Briket

2.4.1 Pengeringan Bahan-bahan Pembuat Briket

Sebelum dilakukan proses pembentukan, bahan baku briket perlu dikenai beberapa perlakuan, seperti pengeringan bahan pembuat briket, pengecilan ukuran bahan baku, pengarangan, pencampuran bahan baku dengan bahan lain. Bahan baku dikeringkan dahulu pada panas matahari kurang lebih 1-2 minggu. Kadar air material sebelum dilakukan proses pembriketan maupun pengarangan tidak lebih dari 12% dan ukuran partikel material maksimal sebesar 15 mm (Young. P dan Khennas. S, 2003).

Pembuatan arang bisa dilakukan dalam keadaan bahan masih seperti keadaan sebenarnya maupun dalam keadaan bahan sudah dihaluskan atau sudah dibentuk menjadi briket sekalipun. Pembuatan arang pada saat bahan masih berbentuk aslinya akan lebih baik daripada sudah dibentuk menjadi briket atau dihaluskan menjadi serbuk karena karena arang yang terbentuk bisa maksimal, tidak banyak terbang

menjadi abu dan tidak mentah atau belum terbakar. Pembuatan arang dalam keadaan serbuk kecil-kecil menggunakan energi kalor kecil, tidak terlalu panas dan dalam waktu yang tidak terlalu lama. Diameter kecil hanya membutuhkan kalor rendah untuk merubah bahan menjadi abu, bila kalor yang diterima terlalu besar dan waktunya lama arang akan teroksidasi menjadi abu. Pembuatan arang dalam keadaan sudah dibentuk menjadi briket memerlukan energi kalor yang cukup tinggi dan waktu lebih lama untuk meratakan pirolisis sampai ke briket bagian dalam.

Bahan-bahan pembuat briket diperkecil dengan ukuran yang seragam kemudian dicampur dengan campuran bahan-bahan lain secara merata. Penyeragaman ukuran bertujuan agar bahan campuran bisa tercampur secara merata ke seluruh permukaan bahan baku dan briket yang dihasilkan menjadi lebih padat dan kuat, tidak ada rongga .

2.4.2 Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses dimana biomassa dipanaskan pada suhu-suhu tertentu dengan persediaan oksigen terbatas (pembakaran tidak sempurna) sehingga menyebabkan senyawa karbon tidak teroksidasi. Cara pembuatan arang (karbonisasi) bisa secara langsung maupun tak langsung. Pembuatan arang secara langsung dilakukan dengan membakar bahan baku secara langsung di udara bebas dan dikontrol pembakarannya dengan langsung mematikan api jika bahan baku sudah merata menjadi arang. Pembakaran secara tak langsung dilakukan dengan perantara media yang tidak ikut terbakar dan mampu menghantarkan kalor dengan baik serta berbentuk wadah untuk menjadi tempat bahan baku. Bahan baku dimasukkan ke dalam media yang dipanasi terus menerus dengan panas yang cukup agar dapat terkarbonisasi tetapi tidak terlalu panas agar tidak terbakar menjadi abu. Bahan baku dikeluarkan dari media jika sudah berubah seluruhnya menjadi arang. Sedangkan gas-gas hasil pembakaran terbuang ke udara bersamaan dengan asap yang dikeluarkan kecuali arang (Keeling, B.F. 1976).

Menurut Samidi Amin (2000), proses pembuatan arang atau karbonisasi terdiri dari 4 tahap penting yaitu :

1. Temperatur 100-120 °C terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa.

2. Temperatur 270-310 °C, terjadi reaksi eksotermik dimana terjadi perunguraian selulosa secara intensif menjadi larutan pirolignat, gas kayu dan sedikit ter.
3. Temperatur 310-500 °C terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak ter sedangkan larutan pirolignat menurun.
4. Temperatur 500-1000 °C merupakan tahap pengarang/karbonisasi atau peningkatan kadar karbon.

Beberapa metode pembuatan arang diantaranya :

- o Pembuatan lubang besar di dalam tanah.

Contoh dari metode ini adalah pembuatan arang kayu, dimana terjadi proses pelepasan air murni pada suhu di bawah 100°C dan di atas 100°C terjadi karbonisasi. Pembuatan arang kayu biasanya dilakukan dengan membuat lubang besar di dalam tanah. Di tanah yang air tanahnya tidak dangkal dapat digali sebagai ruang pengarangan. Jika tanah berstruktur kuat, dinding dan lantai lubang tidak perlu diperkuat dengan semen dan batu bata. Jika struktur tanah tidak kuat, misalnya mudah longsor karena banyak berpasir, maka dinding dan lantai perlu diperkuat dengan semen dan batu bata. Lubang ini dapat dibuat dalam berbagai bentuk. Kemudian lubang ditutup dan diberi sedikit lubang untuk mengeluarkan asap tapi tidak terjadi pembakaran sempurna.

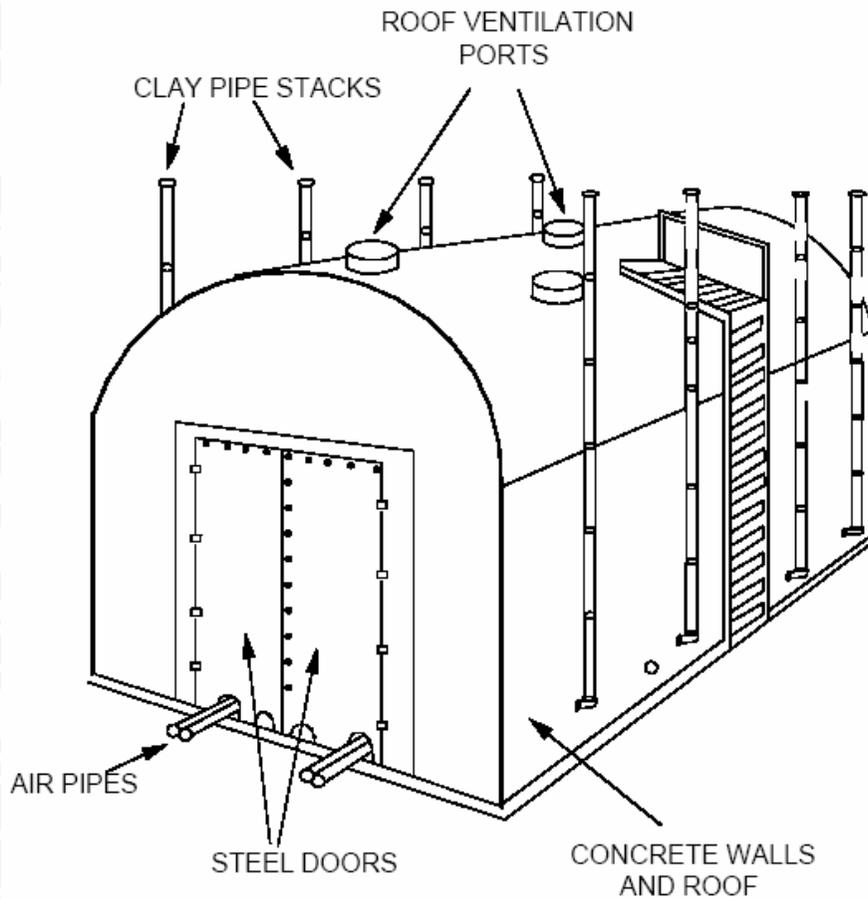
- o Penggunaan dapur untuk membuat arang.

Dapur dibuat diatas permukaan tanah jika tidak memungkinkan menggali lubang karena air tanah terlalu dangkal. Bentuk ruangnya kurang lebih sama dengan lubang pengarangan.

- o Pemakaian *kiln* (alat yang di desain untuk pirolisis).

Kiln terbuat dari drum bekas seperti pada gambar 2.3 dan pirolisis berlangsung di dalam drum dengan membatasi pasokan udara terhadap bahan yang sedang dibakar. Pasokan udara diberikan melalui lubang udara pada badan drum. Pada awal metode *kiln*, energi panas dapat diperoleh dari dalam sistem dan dari luar sistem. Energi panas dari dalam sistem diperoleh dari pembakaran sebagian atau seluruh bahan baku. Pada awal pembakaran, lubang udara ditutup segera setelah seluruh bahan terbakar, lubang udara ditutup untuk mengurangi pasokan oksigen. Energi panas dari luar sistem diperoleh dari

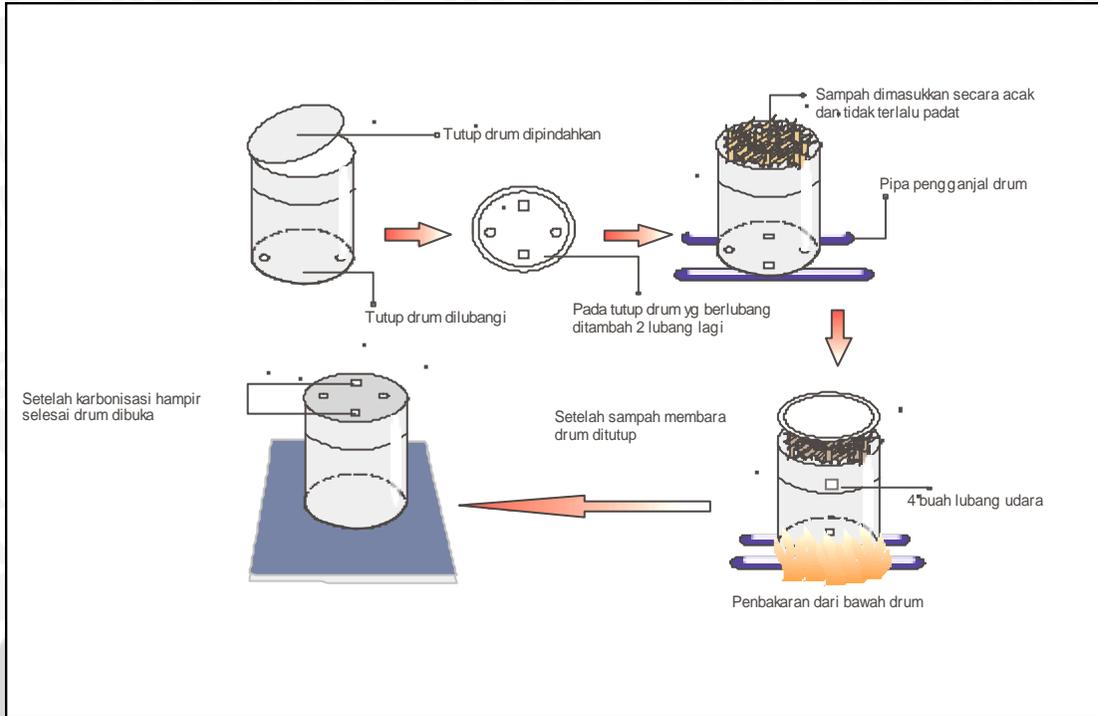
pemberian panas pada dinding *kiln*, energi panas merambat melalui dinding *kiln* sehingga tidak langsung mengenai material.



Gambar 2.3 *The Missouri-Type charcoal kiln* (Keeling,B.F. 1976).

- o Alat pengarangan dengan menggunakan metode *Retord*.

Pada metode *Retord* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4, energi diberikan dari luar sistem ke dalam sistem, dimana energi panas tidak langsung terjadi dalam sistem (tidak langsung berhubungan dengan bahan baku). Bahan baku ditempatkan pada angsang yang terdapat didalam ruangan khusus.



Gambar 2.4 Skema pembuatan arang biomassa dengan menggunakan drum (Nurhayati,1993)

Asap yang keluar dari dalam drum pada saat proses karbonisasi berlangsung terbentuk 3 tahap, yaitu :

- Asap yang keluar pertama tebal dan putih berarti sampah biomassa sedang mengering.
- Asap yang keluar selanjutnya tebal dan kuning, berarti pengkarbonan sedang berlangsung. Pada fase ini sebaiknya tungku ditutup dengan maksud agar oksigen pada ruang pengarangan serendah-rendahnya sehingga diperoleh hasil arang yang baik, untuk pengaturan udara di dalam tungku bisa diatur dengan melepaskan atau memasang pipa dibawah drum.
- Asap semakin menipis dan berwarna biru, berarti pengarangan hampir selesai kemudian drum ditutup atau dibalik dan proses pembakaran selesai.

Perbedaan antara briket arang dengan kayu dengan kayu yang tidak dijadikan arang banyak sekali seperti pada tabel 2.4, arang mempunyai banyak kelebihan

dibandingkan dengan kayu yang tidak dijadikan arang tetapi yang paling utama dan menjadi tujuan utama adalah nilai kalornya. Kayu yang dijadikan arang nilai kalornya meningkat bila dibandingkan dengan kayu yang tidak dijadikan arang.

Tabel 2.7 Perbandingan produk hasil rata-rata briket arang dengan kayu

Jenis Kayu	Kandungan Air (%)	Abu (%)	Volatile Matter (%)	Karbon (%)	Nilai Kalor (Kal/gr)	
					Kayu	Briket
Merbau	4,40	2,30	21,91	71,40	4630	6883
Kempas	3,58	2,89	17,24	76,61	4605	7244
Ramin	4,18	3,44	21,06	71,31	4653	6960
Meranti	4,31	2,56	15,65	77,43	4385	7150
Pulai	3,58	1,51	20,86	74,06	4748	7149

(Sumber : Samidi, A. 2000 : 44)

2.4.3 Penghalusan Bahan

Bahan-bahan baku pembuatan briket sampah biomassa dengan tanpa pengarangan yang masih dalam bentuk sebenarnya dihaluskan dulu menjadi butiran-butiran kecil sebelum dicampur dengan bahan-bahan lain. Alat atau metode untuk menghancurkan bahan baku tidak ditentukan, memakai cara otomatis dengan mesin yang canggih atau sederhana bahkan secara manual asalkan memenuhi persyaratan yaitu sesuai ukuran butir yang telah ditentukan.

Tujuan menentukan ukuran tertentu pada butir adalah agar terdapat homogenitas bahan sehingga jika ukuran bisa seragam, maka bahan dapat tercampur dengan sempurna dalam campuran. Hal ini memudahkan dalam pencetakan dan mempunyai kekuatan tekan lebih tinggi dibandingkan bahan yang tidak tercampur sempurna karena perekat dan penguat tercampur secara merata ke seluruh permukaan butiran sehingga antara butiran satu dengan yang lainnya menempel lebih kuat.

2.4.4 Proses Pembentukan Briket

Bahan baku sebelum dibentuk menjadi briket dihaluskan dan dikeringkan terlebih dahulu, ukuran partikel material maksimal sebesar 15 mm, kadar air material sebelum

dilakukan proses pembriketan tidak lebih 12% dan kemudian material yang sudah digiling dicampur dengan *binder*. Ada dua macam proses perlakuan yaitu dengan diarangkan dan tanpa diarangkan. Untuk briket yang melalui proses pengarangkan bisa dilakukan sebelum maupun sesudah proses pengepressan.

Bentuk dari briket bermacam-macam tergantung dari bentuk cetaknya : ada yang berbentuk silinder, kubus, segi empat, segi delapan, dan sebagainya. Untuk briket yang berukuran besar (*honey comb* atau sarang tawon) harus berlubang-lubang supaya mudah dibakar. Briket yang pertama kali dimasyarakatkan berbentuk seperti telur, bantal, atau tiram yang ukurannya kecil. Briket tipe ini dapat dipergunakan oleh segala jenis anglo, jadi sangat luwes dan mudah dalam penanganannya. Briket tipe sarang tawon pembakarannya dari atas ke bawah. Perbedaan antara briket telur dan sarang tawon dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.8 Spesifikasi dari Briket berbentuk telur dan sarang tawon.

Tipe	Telur	Sarang Tawon
Zat Terbang (%)	1215	<30
Nilai Kalori (kal/gr)	>5700	>4500
Kuat Tekan (kg/cm ²)	>25	>40150
Air (%)	<7,5	<75
Belerang (%)	<1,0	<1,0
Keterangan	- tak berasap - tak berbau	- tak berasap - tak berbau - teknik penyempurnaan pembakaran

(Sumber : Dinas Perindagkop kabupaten Bantul)

Menurut Abdullah, dkk(1991) besarnya tekanan untuk membentuk briket akan berpengaruh terhadap kepadatan dan kekeroposan briket sehingga tekanan harus proporsional, karena berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran briket. Jika briket terlalu padat akan sulit terbakar sedangkan briket yang kurang padat akan mengakibatkan briket terurai pada saat pembakaran dan mudah rusak pada saat pengemasan maupun saat pengangkutan atau pemindahan. Besarnya tekanan untuk membentuk briket sangat dipengaruhi oleh jenis bahan yang dipergunakan, meningkatnya tekanan pada saat proses

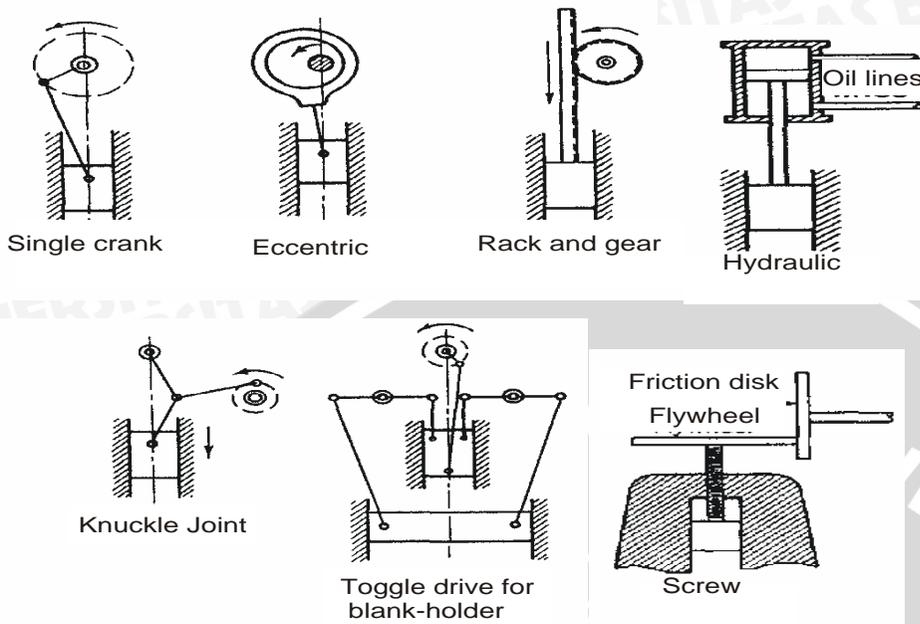
pembentukan briket akan meningkatkan kekuatan tekan briket yang dihasilkan tetapi tidak berpengaruh terhadap nilai kalornya.

Dalam memilih proses pengepressan yang tepat harus mempertimbangkan beberapa hal, antara lain kapasitas bahan yang akan ditekan, jenis daya penggerak (manual, mekanik atau hidrolis) seperti tabel 2.8, jumlah penggerak, tipe mekanisme penggerak seperti gambar 2.5, panjang langkah penggerak dan tipe rangka atau konstruksi (deGarmo E. Paul, et al. 1997, 546).

Tabel 2.9 Klasifikasi dari berbagai mekanisme penggerak press komersial.

Manual	Mekanik	Hydraulic
<ul style="list-style-type: none"> • Kick press 	<ul style="list-style-type: none"> • Crank <ul style="list-style-type: none"> ✓ Single ✓ Double 	<ul style="list-style-type: none"> • Single-slide
	<ul style="list-style-type: none"> • Eccentric 	<ul style="list-style-type: none"> • Multiple-slide
	<ul style="list-style-type: none"> • Cam 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Knuckle joint 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Toggle 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Screw 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Rack and pinion 	

(Sumber : deGarmo E. Paul, et al. 1979, 546).



Gambar 2.5 Jenis-jenis mekanisme mesin press.

Gambar 2.5 di atas menunjukkan berbagai macam mekanisme dari mesin press yang utama. Mesin press yang menggunakan mekanisme hidrolis mempunyai penggerak piston dan panjangnya langkah kerja dapat dilakukan sampai batas silinder hidroliknya, sedangkan mesin press yang menggunakan mekanisme mekanik daya gerakanya didapatkan dari pergerakan yang cepat dari peralatan sehingga didapatkan energi yang lebih besar. Mesin press manual biasanya digunakan untuk proses produksi yang kecil, ringan dan kapasitas kecil. Mesin manual yang banyak digunakan adalah *crank-driven presses* atau mesin press yang menggunakan batang penghubung untuk menggerakkan piston guna memberikan gaya penekanan pada benda kerja, mesin jenis ini sangat cocok untuk proses pelubangan dan pemotongan.

Keunggulan mesin press hidrolis bila dibandingkan dengan mesin press jenis lain yaitu gaya penekanan lebih mudah dikontrol, kecepatan dapat dibuat dengan bervariasi atau tetap tergantung kebutuhan, ketika gaya dari piston telah bekerja pada benda kerja maka gaya penekanan yang diperoleh benda kerja akan lebih besar daripada yang diterima oleh mesin press dengan mekanisme mekanik karena gaya penekanan mesin press hidrolis bekerja secara terus menerus untuk membentuk benda kerja, sedangkan mesin press dengan mekanisme mekanik hanya sekali dalam tiap langkahnya.

Mesin pres hidrolik bisa mencapai kapasitas 50.000 ton. Mesin seperti ini sangat cocok untuk operasi yang membutuhkan tekanan konstan seperti *deep drawing*, *coining*, *hubbing*. Mesin press yang menggunakan mekanisme mekanik kelebihanannya mudah dalam mengontrol perpindahan/pergeseran, akan tetapi mekanisme mekanik mempunyai fleksibilitas karena mempunyai panjang langkah yang telah ditentukan. Mekanisme press jenis ini sangat cocok untuk proses yang membutuhkan tekanan maksimum dibagian dasarnya atau yang bekerja pada objek yang dipress, misalnya pemotongan (*cutting*), *drawing*. Kapasitas beban maksimal berada sampai kisaran 6000 ton (E. Paul deGarmo, 1979, 546).

2.4.4.1 Metode Pembentukan Briket

Ada beberapa metode yang bias digunakan dalam proses pembentukan briket yang masing-masing metode mempunyai keunggulan dan kelemahan sendiri-sendiri, seperti ;

- Bahan baku yang sudah kering diperkecil ukurannya, dibuat menjadi serbuk dengan ukuran tertentu dicampur dengan *binder* atau bahan lain kemudian dicetak langsung dalam cetakan dengan bantuan alat pengepress tanpa melalui proses pengarangan. Bila memakai metode ini produksinya singkat, hanya melalui dua tahap (penghalusan dan pencetakan), biaya produksi lebih sedikit dibandingkan proses lainnya, tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk pengarangan dan proses penyalaannya juga mudah karena tingkat densitasnya rendah tetapi lebih sulit dalam pembentukannya karena kandungan airnya masih tinggi dan nilai kalornya lebih rendah dari briket yang melalui proses pengarangan.
- Bahan baku yang sudah kering diperkecil ukurannya, dibuat menjadi serbuk dengan ukuran tertentu dicampur dengan *binder* atau bahan lain kemudian dicetak langsung dalam cetakan dengan bantuan alat pengepress. Setelah terbentuk menjadi bentuk briket kemudian diarangkan dalam tempat pengarangan. Kelebihan metode ini adalah nilai kalornya relatif lebih tinggi daripada tanpa pengarangan dan penyalaannya juga mudah karena densitasnya juga masih rendah, tetapi biaya yang dikeluarkan lebih banyak untuk proses pengarangannya

- Bahan baku yang sudah kering langsung diarangkan dalam ukuran sebenarnya baru kemudian setelah jadi arang diperkecil ukurannya karena lebih mudah dalam menghancurkannya. Arang yang sudah hancur menjadi ukuran kecil-kecil (serbuk) dicampur dengan *binder* dan bahan atau bahan lain sampai merata dan dicetak dengan alat pengepress. Briket yang terbentuk mempunyai kepadatan dan nilai kalor paling tinggi diantara proses lain tetapi tahapan prosesnya lebih banyak dan biaya produksinya juga lebih tinggi serta susah menyalakannya bila terlalu padat.

2.4.5 Pengeringan briket

Briket yang sudah dicetak menjadi bentuk tertentu tidak bisa langsung dibakar karena masih banyak mengandung air yang berasal dari *binder molasses* yang berwujud cair untuk merekatkan butiran-butiran bahan baku dan bahan campuran. Kadar air yang tinggi pada briket bisa dikurangi dengan mengeringkan briket dalam alat seperti *microwave oven* atau alat lain bahkan bisa dilakukan di tempat terbuka, tetapi pengeringan di tempat terbuka kurang efektif karena pemanasan kurang maksimal dalam arti energi panas yang diterima kurang tinggi sehingga tidak bisa menguapkan air yang terkandung pada briket bagian paling dalam.

2.5 Kualitas Briket

Kekuatan tekan, index abrasi dan ketahanan terhadap perubahan suhu adalah sifat yang paling menentukan kualitas briket (Gulhan O dan Kejhanak R Tabari, 2003). Pada umumnya kualitas briket yang diharapkan oleh konsumen adalah tingkat penguapan rendah, kadar abu rendah, waktu pembakaran lama, mudah menyala dan nilai kalor yang tinggi.

Briket yang bermutu baik sebagai bahan bakar memiliki sifat sebagai berikut:

- a. Tidak berasap dan tidak berbau. Dimana asap ini dapat dikurangi dengan melakukan karbonisasi (merubah bahan hidrokarbon menjadi arang) atau menggunakan pengikat yang tidak berasap dan mampu menyerap bau.
- b. Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat atau dipindah-pindah.

- c. Mempunyai kekuatan tekan lebih dari 6 kg/cm^2 sehingga tidak mudah pecah saat dipindah atau diangkat.
- d. Mempunyai temperatur pembakaran tetap (350°C) dalam waktu yang lama 8-10 jam. Lama pembakaran dalam temperatur tetap (350°C) dapat diusahakan dengan mengatur pemasukan udara dalam batas tertentu akan memperlama waktu pembakaran tanpa menurunkan temperatur.
- e. Gas hasil pembakaran tidak mengandung CO yang tinggi.
- f. Tidak mengotori tangan, tidak terlalu cepat terbakar, dapat menyala terus tanpa dikipas dan tidak memercik.

Pada tabel 2.9 dapat dilihat kualitas briket arang yaitu meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, kerapatan, kekuatan tekan dan nilai kalor

Tabel 2.10 Sifat fisik dan kimia briket arang komersial.

Sifat-sifat briket arang	Standar		
	Jepang	Inggris	USA
Kadar air (%)	6-8	3-4	6
Kadar abu (%)	3-6	8-10	18
Kadar zat terbang (%)	15-20	16	19
Kadar karbon terikat (%)	60-80	75	58
Kerapatan (gr/cm^2)	1-2	0,84	1
Kekuatan tekan (gr/cm^2)	60000	12700	62000
Nilai kalor (kal/gr)	6000-7000	7300	6200

2.5.1 Kalor Pembakaran

Nilai kalor pembakaran adalah suatu sifat yang menunjukkan jumlah energi suatu massa atau volume pada bahan bakar. Energi pembakaran berupa energi kimia dan nilainya dinyatakan dalam satuan kilojoule per kilogram (kJ/kg). Energi pembakaran pertama kali dikemukakan oleh Pierre Louis Dulong dan Alexi Therece Petit yang dikenal dengan Hukum Dulong dan Petit. Pada tahun 1819 dalam percobaan mereka berdua

mengenai pembakaran nitrogen klorida dinyatakan bahwa jumlah kalor yang sama diperlukan untuk memanaskan atom-atom yang mempunyai golongan atom sama.

Nilai kalor pembakaran (Heating Value) diklasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu nilai pembakaran tertinggi (Higher Heating Value/HHV) dan nilai pembakaran terendah (Lower Heating Value/LHV). Nilai pembakaran tertinggi (HHV) adalah jumlah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna setiap satu satuan massa bahan bakar tanpa memperhitungkan jumlah kalor yang diperlukan untuk penguapan gas H₂O. Nilai pembakaran terendah (LHV) adalah jumlah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna setiap satu satuan massa bahan bakar dengan memperhitungkan jumlah kalor yang diperlukan untuk penguapan gas H₂O. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa perbedaan HHV dan LHV adalah pada penguapan gas H₂O. Jadi dapat disimpulkan perbedaan nilai pembakaran ini adalah sama dengan panas laten penguapan dari uap air yang terdapat dalam gas buang ketika bahan bakar dibakar dengan udara kering.

2.5.2 Kekuatan Tekan

Menurut Sugihartono 1988, gaya penekanan yang diperlukan dapat dicari menggunakan rumus :

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

dimana :

- P = Tekanan (kg/cm²)
- F = Gaya Penekan (kg)
- A = Luasan Permukaan *punch* (cm²)

Pada mesin pres, tekanan yang diberikan merupakan tekanan yang diperoleh dari hidrolik sehingga :

$$P_{Hidrolik} = \frac{F_{Hidrolik}}{A_{Hidrolik}} \quad (2.2)$$

Dimana :

$$A_{Hidrolik} = \frac{1}{4} \pi \cdot D_{Hidrolik}^2 \quad (2.3)$$

Sehingga di dapat

$$F_{Hidrolik} = \frac{1}{4} \pi D_{Hidrolik}^2 \cdot P_{Hidrolik} \quad (2.4)$$

Dikarenakan *punch* berhubungan langsung dengan hidrolik. Jadi gaya yang bekerja pada *punch* sama dengan gaya yang diberikan hidrolik sehingga.

$$F_{Hidrolik} = F_{Punch}$$

Sedangkan pada *punch* berlaku rumusan :

$$P_{Punch} = \frac{F_{Punch}}{A_{Punch}}$$

Dari persamaan 2.3 disubstitusikan ke persamaan 2.4 diperoleh :

$$P_{Punch} = \frac{\frac{1}{4} \pi \cdot D_{Hidrolik}^2 \cdot P_{Hidrolik}}{\frac{1}{4} \pi D_{punch}^2}$$

$$P_{Punch} = \frac{D_{Hidrolik}^2 \cdot P_{Hidrolik}}{D_{punch}^2} \quad (2.5)$$

2.5.3 Water Boiling Test

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kalor yang dilepaskan atau ditransfer menuju air sehingga air bisa menguap. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sampel 1 kg briket non arang sampah organik yang dibakar untuk menguapkan 2 liter air di dalam panci. Beberapa waktu kemudian air menguap dan dihitung berapa volume air yang mampu diuapkan oleh tiap jenis briket untuk tiap menitnya.

2.6 Hipotesis

- Penambahan tetes tebu akan meningkatkan daya rekat partikel-partikel briket, sehingga semakin besar jumlah tetes tebu akan meningkatkan kekuatan tekan briket.
- Nilai kalor tetes tebu lebih rendah daripada nilai kalor bahan briket, sehingga penambahan tetes tebu akan menurunkan nilai kalor briket.
- Karbon/arang mempunyai nilai nilai kalor lebih tinggi daripada material aslinya karena kandungan airnya rendah, sehingga briket arang mempunyai nilai kalor lebih tinggi daripada briket non arang.



DAFTAR PUSTAKA

- Battacharya, S.C. 1990. *A study on Improved Institutional Biomass Stove*. Pathumtani Thailand :Asia Institute of Technology.
- Hidayati, Nur. 2006. *Mengelola Sampah Mengelola Gaya Hidup*. Jogjakarta : Badan Pengendalian Dampak Lingkungan DIY.
- Kechung, B.F. 1976. *Emission Testing The Missouri-Type Charcoal Kiln*. Portland.
- Mufti, Muhammad. 2006. *Asap Putih Lebih Berbahaya daripada Asap Hitam*. Jogjakarta.
- Ozbazoglu, Gulham and Tabari, K.R. 2003. *Briquetting of Iran-Angouran Smithsonite Fines*. Ankara.
- Sastranegara, Ashari. 2000. *Mechanism of Highly Efficiency in Furnace Dezulfurization in O₂/CO₂ Pulfurized Coal Combustion*.Tokyo : PPI Tokyo Institute of Technology.
- Sudarmadji, S and Haryono, B. 1997. *Proses Annalisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Jogjakarta : Liberty.
- Willaipon, Panote. 2002. *The Effect of Moderate Die Pressure on Maize Cob Briquette*. Thailand.
- Winarsunu, Tulus. 1996. *Statistik*. Malang :UMM Press.
- Zerbe, Z.I. 1982. *Energy Properties of Wood*. Michigan : Michigan State University.
2004. *The Use of Biomass Waste to Fabricate Charcoal Subtitutes in Kenya*. Nairobi : Chardust Ltd and Spectrum Chemical Services.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah eksperimen sejati (*true experiment research*), untuk memperoleh data-data dan kajian literatur dari berbagai sumber baik dari buku maupun jurnal.

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Bebas (*Independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas diubah-ubah untuk mendapatkan hubungan dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas pada tabel 3.1 adalah besarnya prosentase tetes tebu terhadap sampah organik atau dengan arang sampah organik dalam berat pada briket yang bahan bakunya dijadikan arang dulu sebelum dicetak (briket arang) dan briket yang bahan bakunya tidak dijadikan arang sebelum dicetak (briket non arang).

Tabel 3.1 Besarnya prosentase tetes tebu dengan sampah organik atau dengan arang sampah organik dalam berat (%).

Molasses (%)	Bahan Baku (%)	Hidrate lime (%)
3	93	4 %
6	90	4 %
9	87	4 %
12	84	4 %

3.2.2 Variabel Terikat (*Dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya bergantung dari variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. Kekuatan Tekan (kg/cm^2), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban tekan maksimum.
2. Nilai kalor (kal/gr), adalah jumlah energi kimia yang terkandung dalam suatu massa atau volume bahan.

3.2.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah

1. Penambahan *lime* sebesar 4% dari total berat briket.
2. Gaya pengepressan sebesar 10 Mpa.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian serta Pengambilan Data Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2006 - selesai. Tempat yang digunakan dalam penelitian dan pengambilan data penelitian ini adalah :

- Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
- Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

3.4 Persiapan

3.4.1 Bahan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, sebelumnya kita harus mempersiapkan bahan baku sampah biomassa yang sudah diperkecil ukurannya menjadi 1,5-3 mm dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum dibentuk menjadi briket karena masih mengandung banyak air sehingga bahan baku tidak bisa merekat sempurna. Kadar air bahan baku yang baik adalah kurang dari 12%. Bahan-bahan lain yang perlu disiapkan adalah arang sampah biomassa yang digiling dengan ukuran 1,5-3 mm, tetes tebu dan *lime*.

Pengukuran kadar air metode pemanasan dilakukan dengan menyiapkan bahan yang sudah dihaluskan dan ditimbang 1 gram. Bahan seberat 1 gr yang kemudian dinamakan berat mula-mula (a) dikeringkan dalam oven dengan suhu 100^oC sampai 105^oC selama 60 menit. Bahan dikeluarkan dari oven dan didinginkan sampai mencapai suhu ruang. Bahan yang sudah dingin dikeringkan lagi dalam oven pada suhu 100^oC sampai 105^oC selama 30 menit kemudian didinginkan sampai mencapai suhu ruang. Bahan yang sudah dingin ditimbang untuk mendapatkan berat akhir (b). Jadi, prosentase kandungan air bahan (p) dirumuskan ;

$$p = \frac{a - b}{a} \times 100\% . \quad (3.1)$$

p = prosentase kandungan air (%)

a = berat mula-mula bahan sebelum dimasukkan oven (gr)

b = berat akhir bahan setelah dikeluarkan dari oven (gr)

(Slamet Sudarmadji, dkk, 1997)

3.4.2 Alat-alat yang Digunakan dalam Pembuatan Briket

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Blender, untuk menggiling bahan baku.
2. Mixer, digunakan untuk mengaduk bahan baku sampai merata.
3. Timbangan elektrik, digunakan untuk menimbang bahan baku.
4. Dongkrak hidrolik, untuk memberi tekanan pada briket pada waktu dicetak.
5. Alat pembentuk (pencetak) briket.
6. Microwave Oven, untuk mengeringkan briket setelah dicetak.
7. Pengayak Rotap, untuk mengayak bahan.

3.4.3 Alat-alat yang digunakan untuk menguji spesimen :

1. Mesin uji tekan, untuk mengetahui kekuatan tekan briket.

Mesin uji tekan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin uji tekan.

Gaya maksimal : 100000 N

Gaya minimal : 50 N

Briket yang sudah selesai dibentuk dan dikeringkan bisa langsung diuji tekan untuk mengetahui kekuatan tekannya

2. *Adiabatic calorimeter*,

Alat pengukur nilai kalor Parr Adiabatic Oxygen Bomb Calorimeter ini digunakan untuk mengetahui besar nilai kalor (HHV) dari briket dengan pengujian bom kalori meter dengan prosedur langkah-langkanya sebagai berikut:

1. Menentukan berat bahan bakar yang digunakan sebesar 1 gram.
2. Letakkan bahan baker pada cawan specimen.
3. Menentukan kawat sekering yang dipasang pada *oxygen combustion bomb*. Kawat yang dipakai panjangnya 10 cm.
4. Setelah kawat dipasang pada batang elektrode dan cawan dipasangkan, tutup *oxygen combustion bomb* ditutup rapat.
5. Setelah *oxygen combustion bomb* tertutup rapat, masukkan oksigen kedalam *combustion bomb* melalui katup dengan *auto charger*. Buka keran tabung oksigensampai tekanan dalam silinder mencapai 20-25 Bar.Saat tekanan mencapai kapasitas silinder, maka otomatis *auto charger* berhenti dan segera tutup keran.
6. Isi *calorimeter bucket* dengan air ± 2 liter dan masukkan *oksigen combustion bomb* kedalamnya.
7. Masukkan *calorimeter bucket* kedalam *adiabatic calorimeter bomb*.
8. Nyalakan Instalasi Pendingin Air.
9. Tunggu sampai suhu adiabatic dan isothermal sama, kemudian catat suhunya.
10. Tekan tombol *ignition*.
11. Setelah tombol *ignition* ditekan temperatur adiabatic akan naik, dan tunggusampai berhenti kemudian catat temperatur akhirnya.
12. Hitung selisih kenaikan temperature (ΔT), kemudian masukkan ke rumus 3.3.

3.5

Bahan dan Spesimen Benda Uji

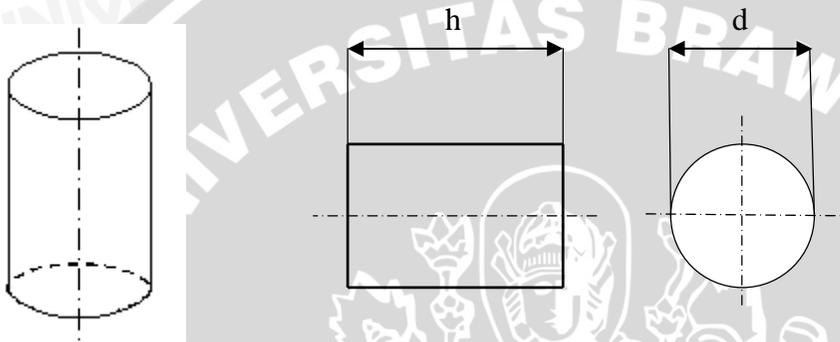
Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah sampah biomassa berupa kayu kering dan pohon kering yang diperoleh pekarangan, sebuk kayu diperoleh dari tempat penggergajian kayu, dan kertas diperoleh dari toko. Ukuran spesimen setelah dibentuk seperti pada gambar 3.1 adalah sebagai berikut ;

Untuk briket arang sampah ; $h = 3,5 \text{ cm}$, $d = 5 \text{ cm}$

Untuk briket non arang sampah; $h = 4,5 \text{ cm}$, $d = 5 \text{ cm}$

h = tinggi spesimen (cm)

d = diameter spesimen (cm)



Gambar 3.1 Dimensi Spesimen

3.6 Proses Pembuatan Spesimen

3.6.1 Proses Pembuatan Briket Arang Sampah Organik

1. Sampah organik yang sudah kering dibersihkan dari kotoran yang menempel kemudian diarang dalam drum pengarangan. Pembakaran berlangsung sekitar 90-150 menit.
 - Pertama kali muncul asap tebal dan putih, mengandung uap air tidak seperti asap knalpot dari kendaraan berbahan bakar bensin mengandung karbon monoksida(CO) dan nitrogen oksida(NO_x) yang berbahaya bagi kesehatan lingkungan, berarti sampah biomassa sedang mengering (Muhammad Mufti, 2006).
 - Selanjutnya keluar asap tebal dan kuning, mengandung gas dari material tumbuhan yang mulai terbakar berarti pengkarbonan sedang berlangsung. Pada fase ini sebaiknya drum ditutup dengan tutup yang berlubang agar oksigen pada ruang pengarangan serendah-rendahnya sehingga diperoleh hasil arang yang baik.

- Jika asap semakin menipis, berarti pengarangan hampir selesai. Lubang pada tutup drum sesudah itu drum ditutup untuk fase pendinginan kemudian tunggu sampai arang menjadi dingin. Setelah dingin arang bisa di bongkar.
- 2. Sampah organik yang sudah menjadi arang ditumbuk dan disaring untuk mendapatkan ukuran 1-3 mm.
- 3. Arang sampah organik yang sudah berukuran kecil-kecil dicampur dengan tetes tebu dengan prosentase tertentu dan ditambahkan lime dengan besar komposisi yang telah ditentukan.
- 4. Bahan-bahan yang telah tercampur diaduk dengan menggunakan *mixer*.
- 5. Bahan campuran yang sudah homogen dimasukan ke dalam cetakan yang berbentuk seperti gambar
- 6. Bahan campuran dipress dengan alat pengepress dengan gaya 10 MPa.
- 7. Briket yang sudah terbentuk dikeluarkan dari cetakan kemudian dikeringkan selama 90 menit pada suhu 100° C untuk menguapkan air yang terkandung dalam briket, kebanyakan dari molasses dan sedikit dari bahan baku karena briket akan mengeras bila dalam keadaan kering.

3.6.2 Proses Pembuatan Briket Non Arang Sampah Organik.

1. Sampah organik yang sudah kering dibersihkan dari kotoran yang menempel kemudian digiling menjadi ukuran 1,5-3mm.
2. Sampah organik yang sudah berukuran kecil-kecil dicampur dengan tetes tebu dengan prosentase tertentu dan ditambahkan lime dengan besar komposisi yang telah ditentukan.
3. Sampah organik yang sudah berukuran kecil-kecil dijemur di bawah terik matahari sampai kering kurang lebih selama 3 hari.
4. Bahan yang sudah kering dicampur dengan tetes tebu dengan prosentase tertentu dan ditambahkan lime dengan besar komposisi yang telah ditentukan sampai merata (homogen) dengan *mixer*.
5. Bahan campuran yang sudah homogen dimasukan ke dalam cetakan yang berbentuk seperti gambar.
6. Bahan campuran dipress dengan alat pengepress dengan gaya 10 MPa.

7. Briket yang sudah terbentuk dikeluarkan dari cetakan kemudian dikeringkan selama 2 jam pada suhu 70°C untuk menguapkan air yang terkandung dalam briket, kebanyakan dari molasses dan sedikit dari bahan baku karena briket akan mengeras bila dalam keadaan kering. Briket ini dikeringkan dengan suhu dibawah suhu pengeringan briket arang karena bahan yang tidak diarangkan memerlukan suhu yang lebih rendah untuk bisa terbakar dan menjadi abu daripada arang yang memerlukan suhu lebih tinggi untuk berubah menjadi abu.

3.7 Metode Pengujian.

3.7.1 Pengujian Kekuatan Tekan.

Spesimen diberi beban dengan nilai terkecil kemudian bertambah sedikit demi sedikit sampai mencapai beban maksimum sebelum specimen hancur, kemudian dicatat beban maksimumnya bukan beban terakhir sebelum hancur karena sesaat sebelum hancur bebannya turun karena ikatan antar partikel bahan sudah banyak yang putus. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besar beban maksimal yang dapat diterima briket tanpa mengalami kehancuran.

$$\text{Kekuatan tekan (kg.cm}^{-2}\text{)} = \frac{\text{Beban yang diberikan (kgf)}}{\text{Luas irisan spesimen (cm}^2\text{)}} \quad (3.2)$$

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{kgf.cm}^{-2})$$

dimana :

$$P = \text{Kekuatan tekan (kgf.cm}^{-2}\text{)}$$

$$F = \text{Beban yang diberikan (kgf)}$$

$$A = \text{Luas irisan spesimen (cm}^2\text{)}$$

3.7.2 Pengujian Nilai Kalor

Setiap material yang bisa terbakar pasti mempunyai nilai kalor, ada yang tinggi dan ada yang rendah tetapi bahan yang biasa diuji nilai kalornya adalah bahan bakar. Nilai kalor dinyatakan dalam kilojoule per kilogram (kJ/kg). Nilai kalor dapat diketahui

dengan melakukan pengujian yang menggunakan alat *adiabatic calorimeter*. Dari pengujian tersebut dapat diketahui nilai HHV dari pembakaran spesimen briket. *Adiabatic calorimeter* yang digunakan dalam penelitian ini tidak dapat digunakan secara langsung untuk menunjukkan nilai HHV, tetapi hanya dapat menunjukkan nilai temperature awal air di dalam *bucket*(to), temperature akhir air di dalam *bucket* (ti) dan massa sampel(m). Nilai HHV dapat diketahui dari rumus sebagai berikut :

$$HHV = \Delta T . W \quad (\text{kal.gr}^{-1}) \quad (3.3)$$

Dimana :

ΔT = Selisih temperature air = ti-to ($^{\circ}\text{C}$)

W = Persamaan energi calorimeter Benzoid acid = 2402,28 Kal. $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

W diperoleh dari rumus 3.3 ,yaitu

$$W = \frac{H.m + e3}{t} \quad (\text{Kal.}^{\circ}\text{C}^{-1}) \quad (3.4)$$

Dengan:

H = Nilai kalor benzoid acid (6318 Kal. $^{\circ}\text{C}^{-1}$)

e3 = Nilai kalor pembakaran untuk kawat sekering per cm
= 2,3 Kal. $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

t = Kenaikan temperature adiabatic benzoid acid ($^{\circ}\text{C}$)

m = Massa sampel (gr)

3.8 Rancangan Penelitian

Perbedaan antara briket arang sampah organik dan briket non arang sampah organik serta pengaruh hubungan antara variasi *binder* terhadap kekuatan tekan dan nilai kalor briket dapat diketahui dengan terlebih dahulu merencanakan model rancangan penelitiannya (experimental design) agar hasil atau data yang diperoleh berguna untuk menyelesaikan masalah 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 dipergunakan adalah analisa varian satu arah karena ada satu faktor yang diamati yaitu

spesimen berupa variasi jumlah *binder* pada briket.arang maupun non arang sampah organik.

Hasil pengambilan data masing-masing spesimen dapat dilihat pada tabel 3.2 dan tabel 3.3 dibawah ini :

Tabel 3.2 Rancangan penelitian untuk kekuatan tekan kalor pada briket arang sampah organik.

Faktor	Perbandingan prosentase <i>molasses</i> pada briket sampah organik (%)				
	BNA 3 %	BNA 6 %	BNA 9%	BNA 12%	BNA 15%
Replikasi	Kekuatan tekan (Kg/cm ²)				
1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅
3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅
Jumlah	$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum X_3$	$\sum X_4$	$\sum X_5$
Rata-rata	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3	\bar{X}_4	\bar{X}_5

Tabel 3.3 Rancangan penelitian untuk nilai kalor pada briket arang sampah organik.

Faktor	Perbandingan prosentase <i>molasses</i> pada briket sampah organik (%)				
	BNA 3 %	BNA 6 %	BNA 9%	BNA 12%	BNA 15%
Replikasi	Nilai Kalor (Kal/gr)				
1	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	Y ₁₄	Y ₁₅
2	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	Y ₂₄	Y ₂₅
3	Y ₃₁	Y ₃₂	Y ₃₃	Y ₃₄	Y ₃₅
Jumlah	$\sum Y_1$	$\sum Y_2$	$\sum Y_3$	$\sum Y_4$	$\sum Y_5$
Rata-rata	\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	\bar{Y}_3	\bar{Y}_4	\bar{Y}_5

Keterangan:

X = Data kekuatan tekan briket.

Y = Data nilai kalor briket.

X_{12} = Data pengamatan yang berupa kekuatan tekan briket pada variasi jumlah *binder* 2 dan ulangan ke 1 dengan bahan baku dijadikan arang.

Y_{12} = Data pengamatan yang berupa nilai kalor briket pada variasi jumlah *binder* 2 dan ulangan ke 1 dengan bahan baku dijadikan arang.

3.8.1 Analisa Varian Satu Arah

Analisa varian satu arah digunakan apabila kita ingin menguji respon dua buah sampel dan nilai rata-rata dari masing-masing sampel sangat berbeda antar satu dengan yang lainnya maka varian antara seluruh sampel akan jauh lebih besar bila dibandingkan dengan varian dari satu kelompok sampel. Dari data tersebut maka akan diketahui seberapa besar pengaruhnya briket yang bahan bakunya dijadikan arang dan briket yang bahan bakunya tidak dijadikan arang, serta seberapa besar pengaruh variasi prosentase binder terhadap kekuatan tekan dan nilai kalor briket Arang.

3.8.1.a Kekuatan Tekan

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$JSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}$$

Y_{ij} = Nilai kekuatan tekan pada replikasi ke- i dengan variasi *molasses* j persen.

N = Jumlah data

n = Banyaknya replikasi

k = Banyaknya variasi prosentase *molasses*

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$JKSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2$$

- Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n \cdot i}$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

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

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - FK$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1}$$

- Kuadrat tengah galat

$$KTG = \frac{JKG}{N-k}$$

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

- $F_{tabel} = F (db; N-k; \alpha)$



Dari hasil perhitungan diatas, dihasilkan tabel 3.4 sebagai berikut :

Tabel 3.4. Analisis varian satu arah data pengujian kekuatan tekan briket sampah organik.

Sumber varian	Db	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel}
Perlakuan	(k-1)	JKP	KTP	$\frac{KTP}{KTG}$	
Galat	(N-k)	JKG	KTG		
Total		JKP+JKG			



- Apabila $F_{\text{tabel}} > F_{\text{hitung}}$, berarti H_0 ditolak H_1 diterima artinya tidak ada perbedaan signifikan pada kekuatan tekan dengan divariasikannya prosentase *molasses* dan wujud bahan baku (berbentuk arang dan bukan arang)
- Apabila $F_{\text{tabel}} < F_{\text{hitung}}$, berarti H_0 diterima H_1 diterima artinya ada perbedaan signifikan pada nilai kekuatan tekan dengan divariasikannya prosentase *molasses* dan wujud bahan baku (berbentuk arang dan bukan arang)

3.8.1.b Nilai Kalor

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$JSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}$$

Y_{ij} = Nilai kalor pada replikasi ke- i dengan variasi *molasses* j persen.

N = Jumlah data

n = Banyaknya replikasi

k = Banyaknya variasi prosentase *molasses*

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$JKSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2$$

- Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n.i}$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

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

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - FK$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1}$$

- Kuadrat tengah galat

$$KTG = \frac{JKG}{N-k}$$

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

- $F_{tabel} = F (db; N-k; \alpha)$

Dari hasil perhitungan diatas, dihasilkan tabel 3.5 sebagai berikut :

Tabel 3.5. Analisis varian satu arah data pengujian nilai kalor briket sampah organik.

Sumber varian	Db	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel}
Perlakuan	(k-1)	JKP	KTP	$\frac{KTP}{KTG}$	
Galat	(N-k)	JKG	KTG		
Total		JKP+JKG			

- Apabila $F_{\text{tabel}} > F_{\text{hitung}}$, berarti H_0 ditolak H_1 diterima artinya tidak ada perbedaan signifikan pada nilai kalor dengan divariasikannya prosentase *molasses* dan wujud bahan baku (berbentuk arang dan bukan arang)
- Apabila $F_{\text{tabel}} < F_{\text{hitung}}$, berarti H_0 diterima H_1 diterima artinya ada perbedaan signifikan pada nilai kalor dengan divariasikannya prosentase *molasses* dan wujud bahan baku (berbentuk arang dan bukan arang)

3.9 Analisa Regresi

Analisa regresi adalah teknik statistik parametrik yaitu dengan menggambarkan hubungan 2 variabel atau lebih yang biasanya dipakai untuk perkiraan atau ramalan atau mencari pangaruh dari variabel yang satu dengan variabel yang lain. Analisa regresi bisa digunakan untuk mengadakan peramalan atau prediksi besarnya variasi yang terjadi pada variabel Y berdasarkan variabel X, menentukan bentuk hubungan antara variable X dan variable Y, dan menentukan arah besarnya koefisien regresi antar variabel X dan Y.

Dalam menggunakan metode ini sulit untuk menentukan secara pasti jenis regresi yang dipakai apakah regresi linier atau non linier yang dipakai karena penyebaran data yang tak beraturan sulit untuk menentukan kurvanya, maka dari itu perlu dilakukan uji linearitas untuk mengetahui status linier tidaknya suatu distribusi data penelitian sehingga kalau datanya linier maka diselesaikan dengan teknik analisa regresi linier. Kelebihannya kita dengan mudah mengetahui seberapa besar pengaruh suatu variable terhadap variabel terhadap variabel lainnya yang tergambar jelas pada diagram.

Langkah pertama dalam uji linearitas adalah membuat pengelompokan variabel bebas yang nilainya sama menjadi satu kelompok data dengan tetap memperhatikan pasangan data pada masing-masing variabel terikat. Data dikatakan mempunyai bentuk linier jika peningkatan atau penurunan variasi pada variabel terikat diikuti secara konsisten oleh peningkatan atau penurunan pada variabel bebas. Bila $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ maka distribusi data mempunyai bentuk linier, tetapi jika $F_{\text{tabel}} < F_{\text{hitung}}$ maka distribusi datanya berbentuk non linier.

Bentuk kurva dapat dicari dengan pendekatan data yang diperoleh berdasar pengamatan. Untuk menentukan persamaan mana yang sesuai dengan dengan hasil pengamatan, kita dapat mendekati dengan bentuk kurva tertentu yang sesuai dengan

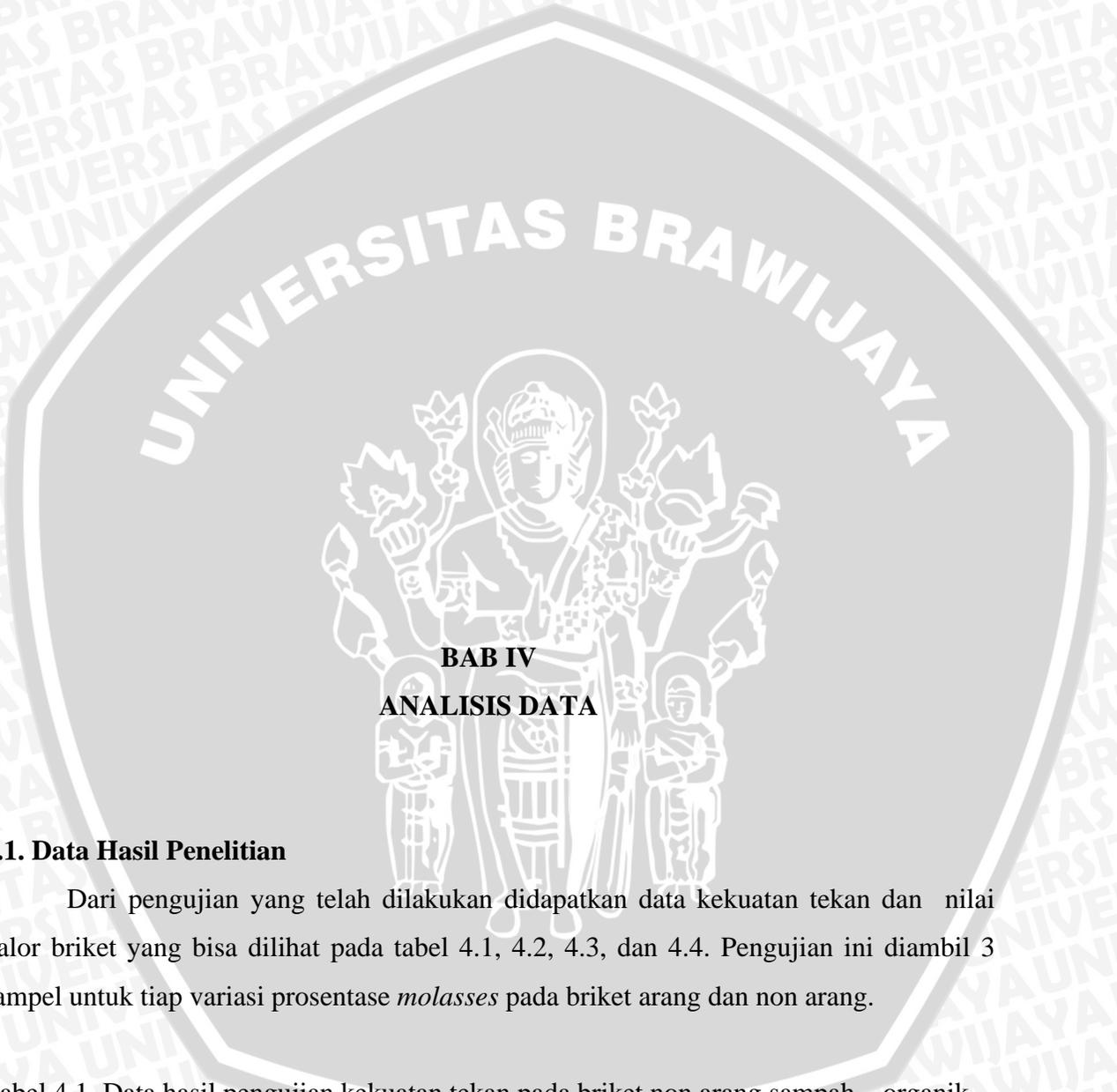
perkiraan penganalisaan. Untuk menentukan perkiraan tersebut, kita dapat menggambarkan koordinat (x,y) pada skater diagram, sehingga arah penyebaran data tersebut secara garis besar dapat diperkirakan. Pada analisa regresi ini digunakan persamaan regresi linier karena dalam penelitian ini digunakan variabel bebas sebanyak satu buah untuk setiap analisis data.

Misalkan kita mempunyai data dengan variable bebas (X) dan variable terikat (Y) seperti pada table 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6 Data Analisis Regresi Linier.

X		Y
X_1	}	Y_{11}
....	
....	
X_1	}	Y_{1n1}
X_2		Y_{21}
....	
....	}
X_2		Y_{2n2}
X_k		Y_{k1}
....	}
....	
X_k		Y_{knk}





UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB IV ANALISIS DATA

4.1. Data Hasil Penelitian

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data kekuatan tekan dan nilai kalor briket yang bisa dilihat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4. Pengujian ini diambil 3 sampel untuk tiap variasi prosentase *molasses* pada briket arang dan non arang.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian kekuatan tekan pada briket non arang sampah organik.

Faktor	Perbandingan prosentase <i>molasses</i> pada briket non arang sampah organik (%)				
	BNA	BNA	BNA	BNA	BNA
Replikasi	3 %	6 %	9%	12%	15%

	Kekuatan tekan (Kg/cm ²)				
1	2089,70	2497,45	3312,95	3618,76	5402,65
2	1834,86	2140,67	2956,17	3516,82	4892,97
3	2038,74	2599,39	3109,07	3414,88	5657,49
Jumlah	5963,30	7237,51	9378,19	10550,46	15953,11
Rata-rata	1987,77	2412,50	3126,06	3516,82	5317,70

Keterangan : BNA = Prosentase Briket Non Arang sampah organik.

Tabel 4.2. Data hasil pengujian kekuatan tekan pada briket arang sampah organik.

Faktor	Perbandingan prosentase <i>molasses</i> pada briket arang sampah organik (%)				
	BA 3 %	BA 6 %	BA 9 %	BA 12 %	BA 15 %
Replikasi	Kekuatan tekan (Kg/cm ²)				
1	2701,30	3822,60	5759,38	7900,04	8766,5
2	2548,40	4128,41	4892,93	7237,46	9683,9
3	3210,98	3975,50	5249,70	6727,78	10193,6
Jumlah	8460,69	11926,51	15902,02	21865,27	28644,0
Rata-rata	2820,23	3975,50	5300,67	7288,42	9548,0

Keterangan : BA = Prosentase Briket Arang sampah organik

Tabel 4.3. Data hasil pengujian nilai kalor pada briket non arang sampah organik.

Faktor	Perbandingan prosentase <i>molasses</i> pada briket non arang sampah organik (%)
Replikasi	

	BNA 3 %	BNA 6 %	BNA 9%	BNA 12%	BNA 15%
	Nilai Kalor (Kal/gr)				
1	1897,85	2210,10	1945,85	1801,71	2041,94
2	1873,78	2162,05	2017,92	1753,66	1945,85
3	1849,76	2186,08	1993,89	1849,76	2017,89
Jumlah	5621,39	6558,23	5957,66	5405,13	6005,68
Rata-rata	1873,80	2186,08	1985,89	1801,71	2001,89

Keterangan : BNA = Prosentase Briket Non Arang sampah organik.

Tabel 4.4. Data hasil pengujian nilai kalor pada briket arang sampah organik.

Faktor	Perbandingan prosentase <i>molasses</i> pada briket arang sampah organik (%)				
	BA 3 %	BA 6 %	BA 9%	BA 12%	BA 15%
Replikasi	Nilai Kalor (Kal/gr)				
1	4276,06	4059,85	3651,47	2594,46	2186,08
2	4444,22	3987,79	3603,42	2450,33	2354,23
3	4372,15	3963,76	3483,31	2618,49	2426,30
Jumlah	13092,43	12011,4	10738,2	7663,28	6966,61
Rata-rata	4364,14	4003,8	3579,4	2554,43	2322,20

Keterangan : BA = Prosentase Briket Arang sampah organik.

4.2. Analisis Varian

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi prosentase *molasses* terhadap kekuatan tekan dan nilai kalor briket arang dan non arang sampah organik dapat diketahui dari hasil analisis variannya. Apabila nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka

faktor yang diuji memberikan pengaruh yang nyata. Namun bila nilainya terbalik maka faktor yang diuji tidak memberikan pengaruh yang nyata.

4.2.1. Analisis Varian Data Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik.

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$\begin{aligned} \text{JSP} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 2089,70 + 1834,86 + \dots + 5657,49 \\ &= 49082,57 \end{aligned}$$

Y_{ij} = Nilai kekuatan tekan pada replikasi ke- i dengan variasi *molasses* j persen.

N = Jumlah data

n = Banyaknya replikasi

k = Banyaknya variasi prosentase *molasses*

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$\begin{aligned} \text{JKSP} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 = 2089,70^2 + 1834,86^2 + \dots + 5657,49^2 \\ &= 181109293,86 \end{aligned}$$

- Faktor koreksi (FK)

$$\text{FK} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n.k} = \frac{49082,57^2}{3.5} = 160606578,52$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - \text{FK} = 181109293,86 - 160606578,52 \\ &= 20502715,34 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - FK$$

$$= \frac{5963,30^2 + 7237,51^2 + 9378,19^2 + 10550,46^2 + 15953,11^2}{3} - 160606578,52$$

$$= 19962378,30$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 20502715,34 - 19962378,32$$

$$= 540337,05$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1}$$

$$= \frac{19962378,32}{5-1} = 19962374,30$$

- Kuadrat tengah galat

$$KTG = \frac{JKG}{N-k}$$

$$= \frac{540337,05}{15-5} = 54033,70$$

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

$$= \frac{19962374,30}{54033,70} = 369,44$$

$$\begin{aligned}
 & \text{➤ } F_{\text{tabel}} = F (db;N-k;\alpha) \\
 & \quad = F (4;10;0,05)
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, dihasilkan tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5. Data analisis varian satu arah pengujian kekuatan tekan briket sampah non arang sampah organik.

Sumber varian	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	4	19962378,30	19962374,30	369,44	3,48
Galat	10	540337,05	54033,70		
Total		20502715,34			

Dari tabel diatas diperoleh hasil $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ sehingga dapat diketahui bahwa variasi prosentase *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekuatan tekan briket non arang sampah organik.

4.2.2. Analisis varian data kekuatan tekan briket arang sampah organik.

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$JSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 2701,30 + 2548,40 + \dots + 10193,60 = 86798,48$$

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$\begin{aligned}
 JKSP &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 = 2701,30^2 + 2548,40^2 + \dots + 10193,60^2 \\
 &= 590826374,41
 \end{aligned}$$

- Faktor koreksi (FK)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n.k} \\
 &= \frac{867,48^2}{3,5} = 502265075,35
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - FK = 590826374,41 - 502265075,35 \\
 &= 88561299,06
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 JKP &= \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - FK \\
 &= \frac{8460,69^2 + 11926,51^2 + 15902,02^2 + 21865,27^2 + 28644,02^2}{3} \\
 &\quad - 502265075,35 \\
 &= 86157566,08
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 88561299,06 - 86157566,08 \\
 &= 2403732,97
 \end{aligned}$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned}
 KTP &= \frac{JKP}{k-1} \\
 &= \frac{86157566,08}{5-1} = 21539391,52
 \end{aligned}$$

- Kuadrat tengah galat (KTG)

$$\begin{aligned}
 KTG &= \frac{JKG}{N-k} \\
 &= \frac{2403732,97}{15-5} = 240373,30
 \end{aligned}$$

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$
- $$\begin{aligned}
 &= \frac{21539391,52}{240373,30} = 89,61
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } F_{\text{tabel}} &= F (db;N-k;\alpha) \\ &= F (4;10;0,05) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, dihasilkan tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6. Data analisis varian satu arah pengujian kekuatan tekan briket arang sampah organik.

Sumber varian	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	4	86157566,08	21539391,52	89,61	3,48
Galat	10	2403732,97	240373,30		
Total		88561299,06			

Dari tabel diatas diperoleh hasil $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ sehingga dapat diketahui bahwa variasi prosentase *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekuatan tekan briket arang sampah organik.

4.2.3. Analisis varian data nilai kalor briket non arang sampah organik.

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$\begin{aligned} \text{JSP} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 1897,8 + 1873,8 + \dots + 2017,9 \\ &= 29548,09 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$\begin{aligned} \text{JKSP} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 = 1897,8^2 + 1873,8^2 + \dots + 2017,9^2 \\ &= 58477202,44 \end{aligned}$$

- Faktor koreksi (FK)

$$\text{FK} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n.k} = \frac{29548,09^2}{3.5} = 58205974,84$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - FK = 58477202,44 - 58205974,84 = 271227,60$$

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - FK$$

$$= \frac{5621,4^2 + 6558,3^2 + 5957,6^2 + 5405,2^2 + 6005,7^2}{3} - 58205974,84$$

$$= 256605,66$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 271227,60 - 256605,66$$

$$= 14621,94$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1}$$

$$= \frac{256605,66}{5-1} = 64151,42$$

- Kuadrat tengah galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{N-k}$$

$$= \frac{271227,60}{15-5} = 1462,19$$

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

$$= \frac{64151,42}{1462,19} = 43,87$$

$$F_{\text{tabel}} = F (db;N-k;\alpha) \\ = F (4;10;0,05)$$

Dari hasil perhitungan diatas, dihasilkan tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7. Data analisis varian satu arah pengujian kekuatan tekan briket sampah non arang sampah organik.

Sumber varian	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	4	256605,66	64151,42	43,87	3,48
Galat	10	14621,94	1462,19		
Total		271227,60			

Dari tabel diatas diperoleh hasil $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ sehingga dapat diketahui bahwa variasi prosentase *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap nilai kalor briket non arang sampah organik.

4.2.4. Analisis varian data nilai kalor briket arang sampah organik.

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$JSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 4276,1 + 4444,2 + \dots + 2426,3 \\ = 50471,92$$

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$JKSP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 = 4276,1^2 + 4444,2^2 + \dots + 2426,3^2 \\ = 179499144,04$$

- Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n.k} = \frac{50471,92^2}{3.5} = 169827647,23$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

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

$$= 179499144,04 - 169827647,23 = 9671496,81$$

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - FK$$

$$= \frac{13092,5^2 + 12011,5^2 + 10738,2^2 + 7663,3^2 + 6966,6^2}{3} - 169827647,23$$

$$= 9590322,02$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 9671496,81 - 9590322,02$$

$$= 81174,79$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1}$$

$$= \frac{9590322,02}{5-1} = 2397580,50$$

- Kuadrat tengah galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{N-k}$$

$$= \frac{81174,79}{15-5} = 8117,48$$

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

$$= \frac{2397580,50}{8117,48} = 295,36$$

- $F_{tabel} = F (db; N-k; \alpha)$
 $= F (4; 10; 0,05)$

Dari hasil perhitungan diatas, dihasilkan tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.8. Data analisis varian satu arah pengujian kekuatan tekan briket arang sampah organik.

Sumber varian	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	4	9590322,02	2397580,50	295,36	3,48
Galat	10	81174,79	8117,48		
Total		9671496,81			

Dari tabel diatas diperoleh hasil $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga dapat diketahui bahwa variasi prosentase *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap nilai kalor briket arang sampah organik.

4.3 Water Boiling Test

Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Massa briket sebelum menjadi abu;

$$m_1 = 1000 \text{ g.}$$

- Massa briket setelah menjadi abu;

$$m_2 = 240 \text{ g.}$$

- Prosentase abu hasil pembakaran;

$$\begin{aligned} Pr &= \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \\ &= \frac{240}{1000} \times 100\% = \mathbf{24\%} \end{aligned}$$

- Massa air dalam panci mula-mula;

$$M_1 = 2000 \text{ g.}$$

- Massa air dalam panci akhir;

$$M_2 = 600 \text{ g.}$$

- Waktu yang dibutuhkan untuk merubah air menjadi uap ;

$$t_1 = \mathbf{25 \text{ menit.}}$$

- Waktu dari penyalaan briket sampai briket terbakar habis menjadi abu;

$$t_2 = 130 \text{ menit.}$$

- Sehingga, waktu yang diperlukan saat air menguap sampai briket terbakar habis menjadi abu;

$$\Delta t = 130 - 25 = 105 \text{ menit.}$$

- Massa air yang diuapkan per menitnya;

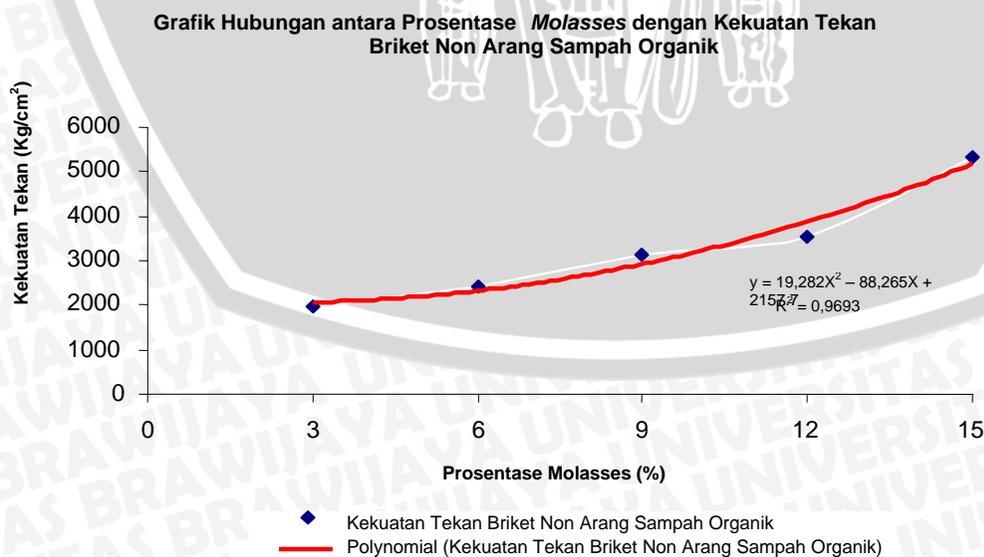
$$M_A = \frac{M_1 - M_2}{t_2 - t_1} = \frac{2000 - 600}{130 - 25} = \frac{1400}{105} = \mathbf{13,3 \text{ gram}}$$

Dari Water Boiling Test di atas dapat diketahui bahwa nilai kalor briket sampah organik nilainya hampir sama, sedikit di bawah serbuk gergaji (*Sawdust*) pada tabel 2.2 pada bab II.

4.4. Pembahasan

Pada bab ini, telah diperoleh data perhitungan kekuatan tekan dan nilai kalor pada briket arang dan non arang sampah organik serta dilakukan analisa statistik, yaitu analisa varian satu arah. Selanjutnya dibuat grafik seperti pada gambar 4.1 berdasarkan data hasil penelitian dan dilakukan pembahasan terhadap grafik tersebut.

4.4.1. Analisis Grafik Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik

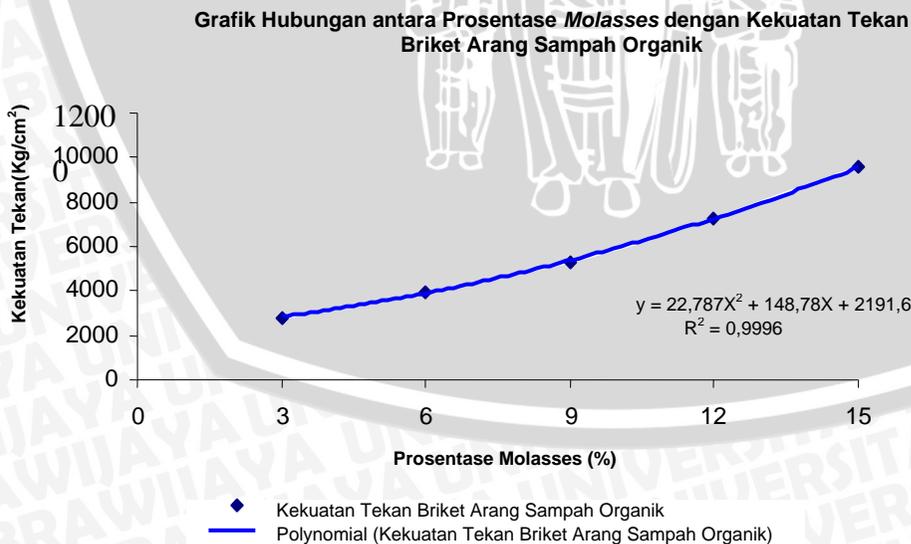


Gambar 4.1 Grafik Kekuatan Tekan Briket Non Arang Sampah Organik

Grafik di atas menunjukkan bahwa prosentase *molasses* sebanding dengan besarnya nilai kekuatan tekan yang dihasilkan, artinya dengan semakin besar prosentase *molasses* dalam briket maka akan menghasilkan kekuatan tekan yang semakin tinggi. Penambahan jumlah *molasses* berarti memperbanyak jumlah perekat dalam campuran bahan briket mengakibatkan partikel *molasses* dan material bahan briket semakin rekat sehingga briket yang dihasilkan mempunyai kekuatan tekan yang tinggi pula, hal ini dapat dilihat pada prosentase *molasses* 3% didapatkan nilai tekan rata-rata terendah yaitu 1987,77 kg/cm² dan prosentase *molasses* 15% mempunyai kekuatan tekan rata-rata tertinggi yaitu 5317,70 kg/cm², seperti ditunjukkan pada tabel 4.1

Semakin tinggi kadar *molasses* dalam briket yang berfungsi sebagai pengikat pada serbuk non arang maka kekuatan tekannya naik terjadi setelah briket dicetak kemudian melalui proses pemanasan pada temperatur 100⁰C selama 2 jam. Pemanasan briket bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam briket dan termasuk juga kadar air pada tetes tebu. Setelah mengalami pemanasan briket menjadi lebih kuat karena partikel *molasses* yang mengering mengikat antara partikel briket yang satu dengan yang lainnya

4.4.2. Analisis Grafik Kekuatan Tekan Briket Arang Sampah Organik

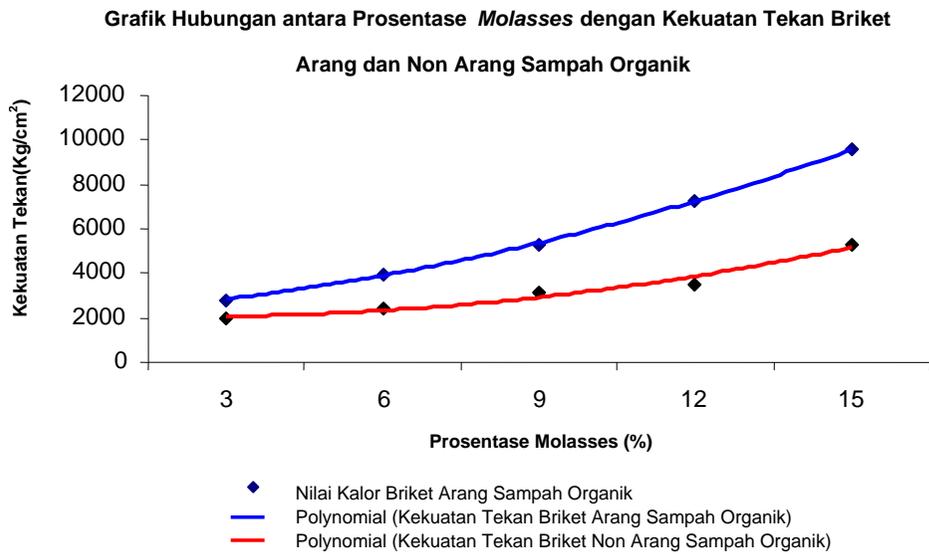


Gambar 4.2 Grafik Kekuatan Tekan Briket Arang Sampah Organik

Grafik 4.2 menunjukkan bahwa pada briket arang sampah organik, penambahan prosentase *molasses* ke dalam campuran bahan briket sebanding dengan besarnya nilai kekuatan tekan yang dihasilkan, artinya dengan semakin besar prosentase *molasses* dalam briket akan menghasilkan kekuatan tekan yang semakin tinggi pula. Penambahan jumlah *molasses* berarti memperbanyak jumlah perekat dalam campuran bahan briket mengakibatkan partikel *molasses* dan material bahan briket semakin rekat sehingga briket yang dihasilkan mempunyai kekuatan tekan yang tinggi pula, hal ini dapat dilihat pada prosentase *molasses* 3% didapatkan nilai tekan rata-rata terendah yaitu 2820,23 kg/cm² dan prosentase *molasses* 15% mempunyai kekuatan tekan rata-rata tertinggi yaitu 9548,0 kg/cm², seperti ditunjukkan pada tabel 4.2.

Semakin tinggi kadar *molasses* dalam briket yang berfungsi sebagai pengikat pada serbuk arang maka kekuatan tekannya naik terjadi setelah briket dicetak kemudian melalui proses pemanasan pada temperatur 100^oC selama 2 jam. Pemanasan briket bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam briket dan termasuk juga kadar air pada tetes tebu. Setelah mengalami pemanasan briket menjadi lebih kuat karena partikel *molasses* yang mengering mengikat antara partikel briket yang satu dengan yang lainnya.

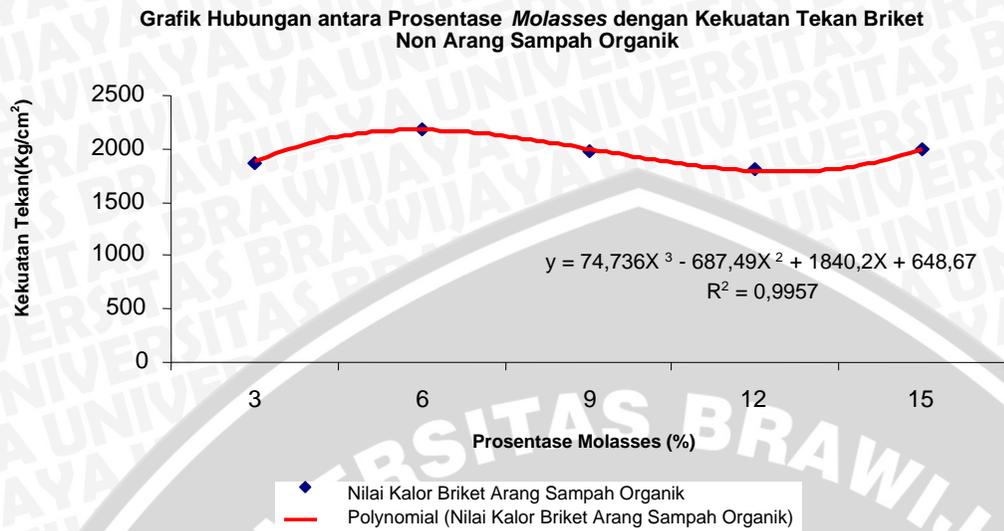
4.4.3. Analisis Grafik Gabungan antara Kekuatan Tekan Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik



Gambar 4.3 Grafik Gabungan antara Kekuatan Tekan Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik

Briket arang dan non arang sama-sama mengalami peningkatan kekuatan tekan seiring dengan penambahan prosentase *molasses* pada campuran bahan briket, tetapi kekuatan tekan briket arang sampah organik relatif lebih besar daripada briket non arang sampah organik seperti terlihat pada grafik 4.3. Briket arang sampah organik kandungan airnya rendah dan pada arang sampah organik *molasses* bisa meresap di sela butir-butir arang yang ukurannya sangat kecil dan tentu saja lebih kecil daripada ukuran butir bahan briket non arang sampah organik sehingga sehingga daya rekat antar partikel menjadi lebih tinggi, lebih padat dan berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket yang lebih tinggi pula. Sebaliknya kekuatan tekan briket non arang sampah organik relatif lebih kecil daripada briket arang sampah organik karena pada arang sampah organik *molasses* tidak bisa meresap di sela butir-butir arang yang ukurannya lebih besar daripada arang sampah organik sehingga daya rekat antar partikel menjadi lebih rendah, kurang padat dan berpengaruh terhadap kekuatan tekan briket yang lebih rendah pula.

4.4.4. Analisis Grafik Nilai Kalor Briket Non Arang Sampah Organik

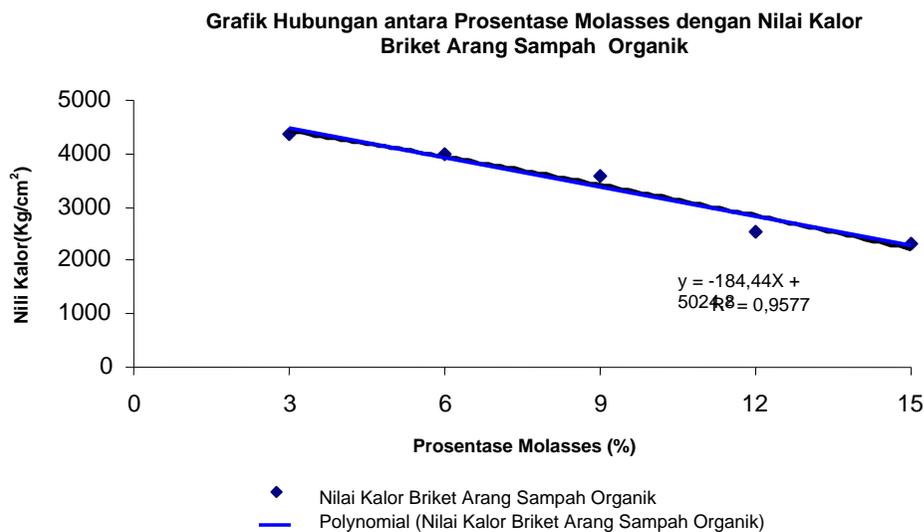


Gambar 4.4 Grafik Nilai Kalor Briket Non Arang Sampah Organik

Dari grafik 4.4 tampak bahwa besarnya nilai kalor briket yang dihasilkan mempunyai tren tidak tentu atau naik turun. Hal ini disebabkan besarnya nilai kalor *molasses* hampir sama dengan besarnya nilai kalor sampah organik mengakibatkan nilai kalor yang dihasilkan briket bergantung pada jenis sampah yang digunakan sebagai bahan briket. Jika secara random sampah yang digunakan sebagai bahan baku briket memiliki nilai kalor yang tinggi (lebih tinggi dari nilai kalor *molasses*) maka briket yang dihasilkan memiliki nilai kalor yang tinggi. Sebaliknya jika secara random sampah yang digunakan sebagai bahan baku briket memiliki nilai kalor yang rendah (lebih rendah dari nilai kalor *molasses*) maka briket yang dihasilkan memiliki nilai kalor yang rendah. *Molasses* yang masih cair mempunyai nilai kalor yang rendah dan sulit untuk terbakar. Setelah mengalami pemanasan dalam oven 100°C selama 2 jam, membuat kadar air dalam *molasses* tersebut menguap sehingga *molasses* menjadi kering. Dalam kondisi kering, *molasses* memiliki nilai kalor yang hampir sama dengan bahan briket non arang.

Nilai kalor terendah briket non arang sampah organik pada presentase *molasses* sebesar 12%. Briket non arang sampah organik dengan *molasses* sebagai pengikat sebesar 12% mengandung nilai kalor LHV rata-rata 1801,71 kal/gr, sedangkan nilai kalor tertinggi briket non arang sampah organik pada presentase *molasses* sebesar 6% dengan nilai kalor sebesar 2186,08 kal/gr, seperti ditunjukkan pada tabel 4.3.

4.4.5. Analisis Grafik Nilai Kalor Briket Arang Sampah Organik

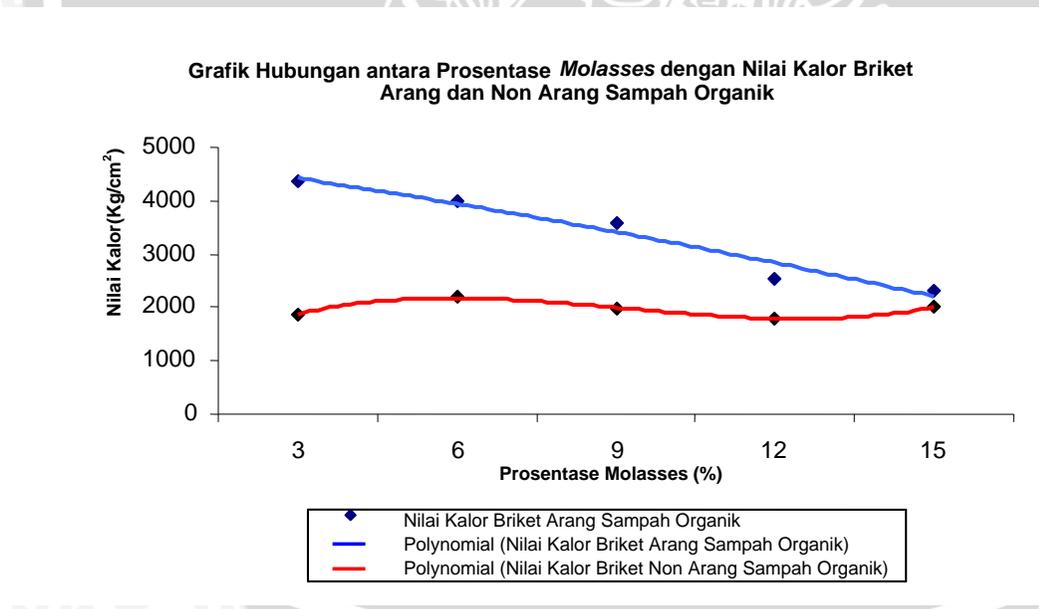


Gambar 4.5 Grafik Nilai Kalor Briket Arang Sampah Organik

Dari grafik di atas tampak bahwa presentase *molasses* berbanding terbalik dengan besarnya nilai kalor briket yang dihasilkan artinya dengan semakin besar presentase *molasses* akan menghasilkan nilai kalor yang justru semakin menurun karena nilai kalor *molasses* lebih rendah daripada nilai kalor arang sampah organik. *Molasses* yang masih cair mempunyai nilai kalor yang rendah dan sulit untuk terbakar. Setelah mengalami pemanasan dalam oven 100°C selama 2 jam, membuat kadar air dalam *molasses* tersebut menguap sehingga *molasses* menjadi kering. Arang sampah organik memiliki nilai kalor yang lebih tinggi daripada bahan non arang karena proses pengarangan dapat menaikkan nilai kalor dan nilainya juga lebih tinggi daripada *molasses* dalam keadaan kering setelah pemanasan, sehingga semakin besar presentase *molasses* dalam briket akan sedikit menurunkan nilai kalor briket tersebut.

Nilai kalor terendah briket arang sampah organik pada presentase *molasses* sebesar 15%. Briket non arang sampah organik dengan *molasses* sebagai pengikat sebesar 15% mengandung nilai kalor LHV rata-rata 2322,20 kal/gr, sedangkan nilai kalor tertinggi briket non arang sampah organik pada presentase *molasses* sebesar 3% dengan nilai kalor sebesar 4364,14 kal/gr, seperti ditunjukkan pada tabel 4.4.

4.4.6. Analisis Grafik Gabungan antara Nilai Kalor Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik



Gambar 4.6 Grafik Gabungan antara Nilai Kalor Briket Arang dan Non Arang Sampah Organik

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa nilai kalor briket arang sampah organik mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya prosentase *molasses* di dalam

campuran bahan briket sedangkan nilai kalor briket non arang sampah bisa tinggi atau rendah tergantung pada jenis sampah yang digunakan sebagai bahan briket memiliki nilai kalor yang lebih tinggi atau rendah daripada nilai kalor *molasses*. Briket arang sampah organik mempunyai nilai kalor lebih tinggi daripada briket non arang sampah organik karena karbon memiliki nilai kalor lebih tinggi daripada bahan bukan karbon.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. a. Kekuatan tekan briket non arang sampah organik dengan pengikat tetes tebu mengalami kenaikan seiring dengan semakin besarnya prosentase tetes tebu. Briket memiliki kekuatan tekan terendah pada prosentase *molasses* 3% yaitu rata-rata sebesar 1987,77 kg/cm² dan kekuatan tekan terbesar pada prosentase *molasses* 15% yaitu sebesar 5317,70 kg/cm².
 - b. Kekuatan tekan briket arang sampah organik dengan pengikat tetes tebu mengalami kenaikan seiring dengan semakin besarnya prosentase tetes tebu. Briket memiliki kekuatan tekan terendah pada prosentase *molasses* 3% yaitu rata-rata sebesar 2820,23 kg/cm² dan kekuatan tekan terbesar pada prosentase *molasses* 15% yaitu sebesar 9548 kg/cm².
 - c. Nilai kalor briket non arang sampah organik dengan pengikat *molasses* naik turun tergantung nilai kalor bahan briket yang hampir sama dengan nilai kalor *molasses*. Jika bahan briket memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dari *molasses* maka nilai kalor briket juga tinggi, sebaliknya jika nilai kalor bahan briket lebih rendah dari *molasses* maka nilai kalor briket juga rendah.
 - d. Nilai kalor briket arang sampah organik mengalami penurunan seiring dengan semakin besar prosentase *molasses* sebagai pengikat. Hal ini disebabkan nilai kalor *molasses* lebih kecil daripada nilai kalor arang sampah organik. Nilai kalor terbesar pada briket dengan *molasses* 3% yaitu 4364,14 kal/gr dan nilai kalor terendah pada briket dengan kadar *molasses* 15% yaitu 2322,2 kal/gr.
2. a. Proses pengarangan (karbonisasi) secara umum meningkatkan kekuatan tekan dari briket yang dihasilkan. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 3% kekuatan tekannya sebesar 1987,77 kg/cm² sedangkan untuk briket arang sampah organik kekuatan tekannya sebesar 2820,23 kg/cm² atau terjadi

peningkatan nilai kalor sebesar 42%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 6% kekuatan tekannya sebesar 2412,5 kg/cm² sedangkan untuk briket arang sampah organik kekuatan tekannya sebesar 3975,5 kg/cm² atau terjadi peningkatan kekuatan tekan sebesar 65%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 9% kekuatan tekannya sebesar 3126,06 kg/cm² sedangkan untuk briket arang sampah organik kekuatan tekannya sebesar 5300,67 kg/cm² atau terjadi peningkatan kekuatan tekan sebesar 70%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 12% kekuatan tekannya sebesar 3516,82 kg/cm² sedangkan untuk briket arang sampah organik kekuatan tekannya sebesar 7288,42 kg/cm² atau terjadi peningkatan kekuatan tekan sebesar 107%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 15% kekuatan tekannya sebesar 5317,7 kg/cm² sedangkan untuk briket arang sampah organik kekuatan tekannya sebesar 9645 kg/cm² atau terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 80%.

- b. Proses pengarangan (karbonisasi) secara umum meningkatkan nilai kalor (LHV) dari briket yang dihasilkan. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 3% nilai kalornya sebesar 1873,80 kal/gr sedangkan untuk briket arang sampah organik nilai kalornya sebesar 4363,14 kal/gr atau terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 133%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 6% nilai kalornya sebesar 2186,08 kal/gr sedangkan untuk briket arang sampah organik nilai kalornya sebesar 4003,8 kal/gr atau terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 83%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 9% nilai kalornya sebesar 1985,89 kal/gr sedangkan untuk briket arang sampah organik nilai kalornya sebesar 3579,4 kal/gr atau terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 80%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 12% nilai kalornya sebesar 1801,71 kal/gr sedangkan untuk briket arang sampah organik nilai kalornya sebesar 2554,43 kal/gr atau terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 42%. Briket non arang sampah organik dengan kadar *molasses* 15% nilai kalornya sebesar 2001,89 kal/gr sedangkan untuk briket arang sampah organik nilai kalornya sebesar 2322,2 kal/gr atau terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 133%.

5.2 Saran

1. Hendaknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan bahan sampah organik yang lebih banyak jenisnya sehingga lebih bisa mewakili bermacam-macam jenis sampah yang ada di lingkungan.
2. Perlu dilakukan pengujian dengan metode lain selain seperti metode di atas untuk mengetahui kekuatan tekan dan nilai kalornya.
3. Pada saat mengeluarkan briket dari cetakan harus hati-hati karena briket masih dalam keadaan basah sehingga mudah rusak bila terkena benturan.
4. Perlu penelitian lebih lanjut dengan memperbanyak variasi prosentase *molasses* untuk mengetahui berapa prosentase *molasses* optimum untuk meningkatkan kekuatan tekan briket sampah organik.



LAMPIRAN

1. Foto spesimen dilihat dari atas



2. Foto spesimen dilihat dari samping



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

