

**PENGARUH VARIASI DEBIT UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK  
PEMBAKARAN BRIKET KULIT KACANG TANAH DENGAN BERBAGAI  
PERSENTASE PENGIKAT *MOLASSES***

**SKRIPSI  
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**AGUNG SAIFUDIN  
NIM : 0610620012-62**

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

## LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI DEBIT UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK  
PEMBAKARAN BRIKET KULIT KACANG TANAH DENGAN BERBAGAI  
PERSENTASE PENGIKAT *MOLASSES***

### **SKRIPSI KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**AGUNG SAIFUDIN  
NIM. 0610620012-62**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

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



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH VARIASI DEBIT UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK  
PEMBAKARAN BRIKET KULIT KACANG TANAH DENGAN BERBAGAI  
PERSENTASE PENGIKAT *MOLASSES***

**SKRIPSI  
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

**AGUNG SAIFUDIN  
NIM. 0610620012-62**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 15 Desember 2010

**Skripsi I**

**Skripsi II**

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

**Prof. Ir. Sudijito, Ph.D.  
NIP. 19470330 198002 1 001**

**Komprehensif**

**Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST. M. Eng.  
NIP. 19750710 199903 1 004**

**Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

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

## KATA PENGANTAR

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

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

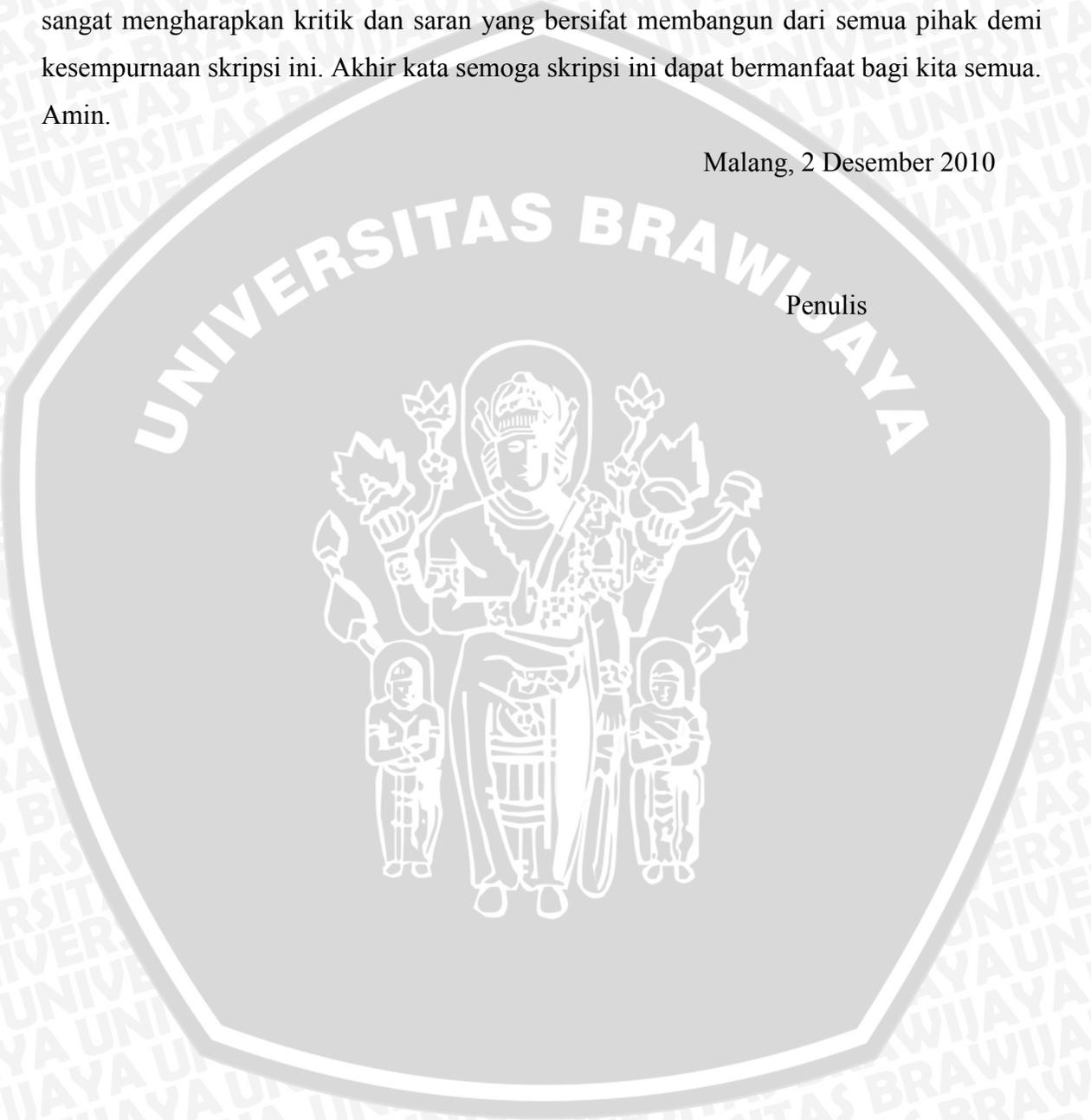
1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr.Eng. Anindito P, ST. M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. I Made Gunadiarta, MT., selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST. M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr.Slamet Wahyudi, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing II yang dengan tulus telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak-bapak Dosen Penguji Komprehensif Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan bimbingan dan masukan pada penulis.
7. Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST. M.Eng. selaku Kepala laboratorium Motor Bakar yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.
8. Bapak Sugiarto, ST. MT. selaku Kepala laboratorium Proses Produksi I yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.
9. Bapak Dr.Eng. Yudy Surya Irawan, ST. M Eng. selaku Kepala laboratorium Proses Produksi III yang telah menyediakan tempat untuk pengujian.
10. Ayah (Sutrisno) dan Ibu (Karmini) serta adik (Endah) yang sangat saya sayangi, yang telah memberikan seluruh dukungan secara lahir dan batin dalam penulisan skripsi ini.
11. Teman-teman asisten, laboran selama di Laboratorium Motor Bakar, dan Mahasiswa Mesin 2006 yang telah banyak memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

12. Seluruh Mahasiswa Mesin dan Semua pihak yang tidak bisa saya disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, 2 Desember 2010

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>x</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Bahan Bakar Padat.....	5
2.3 Biomassa.....	7
2.3.1 Kulit Kacang Tanah.....	8
2.3.2 Tetes Tebu ( <i>Molasses</i> ).....	10
2.4 Bahan Bakar Briket.....	11
2.4.1 Proses Pembriketan.....	11
2.4.2 Parameter Yang Berpengaruh Pada Pembuatan Briket.....	14
2.4.3 Pengikat Bahan Bakar Briket.....	15
2.4.4 Hubungan Perekat Terhadap Hasil Pembriketan.....	15
2.4.5 Bentuk Briket.....	16
2.5 Pembakaran.....	16
2.5.1 Pembakaran <i>Difusi</i> .....	17
2.5.2 Pembakaran <i>Primexed</i> .....	17

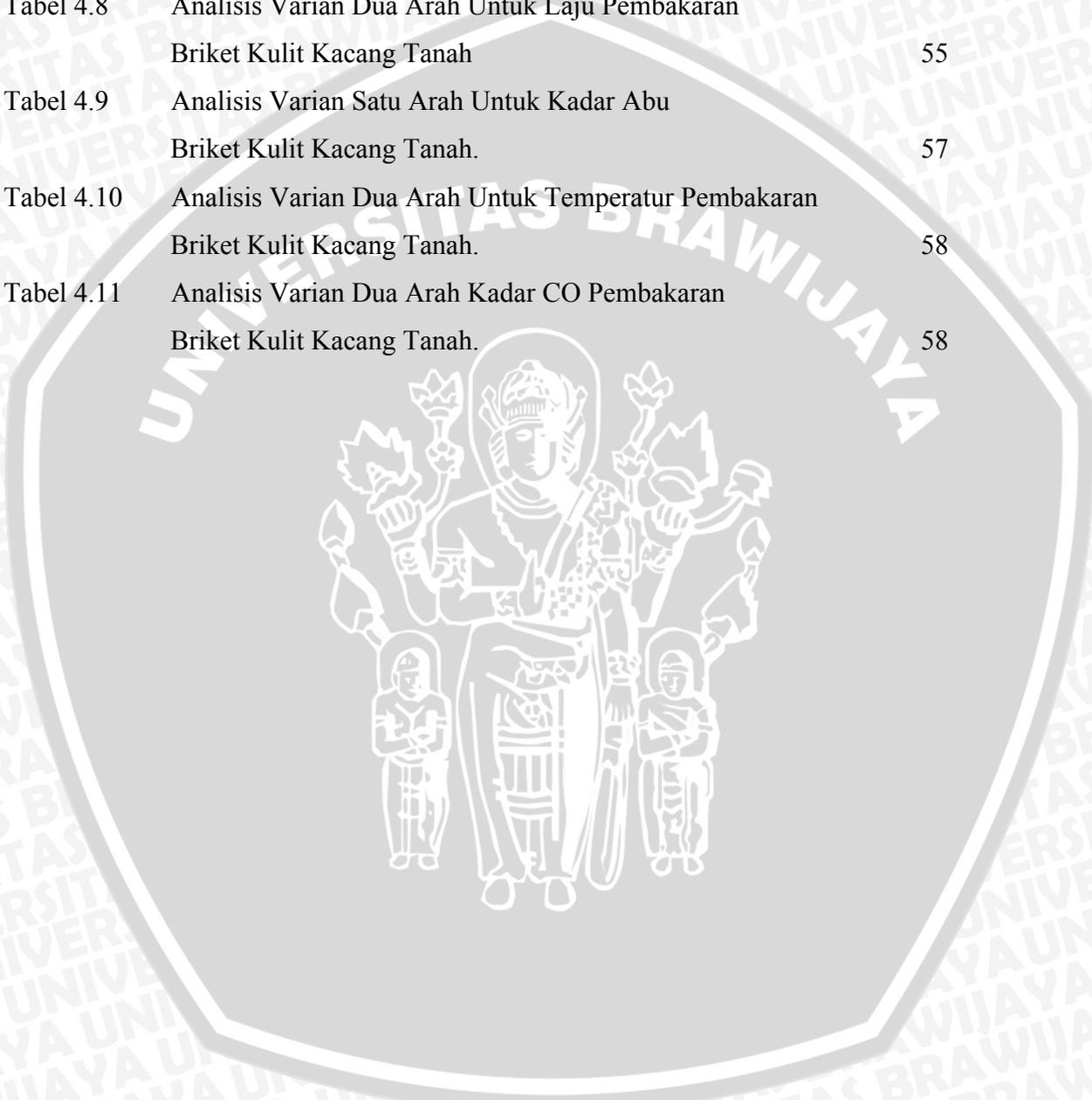
2.5.3 Proses Pembakaran .....	18
2.5.4 Udara Pembakaran .....	20
2.5.4.1 Udara Pembakaran Teoritis .....	20
2.5.4.2 Udara Pembakaran Aktual .....	20
2.5.5 Temperatur Pembakaran .....	22
2.5.6 Kadar Abu .....	22
2.5.7 Laju Pembakaran .....	22
2.5.8 Nilai Kalor .....	22
2.5.9 Emisi Gas CO .....	24
2.6 Tungku Biomassa Tipe <i>Inverted Downdraft Gasifier</i> .....	24
2.7 Hipotesa .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Metode Penelitian .....	26
3.2 Variabel Penelitian .....	26
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	26
3.4 Alat - Alat Penelitian .....	27
3.4.1 Alat Utama .....	27
3.4.2 Peralatan Bantu .....	29
3.5 Prosedur Penelitian .....	34
3.5.1 Pembuatan Briket Kulit Kacang Tanah .....	34
3.5.2 Pengujian Kadar Abu .....	35
3.5.3 Pengujian Laju Pembakaran .....	35
3.5.4 Pengujian Emisi Gas CO .....	36
3.5.5 Pengujian Temperatur Pembakaran .....	36
3.6 Rancangan Penelitian .....	36
3.7 Analisis Statistik .....	39
3.7.1 Analisa Varian Dua Arah .....	39
3.7.2 Analisa Varian Satu Arah .....	43
3.8 Rancangan Grafik .....	45
3.9 Diagram Alir Penelitian .....	47

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>48</b>
4.1 Data Hasil Pengujian.....	48
4.2 Data Hasil Perhitungan.....	48
4.3 Analisis Statistik.....	51
4.3.1 Analisis Varian.....	52
4.3.1.1 Analisis Varian Dua Arah Laju Pembakaran.....	53
4.3.1.2 Analisis Varian Satu Arah Kadar Abu.....	56
4.3.1.3 Analisis Varian Dua Arah Temperatur Pembakaran.....	57
4.3.1.4 Analisis Varian Dua Arah Kadar CO.....	58
4.4 Pembahasan.....	60
4.4.1 Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Laju Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat <i>Molasses</i> .....	60
4.4.2 Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat <i>Molasses</i> .....	61
4.4.3 Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat <i>Molasses</i> .....	62
4.4.4 Grafik Pengaruh Persentase Pengikat <i>Molasses</i> Terhadap Kadar Abu Pembakaran Briket Kulit Kacang tanah.....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Perkiraan Potensi Biomassa Tiap Tahun Di Indonesia	7
Tabel 2.2	Nilai Kalor Beberapa Biomassa	8
Tabel 2.3	Komposisi Arang Kulit Kacang Berdasarkan Analisa <i>Proximate</i> Dalam Persentase Berat	9
Tabel 2.4	Komposisi Kulit Kacang Berdasarkan Analisa <i>Ultimate</i> Dalam Persentase Berat	9
Tabel 2.5	Rangking Penghasil Kacang Tanah Dari 2001-2007	9
Tabel 2.6	Komposisi Tetes Tebu ( <i>molasses</i> )	10
Tabel 2.6	Komposisi Udara Kering	18
Tabel 3.1	Rancangan Penelitian Untuk Kadar Abu Pada Briket Kulit Kacang Tanah	37
Tabel 3.2	Rancangan Penelitian Untuk Laju Pembakaran Pada Briket Kulit Kacang Tanah	37
Tabel 3.3	Rancangan Penelitian Untuk Kadar Gas CO Pada Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah	38
Tabel 3.4	Rancangan Penelitian Untuk Temperatur Pembakaran Pada Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah	38
Tabel 3.5	Rancangan Pengamatan Model Dua Arah Dengan Pengulangan	40
Tabel 3.6	Analisis Varian	42
Tabel 3.7	Tabel Pengamatan Data	43
Tabel 3.8	Analisis Ragam Klasifikasi Satu-Arah debit udara dan Persentase Pengikat <i>Molasses</i>	44
Tabel 4.1	Data Hasil Perhitungan Laju Pembakaran	49
Tabel 4.2	Data Hasil Perhitungan Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah	49
Tabel 4.3	Data Nilai Kalor Kulit Kacang Tanah dan <i>Molasses</i> Dalam HHV	50
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Permeabilitas Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase <i>Molasses</i>	50
Tabel 4.5	Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket	

	Kulit Kacang Tanah	50
Tabel 4.6	Data Hasil Pengujian Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah	
	Kulit Kacang Tanah	51
Tabel 4.7	Laju Pembakaran	53
Tabel 4.8	Analisis Varian Dua Arah Untuk Laju Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah	55
Tabel 4.9	Analisis Varian Satu Arah Untuk Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah.	57
Tabel 4.10	Analisis Varian Dua Arah Untuk Temperatur Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah.	58
Tabel 4.11	Analisis Varian Dua Arah Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah.	58



## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kulit kacang tanah	10
Gambar 2.2	Proses Pembuatan Briket Bio Arang	12
Gambar 2.3	Bentuk briket biomassa	16
Gambar 2.4	Contoh briket biomassa di Eropa	16
Gambar 2.5	Pembakaran difusi sederhana	17
Gambar 2.6	Pembakaran <i>Primexed</i>	18
Gambar 2.7	Pembakaran sempurna, baik, dan tidak sempurna	24
Gambar 2.8	Tungku type <i>inverted downdraft gasifier</i>	25
Gambar 3.1	Tungku <i>inverted downdraft gasifier</i>	27
Gambar 3.2	Ukuran dimensi tungku <i>inverted downdraft gasifier</i>	27
Gambar 3.3	Blower	28
Gambar 3.4	Susunan instalasi penelitian	28
Gambar 3.5	Cetakan briket	29
Gambar 3.6	Ukuran dimensi cetakan briket	29
Gambar 3.7	Alat pres hidrolis	30
Gambar 3.8	Timbangan digital	31
Gambar 3.9	<i>Adiabtic kalorimeter</i>	31
Gambar 3.10	<i>Anemometer</i>	32
Gambar 3.11	<i>Stopwatch</i>	32
Gambar 3.12	CO meter	32
Gambar 3.13	<i>Infrared termometer</i>	33
Gambar 3.14	Mesin ayak <i>Rotab</i>	33
Gambar 3.15	Rancangan grafik pengaruh persentase pengikat <i>molasses</i> terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah	45
Gambar 3.16	Rancangan grafik pengaruh debit udara terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat <i>molasses</i>	45

Gambar 3.17	Rancangan grafik pengaruh debit udara terhadap kadar CO pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat <i>molasses</i>	46
Gambar 3.18	Rancangan grafik pengaruh debit udara terhadap temperatur pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat <i>molasses</i>	46
Gambar 4.1	Grafik pengaruh debit udara terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat <i>molasses</i>	60
Gambar 4.2	Grafik pengaruh debit udara terhadap temperatur pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat <i>molasses</i>	61
Gambar 4.3	Grafik pengaruh debit udara terhadap kadar CO pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat <i>molasses</i>	62
Gambar 4.3	Grafik pengaruh persentase pengikat <i>molasses</i> terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah	63

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
Lampiran 1	Foto – foto Pengujian
Lampiran 2	Tabel Statistik
Lampiran 3	Data Pendukung Penelitian dan Surat – Surat Keterangan Penelitian



## RINGKASAN

**Agung Saifudin**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2010, *Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat Molasses*, Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST. M. Eng., dan Dr. Slamet Wahyudi, ST.MT.

Sebagian besar kebutuhan energi masih dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang bersifat *unrenewable* dan dikhawatirkan suatu saat akan habis, karena terus meningkatnya kebutuhan energi, sehingga muncul pemikiran untuk memanfaatkan sumber energi lain yang bersifat *renewable*. Indonesia adalah negara agraris yang menyebabkan melimpahnya biomassa di Indonesia, hal itu membuat sangat berpotensi pengembangan energi alternatif biomassa di Indonesia. Kulit kacang tanah termasuk biomassa yang mempunyai kandungan energi yang relatif besar. Kulit kacang tanah bisa menjadi suatu bahan bakar padat alternatif yang bersifat *renewable* apabila diolah bersama-sama bahan perekat dalam bentuk briket. Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui besarnya pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*. Dalam penelitian ini, yang akan diteliti adalah karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah yang meliputi laju pembakaran, temperatur pembakaran dan kadar CO, juga diteliti kadar abu dari briket kulit kacang tanah berpengikat *molasses*. Variabel bebas yang dipakai adalah debit udara yang variasinya dalam  $\text{m}^3/\text{s}$  yaitu  $7.235 \cdot 10^{-4}$ ;  $1.085 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.45 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.81 \cdot 10^{-3}$ ;  $2.17 \cdot 10^{-3}$ , sedangkan variabel terkontrol yang dipakai dalam penelitian adalah persentase pengikat *molasses* yang variasinya dalam % adalah 4; 8; 12.

Dari penelitian menunjukkan bahwa temperatur rata – rata tertinggi diperoleh pada debit udara  $2.17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  dan persentase kadar perekat 12 % yaitu  $632 \text{ }^\circ\text{C}$ . Laju pembakaran terendah diperoleh pada debit udara  $7.235 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  dan persentase pengikat *molasses* 12 % yaitu 0.217 gr/menit. Kadar CO rata – rata terendah pada variasi debit udara  $2.17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  dan persentase kadar perekat 4 % yaitu 137 ppm dan kadar abu rata-rata terendah terjadi pada persentase pengikat *molasses* 4 % yaitu 13.37%.

**Kata kunci:** briket, karakteristik pembakaran, debit udara, kulit kacang tanah, *molasses*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi di dunia ini semakin hari semakin meningkat, yang disebabkan tidak hanya karena jumlah penduduk bumi yang terus meningkat tetapi juga dikarenakan perkembangan disektor lain seperti industri, transportasi, pertahanan, dll. Sebagian besar dari kebutuhan energi tersebut masih dipenuhi oleh bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas dan batu bara, padahal energi-energi tersebut mempunyai keterbatasan (*unrenewable*). Berdasarkan hal tersebut banyak orang berfikir untuk memanfaatkan sumber energi alternatif baru yang memiliki sifat *renewable* seperti hydro, surya, angin, dan biomassa.

Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah, limbah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi briket, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sumber energi biomassa mempunyai keuntungan pemanfaatan (Syafi'i, 2003) antara lain :

1. Sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang *renewable resources*.
2. Sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara sebagaimana yang terjadi pada bahan bakar fosil.
3. Pemanfaatan energi biomassa juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian.

Potensi pengembangan briket di Indonesia sangatlah besar, karena Indonesia adalah negara agraris yang membuat hasil pertanian di negara ini begitu melimpah, dan salah satu potensi pertanian yang melimpah adalah pertanian kacang tanah, dengan melimpahnya hasil pertanian kacang tanah di Indonesia, maka akan semakin melimpah pula limbah pertanian kacang tanah yang berupa kulit kacang tanah.

Melimpahnya kulit kacang di sentra pertanian Indonesia ini menyebabkan sangat potensialnya kulit kacang tanah ini dijadikan bahan bakar dalam bentuk briket, yang nantinya bisa dijadikan solusi sumber energi alternatif untuk mengatasi energi fosil yang semakin lama semakin habis dan akan meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian.

Pada proses pembuatan briket terdapat tahapan pencampuran dengan bahan pengikat yang berfungsi untuk mengikat bahan bakar baku dan kemudian di pres dalam bentuk briket. *Molasses* (tetes tebu) merupakan salah satu jenis pengikat briket. *Molasses* (tetes tebu) merupakan limbah cair yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula dan memiliki nilai kalor sebesar 4.250 kcal/kg (hugot,1986), dengan pemanfaatan *molasses* untuk dijadikan pengikat briket diharapkan akan semakin meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah dari industri gula.

Begitu besarnya potensi kulit kacang tanah ini untuk dijadikan briket membuat perlu dikembangkan penelitian mengenai briket kulit kacang tanah, seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Arif, 2009 dengan judul pemanfaatan limbah kulit kacang tanah sebagai sumber bahan alternatif, di dalam penelitiannya yang berisikan analisa *ultimate* dan *proximate* briket kulit kacang tanah berperekat kanji, disebutkan bahwa briket kulit kacang tanah berpotensi untuk dikembangkan dan layak dipakai sebagai sumber bahan bakar alternatif untuk rumah tangga dan industri kecil, untuk itu perlu dikembangkan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai briket kulit kacang tanah terutama penelitian tentang karakteristik pembakaran dari briket kulit kacang tanah dengan jenis perekat lain.

Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi (oksigen atau udara) yang menghasilkan panas dan cahaya. Proses pembakaran bisa berlangsung jika ada bahan bakar, pengoksidasi, dan energi aktivasi (Wardana, 2008). Tujuan dari pembakaran adalah untuk mengubah energi kimia yang terkandung di bahan bakar menjadi energi panas yang akan dikonversi menjadi energi lain seperti energi mekanik pada motor bakar. Proses pembakaran sangatlah membutuhkan oksigen atau udara dalam prosesnya, sehingga jumlah dan keberadaan udara atau oksigen sangatlah penting dalam proses pembakaran untuk mendapatkan energi panas yang optimal.

Dengan pertimbangan di atas maka penulis melakukan penelitian tentang bahan bakar briket kulit kacang tanah, dimana peneliti membahas mengenai pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses* (tetes tebu), yang kelak diharapkan bisa menjadi bahan bakar alternatif pengganti fosil di Indonesia.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dibuat rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

### 1.3 Batasan Masalah

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

1. Biomassa yang digunakan untuk briket adalah kulit kacang tanah.
2. Proses pengepresan briket dilakukan pada suhu kamar dan dengan tekanan pengepresan sebesar  $50 \text{ kgf/cm}^2$ .
3. Pengujian yang dilakukan meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kadar abu, laju pembakaran, kadar CO hasil pembakaran, dan permeabilitas.
4. Pembahasan skripsi difokuskan pada temperatur pembakaran, kadar abu, laju pembakaran, dan kadar CO.
5. Variasi debit udara dalam ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) yaitu dengan menggunakan blower sebesar  $7.235 \cdot 10^{-4}$ ;  $1.085 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.45 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.81 \cdot 10^{-3}$ ;  $2.17 \cdot 10^{-3}$ .
6. Variasi penambahan bahan pengikat tetes tebu (*molasses*) dalam persentase massa (%) yaitu sebesar 4; 8; 12.
7. Ukuran butir carbon lolos mesh 0.4 mm.
8. Tidak membahas perhitungan konstruksi instalasi dari penelitian.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui besarnya pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Dapat menambah literatur tentang pengembangan biomassa, khususnya briket berbahan dasar kulit kacang tanah.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan bahan bakar biomassa, khususnya briket berbahan dasar kulit kacang tanah sebagai sumber energi alternatif.

3. Sebagai cara pemilihan variasi debit udara tambahan dan pemilihan persentase pengikat *molasses* yang tepat pada pembakaran briket kulit kacang tanah, sehingga mampu memperbaiki karakteristik pembakarannya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian Arif, 2009 menyatakan bahwa briket kulit kacang tanah berpotensi untuk dikembangkan dan layak dipakai sebagai sumber bahan bakar alternatif untuk rumah tangga dan industri kecil. Hasil dari penelitiannya menunjukkan komposisi kimia dari briket arang kulit kacang terdiri dari Sulfur (0,04%); Nitrogen (0,44%); dan kandungan karbon organik, dengan menggunakan analisis proksimasi didapatkan kandungan kelembapan (*Moisture Content*) sebesar 7,13%; kandungan abu (*Ash Content*) sebesar 11,47 %; kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*) sebesar 14,84 %; dan kadar karbon tetap (*Fixed Carbon*) sebesar 66,56 %. Pada hasil pengujian dari briket yang dibuatnya menunjukkan nilai kalor (4416,6 kkal/kg) dengan rata-rata kerapatan sebesar 0,463 g/cm<sup>3</sup>.

Selain Arif, juga pernah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan *molasses* pada blotong terhadap kekuatan tekan dan performa pembakaran oleh Iqbal, 2008. Penelitian tersebut dilakukan dengan memvariasikan tetes tebu pada briket blotong. Variabel terikat yang diuji adalah nilai kalor dan kekuatan tekan. Hasil dari penelitian tersebut adalah kekuatan tekan tertinggi dimiliki oleh briket dengan presentase tetes tebu 12% sebesar 61,88 kgf/cm<sup>2</sup>. Nilai kalor terbesar dimiliki oleh briket dengan presentase tetes tebu 12% sebesar 3783,34 kal/gr. Temperatur pembakaran maksimal tertinggi dimiliki briket dengan presentase tetes tebu 12% sebesar 552<sup>0</sup>C. Kecepatan pembakaran tertinggi dimiliki briket dengan presentase tetes tebu 0%.

#### 2.2 Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat terdiri dari berbagai macam, diantaranya adalah batu bara, kayu bakar, arang kayu dan briket. Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang terbentuk dari ganggang, spora, pohon dan lain-lain yang mengalami pemadatan ikatan hidrat arang dalam perut bumi dalam waktu jutaan tahun. Adapun tingkatan dari batu bara yaitu *Peat*, *Lignit*, *Bituminus*, dan *Antrachite*. Kayu bakar merupakan bahan bakar yang bersifat *renewable* yang mempunyai unsur utama C, H dan O, yang mempunyai rumus empiris CH<sub>2</sub>O.

Arang kayu merupakan bahan bakar yang terbentuk dari kayu bakar setelah mengalami proses karbonisasi dan termasuk bahan yang *renewable*. Untuk bahan bakar

briket akan dibahas pada sub bab 2.4 bahan bakar briket. Dalam pemilihan bahan bakar padat sifat kimia dan sifat fisik harus dipertimbangkan. Sifat kimia tersebut yaitu kandungan berbagai bahan kimia seperti karbon (C), Hidrogen (H), oksigen (O) dan lain-lain, sedangkan yang termasuk sifat fisik adalah nilai panas, kadar air, bahan yang mudah menguap dan abu.

Beberapa macam pengujian untuk mengetahui kualitas dari bahan bakar padat, yaitu :

1. Analisa *Ultimate*

Analisa *ultimate* menentukan berbagai macam kandungan kimia unsur-unsur seperti karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan sulfur (S). Analisa ini berguna dalam penentuan jumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran, volume serta komposisi gas pembakaran. Informasi ini diperlukan untuk perhitungan suhu nyala dan perancangan saluran gas buang.

2. Analisa *Proximate*

Pada analisa *proximate* ini, parameter yang digunakan adalah :

- Kadar air

Kadar air akan menurunkan kandungan panas per kg bahan bakar padat. Pengaruh kadar air terhadap proses pembakaran adalah :

1. Meningkatkan kehilangan panas, karena penguapan dan pemanasan yang berlebih dari uap.
2. Membantu peningkatan partikel halus pada tingkatan tertentu.
3. Membantu radiasi transfer panas.

- Bahan yang mudah menguap (*volatile matter*)

*Volatile matter* merupakan indeks dari kandungan bahan bakar dalam bentuk gas dalam bahan bakar padat.

- Kadar abu

Abu merupakan komponen dari bahan bakar yang tidak bisa terbakar dan hanya akan mengurangi nilai kalornya. Pengaruh abu terhadap proses pembakaran adalah :

1. mengurangi kapasitas pembakaran
2. mempengaruhi efisiensi pembakaran
3. Menyebabkan pengumpulan dan penyumbatan

- *Fixed carbon*

*Fixed carbon* merupakan bahan bakar padat yang tertinggal dalam tungku setelah bahan yang mudah menguap didestilasi. Kandungan utamanya adalah karbon, tetapi juga mengandung hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen yang tidak terbawa gas. *Fixed carbon* memberikan perkiraan kasar terhadap nilai panas dari bahan bakar padat. Besarnya *fixed carbon* (FC) dapat ditentukan dengan cara menghitung sisa dari jumlah bahan di atas, sehingga diperoleh :

$$FC = 100 - (M + VM + A) \quad (\text{Wardana, 2008 : 32}) \quad (2-1)$$

Dengan :

$$FC = \text{Fixed carbon (\%)}$$

$$M = \text{Moisture content (\%)}$$

$$VM = \text{Volatile matter (\%)}$$

$$A = \text{Ash content (\%)}$$

### 2.3. Biomassa

Pada Tabel 2.1 dibawah ditunjukkan hasil penyelidikan dari sumber daya potensial berupa biomassa di Indonesia. Diperkirakan bahwa 246.29 juta ton per tahun biomassa diproduksi dan sekitar 217 juta ton per tahun produk biomassa yang diproduksi tersebut adalah residu hutan dan sisanya adalah limbah dari pertanian.

Tabel 2.1 Perkiraan Potensi Biomassa Tiap Tahun Di Indonesia

PULAU	PERHUTANAN (Juta ton)	PERTANIAN (Juta ton)	TOTAL (Juta ton)
Jawa	12.6	15.8	28.4
Sumatra	44.4	7.6	52.0
Kalimantan Timur	53.2	0.07	53.27
Kalimantan Tengah	22.6	0.12	22.72
Kalimantan Barat	13.5	0.90	14.4
Kalimantan Selatan	4.7	0.68	5.38
Sulawesi	16.6	2.2	18.80
Irian Jaya	38.6	0.02	38.62
Pulau-pulau lain	10.8	1.9	12.70
TOTAL INDONESIA	217.0	29.29	246.29

Sumber : Nuruse, 2005

Biomassa adalah bahan organik yang mengandung baik secara langsung ataupun tidak langsung energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis (Ganesh, 2006), yang merupakan kelompok biomassa Menurut Annurada Ganesh (2006) meliputi :

1. Limbah pertanian
2. Limbah perhutanan
3. Limbah agro-industri
4. Kotoran binatang
5. Tanaman air

Biomassa mempunyai sifat cepat terbakar dan mudah dinyalakan dibandingkan briket batubara namun, juga mudah habis saat proses pembakaran berlangsung. Hal ini disebabkan karena kadar *volatile* dari biomassa umumnya tinggi. Abu yang dihasilkan dari biomassa juga lebih ramah dibandingkan abu dari batubara karena banyak mengandung mineral.

Biomassa dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif karena bahan bakar fosil suatu saat akan habis dan biomassa merupakan energi yang dapat diperbaharui, banyak tersedia di alam dan juga merupakan sumber energi yang ramah lingkungan. Biomassa sebagai bahan bakar alternatif menyediakan energi sebesar  $3.10^{12}$  J per tahun yang hanya masih dimanfaatkan di bawah 2 % sebagai bahan bakar ( Ganesh, 2006 ). Berikut adalah nilai kalor dari beberapa biomassa.

Tabel 2.2 Nilai Kalor Beberapa Biomassa

Biomassa	Nilai kalor Kcal/kg
Kulit kelapa	5500
Kulit kacang tanah	4229
Sekam padi	3000

Sumber : K. Sivakumar, Januari 2010

### 2.3.1. Kulit kacang tanah

Nilai kalor yang dimiliki oleh kulit kacang tanah relatif mendekati dari nilai kalor batubara kualitas rendah, memang nilai kalor dari biomassa lebih rendah dari batubara, tetapi jika dilihat dari aspek polusinya jauh lebih rendah dibandingkan polusi dari pembakaran batubara. Kandungan dari kulit kacang juga mempunyai kadar sulfur yang rendah (kurang dari 1%), sehingga kadar pencemaran gas saat dibakar relatif kecil.

Komposisi kimia kulit kacang tanah yang berdasarkan analisa *proximate* dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan untuk analisa *ultimate*-nya dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.3 Komposisi Kulit Kacang Tanah Berdasarkan Analisa *Proximate* Dalam Persentase Berat

<i>Moisture content (%)</i>	8.76
<i>Volatile matter (%)</i>	70.5
<i>Ash cotent (%)</i>	0.76
<i>Fixed carbon (%)</i>	15.5
Unsur lain (%)	4.48

Sumber: S. Jekayinfa, Mei 2005

Tabel 2.4 Komposisi Kulit Kacang Tanah Berdasarkan Analisa *Ultimate* Dalam Persentase Berat

<i>Total carbon (%)</i>	48.3
<i>Hydrogen (%)</i>	5.6
<i>Nitrogen (%)</i>	0.8
<i>Ash content (%)</i>	5.9
<i>Oxygen (%)</i>	39.4

Sumber: K. Ravendran, Oktober 1994

Tabel 2.5 Rangking Penghasil Kacang Tanah Dari 2001-2007

Rangking	Negara	Kuantitas (megaton)	Nilai (US\$1000)
1	China	13.936.443	6.659.185
2	India	6.869.829	3.118.157
3	Nigeria	3.280.514	1.513.606
4	USA	1.821.787	839.700
5	Indonesia	1.381.771	613.237
6	Myanmar	890.829	400.768
7	Sudan	782.286	373.734
8	Senegal	526.637	207.548
9	Vietnam	442.929	206.326
10	Ghana	426.664	188.782
Total		35.827.740	15.439.896

Sumber : Catherine, Juni 2010

Dengan melihat ranking Indonesia yang masuk 5 besar dunia dalam hal produksi kacang tanah, terdapat cukup besar potensi pada kulit kacang bila dimanfaatkan menjadi sumber energi biomassa. Berikut adalah gambar kulit kacang tanah.



Gambar 2.1 Kulit kacang tanah.  
Sumber : <http://images.google.co.id>

### 2.3.2 Tetes tebu (*molasses*)

Tetes tebu (*molasses*) merupakan salah satu jenis pengikat organik yang dapat digunakan pada bahan bakar padat. Fungsi dari penggunaan bahan pengikat tetes tebu adalah untuk mengurangi terbentuknya debu dan juga untuk meningkatkan kekuatan tekan. Tetes tebu (*molasses*) merupakan limbah cair yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula dan memiliki nilai kalor sebesar 4250 kcal/Kg (Hugot, 1986). Berikut diberikan komposisi dari tetes tebu.

Tabel 2.6 Komposisi Tetes Tebu (*molasses*)

Komposisi	Total (%)	Komposisi	Total (%)
Air	20	<i>Other carbohydrate</i>	4
<i>Sukrosa</i>	35	<i>Nitrogenous Coumpound</i>	4,5
<i>Fruktosa</i>	9	<i>Non-nitogenous acids</i>	5
<i>Glukosa</i>	7	<i>Ash(abu)</i>	12
<i>Other Reducing sugar</i>	3	Lainnya	0.5

Sumber : Curtin, 1983

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

- *Cane Molasses*  
Merupakan suatu produk sampingan dalam pembuatan sukrosa yang diperoleh dari batang tebu dengan kandungan gula 46% dan kada air 27%.
- *Beet Molasses*  
Merupakan suatu produk sampingan dari pembuatan *sukrosa* bit tebu dengan kandungan gula 48%.
- *Citrus Molasses*  
Berasal dari sari buah yang dikeringkan kemudian mengental dengan kandungan gula 45%.
- *Hemicellulose extract*  
Adalah hasil sampingan dari pengepresan kayu dengan menggunakan cuka, alkali dan garam. Kandungan terdiri dari *pentose*, *hexoge sugar*, dan total karbohidrat tidak kurang 55%.
- *Starch molasses*  
Merupakan suatu hasil sampingan dari *dextrose* yang terbuat dari kanji. Diperoleh dari butiran gandum dengan kandungan gula 50%.

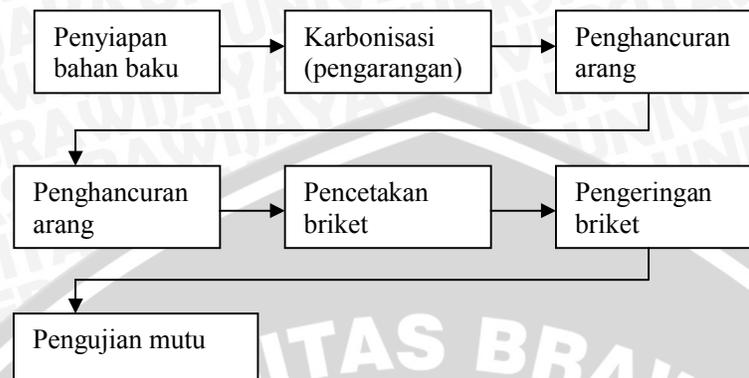
## 2.4. Bahan Bakar Briket

Menurut Ardan (1998), briket adalah gumpalan dari bahan lunak yang dikeraskan, dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat terjadi peningkatan karakteristik dari pembakaran biomassa. Dengan menggunakan teknologi pembriketan kita dapat mengatur sifat fisik dan kimia dari biomassa tersebut yaitu dengan mengubah parameter – parameter yang ada pada briket tersebut yang meliputi ukuran briket, kuat mampat, kepadatan, dan kandungan air. Sehingga kita dapat membuat bahan bakar briket yang mempunyai bentuk tertentu.

### 2.4.1 Proses Pembriketan

Proses pembriketan adalah proses penghancuran biomassa, pencampuran bahan baku dengan perekat, pencetakan briket dan pengeringan briket pada kondisi tertentu, sehingga dapat diperoleh briket yang mempunyai ukuran fisik, sifat kimia dan bentuk tertentu. Tujuan dari pembriketan adalah untuk mempermudah penanganan,

meningkatkan kualitas bahan, serta mengurangi kehilangan bahan dalam proses pengangkutan. Adapun tahapan dalam pembuatan briket ditunjukkan oleh bagan alir seperti pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Proses pembuatan briket bio arang.

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

#### a) Penyiapan bahan baku

Bahan baku yang disiapkan dapat berupa biomassa, seperti kulit kacang tanah, serbuk gergaji, sekam padi, dll. Bahan utama yang harus terkandung pada biomassa dan briket adalah *selulosa*, dengan semakin tinggi kandungan *selulosa* pada briket maka akan semakin meningkatkan kualitas briket tersebut, diharapkan biomassa yang digunakan sebagai bahan baku harus mengandung zat terbang yang rendah, karena jika terlalu banyak mengandung zat terbang maka briket akan cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap. Bahan baku tersebut dibersihkan dan dikumpulkan dari material-material tidak berguna seperti debu, tanah liat, serta material pengotor lainnya. Tujuannya agar bahan baku dapat menjadi arang lebih sempurna.

#### b) Proses karbonisasi (pengarangan)

Proses pengarangan yakni, suatu proses pembakaran yang bertujuan untuk mendapatkan kadar karbon yang tinggi dari suatu bahan baku dengan cara pembatasan pemberian udara dalam proses pembakaran bahan baku tersebut. Ketika proses pengarangan diusahakan tidak terjadi kebocoran dalam ruang pengarangan, sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Secara sederhana terbentuknya arang karbon dari proses karbonisasi ini yakni, bahan yang akan dibakar dimasukkan dalam drum atau wadah yang terbuat dari plat besi, dengan diberi lubang lubang kecil pada bagian dasar drum atau wadah agar udara yang masuk terbatas. Kemudian dilakukan pengapian pada bawah drum atau wadah,

sehingga bahan baku tersebut terbakar. Pada saat pembakaran, drum atau wadah ditutup, sehingga hanya ventilasi yang dibiarkan terbuka, ini bertujuan sebagai jalan keluarnya asap. Sekitar 10 menit akan terlihat asap putih mengepul dari atas drum atau wadah yang menandakan bahwa pengarangan telah dimulai. Setelah semua bahan biomassa dalam drum sudah menjadi arang, segera dinginkan dengan menutup ventilasi pada drum agar bara dalam arang mati. Suhu yang digunakan pada umumnya sekitar 500-800 °C.

#### **b) Penggilingan arang**

Setelah proses karbonisasi, arang yang masih dalam bentuk aslinya digiling sehalus mungkin, apabila ingin didapatkan butir arang yang sesuai *meshing*, maka serbuk hasil penggilingan tersebut diayak agar didapatkan butiran arang yang seragam dan sesuai *meshing*.

#### **c) Pencampuran bahan perekat**

Serbuk arang yang telah dilakukan *meshing* dicampur dengan bahan perekat sampai membentuk sebuah adonan. Penggunaan bahan perekat ini dimaksudkan untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku biomassa agar tidak pecah ketika diangkat dan tidak mudah rontok. Penentuan jenis bahan perekat sangatlah penting karena berpengaruh terhadap kualitas dari briket arang yang dihasilkan.

#### **d) Pencetakan adonan**

Tujuan dari pencetakan adonan adalah membentuk adonan arang dan perekat hingga menjadi briket dengan dimensi dan bentuk yang diinginkan. Adapun proses pencetakannya yakni, adonan arang yang telah tercampur dengan perekat dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dilakukan proses pengempaan pada adonan tersebut pada tekanan tertentu hingga mampat benar dan menjadi padat. Setelah adonan memadat adonan dikeluarkan dari cetakan dan siap untuk proses selanjutnya.

#### **e) Pengeringan briket**

Pengeringan ini biasanya dilakukan minimal selama 2 jam di bawah sinar terik matahari. Tujuan pengeringan agar kandungan uap air yang terdapat dalam briket arang dapat menguap sehingga akan memudahkan saat dinyalakan serta kalor yang dihasilkan dari briket arang dapat lebih maksimal.

#### **f) Pengujian mutu**

Jika briket arang dapat langsung menyala, sedikit keluar asap, dan tidak terlihat retak-retak, hal ini secara umum dapat dikatakan briket arang tersebut memiliki mutu yang cukup bagus. Parameter-parameter lainnya untuk menentukan kualitas briket

bermacam-macam seperti nilai kalor, laju pembakaran, kadar abu, temperatur pembakaran, emisi gas CO, dll.

#### 2.4.2 Parameter Yang Berpengaruh Pada Pembuatan Briket

Beberapa faktor yang mempengaruhi pembriketan antara lain:

##### (a) Ukuran dan distribusi butir briket

Ukuran butir yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula, sehingga membuat kuat tekan dari briket akan semakin besar. Sedangkan distribusi ukuran akan menentukan penyusunan (*packing*) yang lebih baik. Ukuran butir juga mempengaruhi proses pembakaran karena ukuran butir yang semakin halus akan semakin memperbesar bidang sentuh pada permukaan, sehingga kontak langsung dengan udara semakin besar, dan reaksi pembakaran dapat berlangsung dengan baik.

##### (b) Tekanan mesin pencetak

Idealnya suatu briket tidak rapuh dan tidak mudah pecah apabila dipindahkan. Disamping itu diusahakan masih terdapat pori-pori yang memungkinkan untuk dilalui udara (dalam hal ini oksigen untuk pembakaran). Pemberian tekanan yang optimum pada saat proses pembriketan akan mempengaruhi kerapatan serta mampu alir dari udara. Dimana seperti kita tahu keberadaan oksigen sangat penting dalam proses pembakaran, maka proses dalam pengempaan harus benar-benar kita perhatikan agar kualitas briket semakin baik.

##### (c) Kandungan air

Kandungan air akan berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan, jika kandungan airnya tinggi, maka panas yang dihasilkan briket saat pembakaran akan rendah, karena sebagian panas dipergunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang ada dalam briket, sehingga jumlah kalor yang dapat dimanfaatkan semakin sedikit.

##### (d) Komposisi penyusun briket

Seperti yang kita ketahui bahwa komposisi utama sebuah briket adalah bahan baku, bahan perekat dan air. Ketiga penyusun utama ini memberikan pengaruh terhadap temperatur pembakaran, nilai kalor, laju pembakaran, ketangguhan briket, dll. Pencemaran atau emisi dapat diturunkan jika komposisi tambahan pada briket baik dan seimbang. Di samping itu dengan adonan yang baik dan bahan tambahan dengan jumlah yang tepat, akan meningkatkan kualitas briket seperti pembakaran dan kekuatan tekan. Komposisi campuran dari briket juga mempengaruhi sifat-sifat bahan bakar. Misalnya, semakin besar persentase bahan baku yang tinggi kandungan *selulosa* maka kualitas briket akan baik karena *selulosa* meningkatkan nilai kalor.

### 2.4.3 Pengikat Bahan Bakar Briket

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

#### 1. Pengikat Organik

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

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

#### 2. Pengikat non-organik

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

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

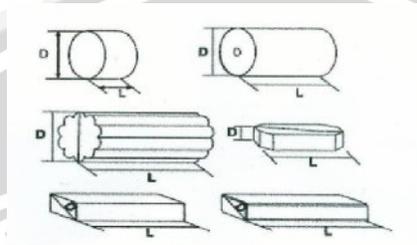
### 2.4.4 Hubungan Perekat Terhadap Hasil Pembriketan

Bila semakin tinggi kadar perekat, maka kerapatan dari briket akan semakin tinggi. hal ini disebabkan karena perekat akan masuk ke celah butiran-butiran dari briket yang menyebabkan celah-celah antar butir semakin rapat dan sempit, luasan permukaan kontak dengan udara mengecil dan kemampuan udara untuk melewati rongga-rongga briket semakin kecil, sehingga akan mempengaruhi karakteristik pembakaran. Kadar perekat juga mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tekan dari hasil pembriketan.

dimana semakin tinggi kadar perekat maka akan menyebabkan daya rekat dari briket semakin tinggi. sehingga meningkatkan kekuatan tekan.

#### 2.4.5 Bentuk Briket

Pada Gambar 2.3 dan 2.4 dibawah ini dapat dilihat beberapa contoh dari bentuk briket biomassa berdasarkan standard Eropa (CEN / *The European Committee For Standarization*)



Gambar 2.3 Bentuk briket biomassa.

Sumber : Belbo, H, 2006

Dimana: L = Panjang briket  
D = Diameter briket



Gambar 2.4 Contoh briket biomassa di Eropa.

Sumber : Belbo, H, 2006

#### 2.5 Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi oksidasi yang terjadi antara bahan bakar dan udara (oksigen) dengan bantuan energi luar (energi aktivasi) disertai timbulnya cahaya dan menghasilkan kalor (Turns, 1996). Energi tersebut berfungsi sebagai pemutus ikatan-ikatan bahan bakar menjadi radikal (ion) dan sangat reaktif. Ion-ion bahan bakar akan bereaksi dengan oksigen berbentuk ikatan yang lebih kuat dan kelebihan-kelebihan energi ikatan akan dilepas ke dalam sistem, sehingga menyebabkan kenaikan temperatur yang sangat tinggi.

Persamaan reaksi pembakaran secara umum dituliskan sebagai berikut :

(Wijayanti,2003: 1)



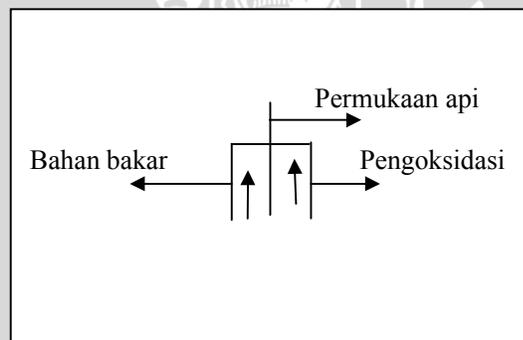
Berikut adalah contoh reaksi pembakaran yang terjadi secara stoikiometrik pada metana ( $\text{CH}_4$ ) dengan udara



proses pembakaran akan menghasilkan suatu parameter – parameter yang merupakan sifat dan karakter dari suatu pembakaran yang sering disebut karakteristik pembakaran, adapun karakteristik pembakaran diantaranya temperatur pembakaran, laju pembakaran, emisi hasil pembakaran, kadar abu dan lain – lain.

### 2.5.1 Pembakaran *Difusi*

Pembakaran difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara tidak dicampur lebih dahulu secara mekanik melainkan bercampur sendiri secara alami dengan proses *difusi* (Wardana, 2008). Salah satu contoh jenis pembakaran *difusi* adalah pada penyalaan lilin. Proses pembakaran difusi sederhana dapat digambarkan secara sederhana pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pembakaran *difusi* sederhana.

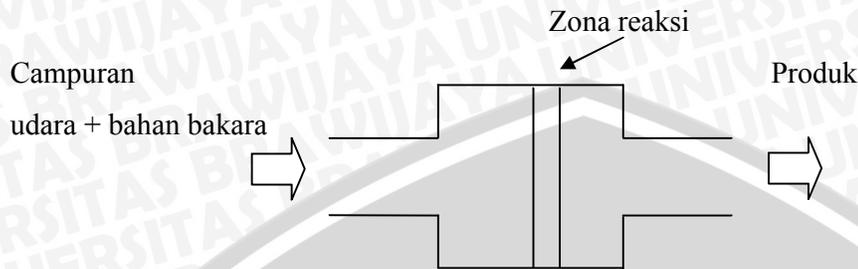
Sumber : Wardana, 199 :50

Pada Gambar 2.5, pada sisi saluran sebelah kiri mengalir bahan bakar dan sisi bagian kanan mengalir udara. Udara sebagai pengoksidasi agar bahan bakar terbakar, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung. Bidang pembatas antara bahan bakar dan udara setelah keluar dari saluran, merupakan bidang *difusi* dimana api terbentuk.

### 2.5.2 Pembakaran *Premixed*

Jika reaktan (bahan bakar dan udara) bercampur sebelum masuk ke zona reaksi maka pembakaran tersebut adalah pembakaran *premixed* (Wardana, 2008). Contoh pembakaran secara premixed adalah pembakaran pada motor bensin, dimana bahan bakar dan udara dicampur terlebih dahulu dikarbulator yang kemudian dilakukan proses

pembakaran di dalam ruang bakar motor bensin. berikut adalah gambar ilustrasi pembakaran secara *premixed*.



Gambar 2.6 Pembakaran *Primexed*.  
Sumber : Wardana

### 2.5.3 Proses Pembakaran

Pembakaran ideal adalah pembakaran yang dapat menghasilkan produk pembakaran secara sempurna, kondisi ini disebut dengan kondisi *stokiometri* dimana produk pembakaran untuk biomassa adalah  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , dan abu. Pembahasan akan dibatasi pada proses pembakaran antara bahan bakar dalam bentuk briket dan oksigen dari udara. Pada Tabel 2.6 ditunjukkan komposisi dari udara.

Tabel 2.6 Komposisi Udara Kering

Unsur/senyawa	Persentase volume (%)
$\text{O}_2$	20,95
$\text{N}_2$	78,08
Ar	0,93
$\text{CO}_2$	0,033
Ne	0,0018
$\text{H}_2$	0.00005
He	0.00052
$\text{CH}_4$	0.0002
Kr	0.00011
$\text{N}_2\text{O}$	0.00005
Xe	0.0000087
$\text{O}_3$	0.000001
Udara kering	100,0

Sumber : [http:// www.scifun.org](http://www.scifun.org)

Untuk perhitungan dalam reaksi pembakaran, udara dianggap terdiri dari 21% volume O<sub>2</sub> dan 79 % volume N<sub>2</sub>, sehingga untuk penggunaan 1 mol O<sub>2</sub> akan melibatkan penggunaan 3,76 mol / N<sub>2</sub>. Untuk memenuhi pembakaran sempurna, maka semua C harus dapat bereaksi membentuk CO<sub>2</sub> dan semua H<sub>2</sub> akan bereaksi membentuk H<sub>2</sub>O.

Contoh reaksi pembakaran :



Akan tetapi, dalam kondisi aktual pembakaran sempurna hampir tidak pernah terjadi karena pembakaran berlangsung secara kompleks. Pembakaran tidak hanya tergantung pada model ruang bakarnya tetapi juga tergantung kondisi dari bahan bakar, udara dan temperatur pembakaran. Salah satu cara untuk memperbesar kemungkinan terjadinya pembakaran sempurna adalah dengan menggunakan jumlah udara berlebih (*excess air*).

Penggunaan udara berlebih tersebut memerlukan sebuah parameter untuk menyatakan banyaknya udara pembakaran tiap satuan kuantitas bahan bakar. Parameter tersebut adalah *air to fuel ratio* (AFR). AFR dapat dinyatakan dalam mol udara per mol bahan bakar, seperti terlihat pada persamaan berikut :

$$(\text{AFR})_{\text{teoritis}} = \frac{(\text{m}_{\text{udara}})_{\text{teoritis}} (\text{kg}_{\text{udara}})}{(\text{m}_{\text{bahan bakar}}) (\text{kg}_{\text{bahan bakar}})} \quad (\text{Turn}, 1996:19)(2-5)$$

Perbandingan antara (AFR) teoritis dengan AFR aktual dinyatakan dengan *equivalen ratio*  $\Phi$  sebagai berikut :

$$\Phi = \frac{(\text{A/F})_{\text{teoritis}}}{(\text{A/F})_{\text{aktual}}} = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{Turn}, 1996:19) (2-6)$$

dengan :

- $\Phi > 1$ , apabila campuran kaya bahan bakar (*fuel rich mixtures*)
- $\Phi < 1$ , apabila campuran miskin bahan bakar (*fuel poor mixtures*)
- $\Phi = 1$ , apabila campuran *stoikiometri*

Pada semua proses pembakaran, diusahakan terjadi pembakaran sempurna.

Untuk memperoleh hal ini, ada empat syarat yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Bahan bakar menguap secara efisien
2. Digunakan cukup udara pembakaran
3. Terjadi campuran yang homogen antara bahan bakar dan udara
4. Suhu pembakaran cukup tinggi

Salah satu keuntungan dari proses pembakaran adalah dapat memperoleh energi yang cepat dengan adanya reaksi kimia pembakaran yang berlangsung sangat cepat.

Oleh karena itu peningkatan kecepatan reaksi pembakaran merupakan faktor penting di dalam pembakaran. Hal-hal yang dilakukan untuk meningkatkan kecepatan reaksi pembakaran :

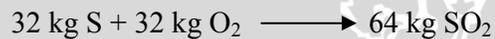
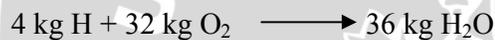
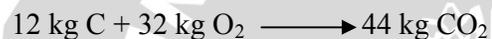
1. Membuat aliran turbulen untuk pengadukan bahan bakar dan udara
2. Merperluas daerah reaksi antara bahan bakar dan udara
3. Meningkatkan temperatur pembakaran

## 2.5.4 Udara pembakaran

### 2.5.4.1 Udara pembakaran teoritis

Dalam proses pembakaran diperlukan udara pembakaran yang tepat agar proses dapat berjalan secara sempurna. Kebutuhan udara teoritis untuk membakar C, H, S dan O dalam bahan bakar dapat dianalisa dengan pendinginan berat reaksi oksidasi dari komposisi kimia bahan bakarnya.

Reaksi :



maka kebutuhan udara untuk membakar tiap kg komposisi bahan bakar adalah :

$$G_{ud} = G_c + G_h + G_s - \frac{O}{0,231} \quad (\text{kg/ kgbb}) \quad (\text{Soedjito Ir, 1985 : 78}) \quad (2-7)$$

dimana  $G_c$ ,  $G_h$  dan  $G_s$  berturut – turut menyatakan kebutuhan udara tiap kg C, H dan S karena bahan bakar mengandung oksigen.

$$\begin{aligned} G_{ud} &= \frac{32xC}{12 \times 0,231} + \frac{32xH}{4 \times 0,231} + \frac{32xS}{32 \times 0,231} \\ &= 11,53 C + \frac{1}{0,231} + (OH - O) + \frac{S}{0,231} \\ &= 11,53 C + 34,56 (H-O/8) + 4,32 S \quad (\text{kg/ kg bb}) \quad (2-8) \end{aligned}$$

dimana : angka 0,231 menyatakan bahwa udara luar mengandung oksigen kurang lebih 23,1 % dan kurang lebih 76,9 % nitrogen dari bagian beratnya dan 21 %  $O_2$  serta 79%  $N_2$  dari bagian volumenya. Dalam keadaan standart (STP = 1 kg/cm<sup>2</sup> dan 1 °C) berat jenis udara = 1,293 kg/m<sup>3</sup>, maka volume udara ( $V_{ud}$ ) yang membutuhkan adalah :

$$V_{ud} = \frac{G_{ud}}{1,293} = 8,917 C + 26,729 (H-O/8) + 3,35 S \quad (\text{m}^3/\text{kg bb}) \quad (2-9)$$

### 2.5.4.2 Udara pembakaran aktual

Dalam kenyataanya pembakaran sempurna tidak dapat dihasilkan dari udara teoritis yang didapatkan dari perhitungan matematis dari reaksi kimia (*oksidasi*)

komposisi kimia bahan bakar. Suatu pembakaran yang sempurna dapat terjadi jika unsur-unsur yang terdapat dalam bahan bakar (karbon dan hidrogen) dapat bercampur secara sempurna dengan udara pembakaran. Pada pembakaran yang sebenarnya kebutuhan udara teoritis yang diberikan tidak akan cukup waktu untuk dapat bercampur secara sempurna dengan unsur-unsur yang ada dalam bahan bakar, karena proses pembakaran berlangsung dengan cepat. Akibatnya bahan bakar tidak bisa terbakar secara menyeluruh (ada sebagian unsur bahan bakar yang tidak terbakar).

Oleh karena itu diberikan faktor udara lebih (*excess air*) untuk menjamin agar pembakaran menjadi sempurna. Dengan adanya udara lebih, ketersediaan udara pembakaran untuk proses pencampuran dengan bahan bakar yang berlangsung cepat akan dapat terpenuhi, sehingga akan terjadi pembakaran yang sempurna karena terjadinya pencampuran yang sempurna antara bahan bakar dan udara pembakaran. Banyaknya *excess air* tergantung dari jenis dapur dan jenis bahan bakar yang dipakai (Kitto, John B. & Stultz, Steven C, 2005 : 4 – 10).

Secara matematis banyaknya *excess air* dapat ditulis sebagai berikut : (Soedjito Ir, 1985 : 78)

$$\alpha = \frac{Vud'}{Vud}$$

dimana :  $Vud'$  = banyaknya udara aktual / sebenarnya ( $m^3/kg$  bb)

$Vud$  = banyaknya udara teoritis ( $m^3/kg$  bb)

Dari penjelasan di atas, kebutuhan udara pembakaran aktual adalah jumlah dari kebutuhan udara teoritis dengan *excess air* atau secara rumusan :

$$Vud_{aktual} = Vud_{Teoritis} + \alpha \cdot Vud_{Teoritis}$$

Dalam proses pembakaran, udara pembakaran ini dapat dibagi menjadi menjadi 2 yaitu :

1. Udara primer

Udara primer adalah udara pembakaran yang diperlukan untuk “menge-gas” kan atau *ontgassing* dari karbon C dan unsur terbakar lainnya seperti hidrogen dan oksigen. Proses pembakarannya mula-mula bahan bakar padat tersebut akan membentuk gas-gas atau yang biasa disebut menge-gas (*ontgassing*) pada waktu berlangsung destilasi kering dan gas-gas tersebut akan terurai lebih lanjut menjadi CO dan H<sub>2</sub> yang selanjutnya akan terbakar. Selanjutnya arang atau kokas yang tertinggal (yang semua terdiri dari karbon C) akan menguap atau sublimasi terlebih dahulu dan kemudian akan terbakar menjadi CO. Dalam bahan bakar padat

biasanya udara primer ini dihembuskan dari bawah tempat terjadinya pembakaran (Djokosetyardjo, MJ., Ketel uap, 1993:30).

## 2. Udara sekunder

Udara sekunder adalah udara pembakaran yang digunakan untuk membakar gas-gas dari proses menge-gas (*ontgassing*) yang belum terbakar secara sempurna agar terbakar sempurna menjadi H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>. Udara sekunder biasanya dihembuskan dari atas bahan bakar padat.

### 2.5.5 Temperatur Pembakaran

Temperatur pembakaran adalah temperatur yang dihasilkan oleh produk dari reaksi suatu pembakaran dan semua panas yang dilepaskan digunakan sebagai panas produk. Untuk memperoleh temperatur maksimum, bahan bakar harus direaksikan dengan oksigen secara *stoikhiometris* dan reaksi pembakaran harus sempurna. Temperatur pembakaran dipengaruhi oleh jenis bahan bakar, besarnya udara atau banyaknya oksigen, media tempat membakarnya dan jenis pembakarannya.

### 2.5.6 Kadar Abu

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

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat residu}}{\text{Berat sampel bahan bakar}} \times 100\% \quad (\text{Sukandarrumidi, 2006 : 72}) \quad (2-10)$$

### 2.5.7 Laju pembakaran

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

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa awal bahan bakar} - \text{Massa akhir bahan bakar}}{\text{Waktu pembakaran}} \quad (\text{Hudaya, 1981}) \quad (2-11)$$

### 2.5.8 Nilai kalor

Nilai kalor pembakaran adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan berat bahan bakar ketika terjadi pembakara sempurna dalam keadaan *steady-flow* (Cengel, 2002). Nilai kalor pebakaran diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu nilai kalor pembakaran tinggi (*High Heating Value* atau HHV) dan nilai kalor pembakaran rendah (*Low Heating Value* atau LHV).

Nilai Kalor pembakaran tinggi (HHV) adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan bahan bakar tanpa memperhitungkan jumlah kalor yang dikeluarkan akibat

terbentuknya uap air ( $H_2O$ ). sedangkan Nilai Kalor bawah (LHV) adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan massa bahan bakar dengan memperhitungkan kerugian panas akibat terbentuknya uap air ( $H_2O$ ).

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

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

$$HHV = 14544C + 62028\left(H - \frac{O}{8}\right) + 4050S \text{ Btu/lb} \quad (\text{Wardana, 2008 : 32}) \quad (2-12)$$

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

$$LHV = HHV - xLH \text{ panas laten dari uap air} \quad (\text{Wardana, 2008 : 32}) \quad (2-13)$$

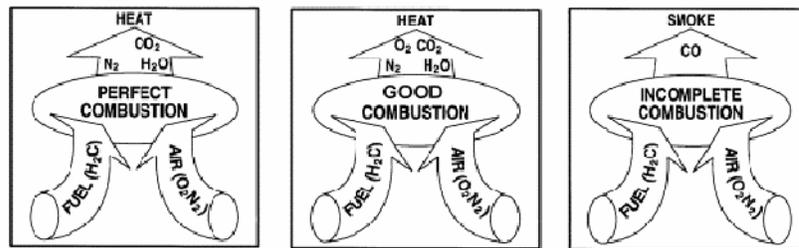
Dimana:

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

$$\begin{aligned} LH &= \text{panas laten penguapan } H_2O \\ &= 1080 \text{ (Btu / lb } H_2O) \\ &= 600 \text{ (kkal / Kg } H_2O) \\ &= 2400 \text{ (kJ / Kg } H_2O) \end{aligned}$$

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

### 2.5.9 Emisi gas CO



Gambar 2.7 :Pembakaran sempurna, baik, dan tidak sempurna.  
Sumber : <http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran>

Pada gambar pembakaran di atas terlihat bahwa jika proses pembakaran berlangsung tidak sempurna maka akan dihasilkan gas CO. Pada proses pembakaran yang sempurna seluruh bahan bakar akan teroksidasi.

Gas CO mempunyai efek yang tidak baik bagi kesehatan yaitu: apabila gas tersebut terhisap melalui pernafasan, maka gas CO tersebut dapat bereaksi dengan hemoglobin dalam darah, sehingga menghambat transfer oksigen yang membahayakan kesehatan manusia.

Campuran yang terlalu kaya bahan bakar atau miskin udara akan membuat pembakaran menjadi tidak sempurna dan akan menghasilkan sejumlah gas yang tidak diinginkan seperti CO pada gas buangnya dan menyebabkan kerugian panas yang cukup tinggi. Sehingga kebanyakan dari suatu proses pembakaran harus ditambahkan sejumlah udara pembakaran lagi jika kondisi pembakaran tersebut masih kaya akan bahan bakar ,agar semua bahan bakar dapat bereaksi secara sempurna dengan udara.

### 2.6 Tungku Biomassa Tipe *Inverted Downdraft Gasifier*

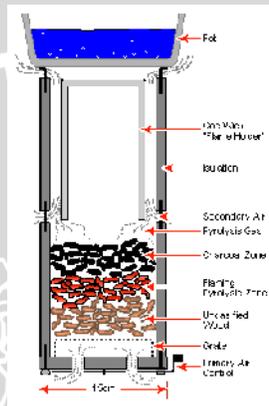
Tungku biomassa tipe *inverted downdraft gasifier* awal mulanya dikembangkan oleh T. B. Reed dan Ronal Larson (Reed, 1966). Tungku ini memakai prinsip untuk menghasilkan gas yang mudah terbakar yang digunakan untuk pembakaran pada tungku. Tungku ini mempunyai sistem pembakaran *closed-coupled* dimana gas hasil *gasifikasi* tidak disimpan untuk penggunaan lebih lanjut, akan tetapi langsung dibakar (Anderson, 2004). Pada tungku type *inverted downdraft* terdapat beberapa bagian-bagian dan zona pembakaran bahan bakar. Tungku *inverted downdraft gasifier* terdiri dua bagian, yakni *gasifier* dan *gas burner*.

*Gasifier* digunakan untuk menghasilkan yang mudah terbakar yakni CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub> dan gas-gas lain dari proses gasifikasi bahan bakar biomassa. *Gas burner* digunakan

untuk membakar gas yang dihasilkan oleh *gasifier* dengan cara mencampur gas dengan udara sekunder.

Zona pembakaran bahan bakar pada tungku type *inverted downdraft gasifier* terdiri dari tiga zona (Gambar 2.8), yaitu :

1. *Charcoal Zone* : Zona terbentuknya arang.
2. *Flaming pyrolysis gas* : zona nyala api dari bahan bakar di mana terjadi proses pemisahan uap air, cairan organik, dan gas dari bahan bakar menjadi arang.
3. *Ungasified* : zona terbawah dimana bahan bakar belum tergasifikasi



Gambar 2.8 Tungku type *inverted downdraft gasifier*.  
Sumber : T.B. Reed (1996)

## 2.7 Hipotesa

Dengan penambahan debit udara memberikan pasokan oksigen dan semakin banyak persentase pengikat *molasses* menyebabkan nilai kalor meningkat, sehingga dapat mempengaruhi karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini ada 3 macam, yaitu :

#### 1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variable bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain, besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya diubah-ubah dengan metode tertentu untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga diperoleh hubungan diantara keduanya. Dalam penelitian ini variable bebasnya adalah variasi debit udara dalam  $\text{m}^3/\text{s}$  dengan menggunakan blower yaitu  $7.235 \cdot 10^{-4}$ ;  $1.085 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.45 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.81 \cdot 10^{-3}$ ;  $2.17 \cdot 10^{-3}$ .

#### 2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari nilai variabel bebasnya. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah : Karakteristik pembakaran yang meliputi laju pembakaran ( $\text{gr}/\text{menit}$ ), kadar gas CO (ppm), dan temperatur pembakaran ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dikonstantkan pada waktu penelitian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah : persentase *molasses* (tetes tebu) dalam persentase massa (%) : 4; 8; 12.

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

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

1. Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk menguji nilai kalor, temperatur pembakaran, laju pembakaran, kadar CO dan kadar abu.

2. Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan pengepresan briket.
3. Laboratorium Proses Produksi III, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan *meshing* dan pengujian permeabilitas.

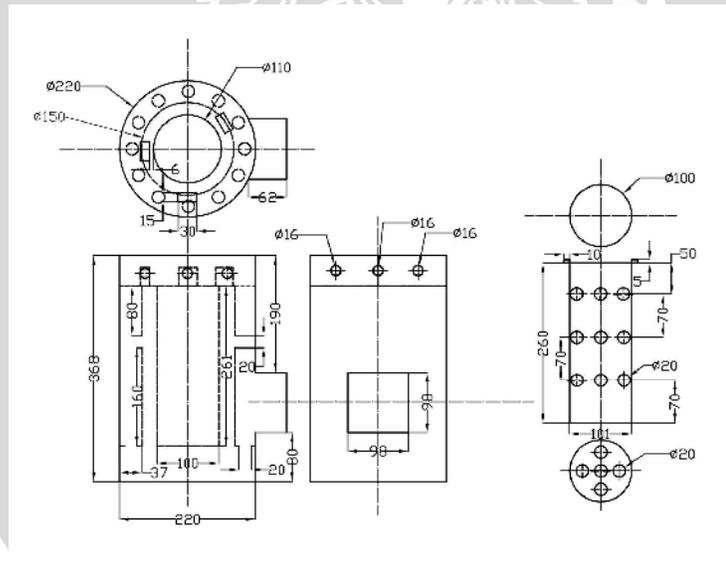
### 3.4 Alat - Alat Penelitian

#### 3.4.1 Alat Utama

1. Tungku tipe *inverted downdraft gasifier*



Gambar 3.1 Tungku *inverted downdraft gasifier*.  
Sumber : BALITAS



Gambar 3.2 Ukuran dimensi tungku *inverted downdraft gasifier*.

Keterangan:  
Ukuran dalam mm

2. Blower

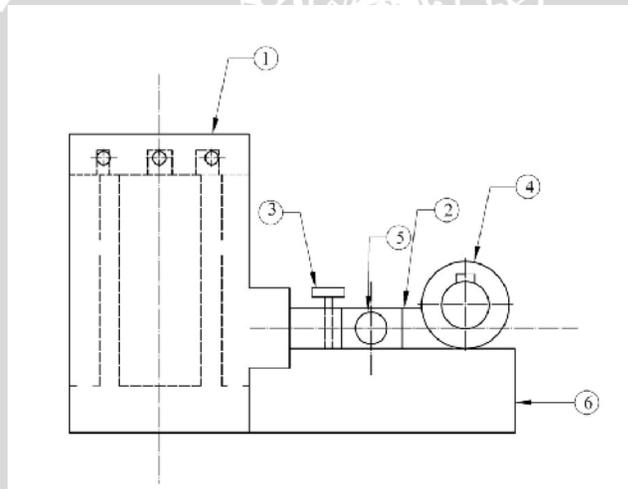
Digunakan untuk menyuplai udara pembakaran.



Gambar 3.3 Blower.

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Instalasi dan alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Susunan instalasi penelitian.

Keterangan gambar :

1. Tungku pembakaran

6. Penyangga

2. Saluran udara pembakaran

3. Katub pengatur debit udara pembakaran

4. Blower

5. Saluran *by pas*

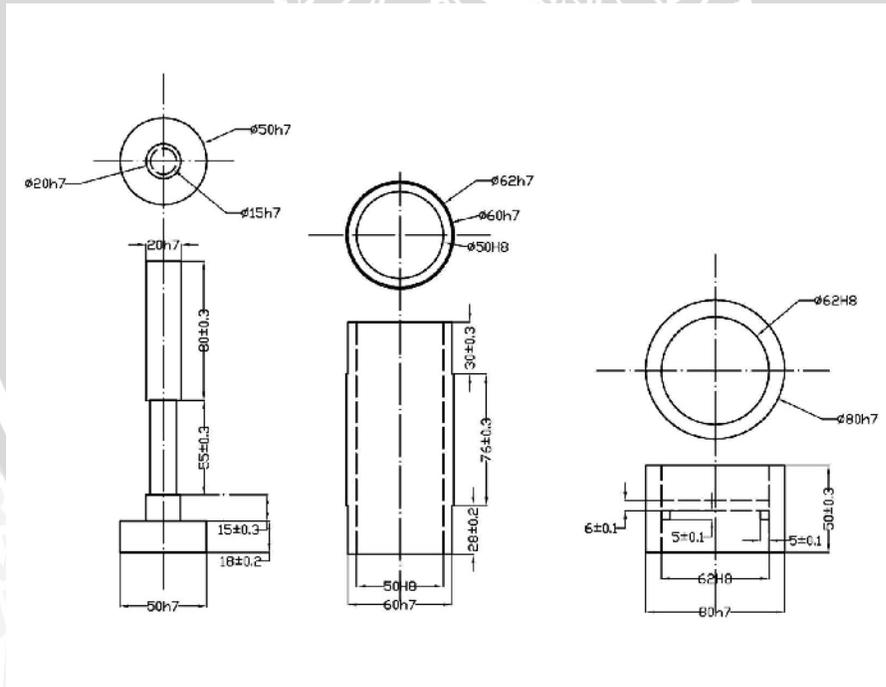
### 3.4.2 Peralatan Bantu

#### 1. Cetakan

Cetakan ini digunakan untuk membuat serbuk kulit kacang tanah dan tetes tebu (*molasses*) menjadi briket. Pada penelitian ini menggunakan cetakan briket yang berbentuk silinder, cetakan bahan dari baja, seperti terlihat pada gambar 3.5 dibawah ini dan memiliki dimensi seperti gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3.5 Cetakan briket.



Gambar 3.6 Ukuran dimensi cetakan briket.

Keterangan :

Ukuran pada gambar dalam mm

## 2. Alat Press Hidrolik

Alat press ini digunakan dalam proses pembuatan briket, alat ini terdapat di Laboratorium Proses Produksi I Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Serbuk kulit kacang tanah dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian ditekan menggunakan alat seperti terlihat pada gambar 3.7 dibawah ini, sehingga dihasilkan briket kulit kacang dalam bentuk padat. Spesifikasi dari alat press yang digunakan dalam pembuatan briket kulit kacang tanah:



Gambar 3.7 Alat pres hidrolik.

Sumber : Laboratorium Proses Produksi I Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

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

## 3. Timbangan Digital

Timbangan pada gambar 3.8 dibawah ini digunakan untuk mengukur berat dari bahan yang digunakan dalam pembuatan briket kulit kacang tanah yang terdiri dari kulit kacang tanah dan tetes tebu. Serta digunakan untuk menimbang berat briket yang telah dibakar untuk diketahui pengurangan massanya dan berat abu briket setelah dibakar. Berikut gambar dan spesifikasi dari timbangan digital yang digunakan:



Gambar 3.8 Timbangan digital.

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

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

#### 4. *Adiabatik Kalorimeter*

Alat-alat pada gambar diawah ini digunakan untuk menguji nilai kalor dari komposisi briket kulit kacang tanah yang dihasilkan, nilai kalor yang diuji dalam HHV. Berikut gambar dan spesifikasi dari *adiabatic calorimeter* yang digunakan:



Gambar 3.9 *Adiabtic kalorimeter.*

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

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

#### 5. *Anemometer*

Digunakan untuk mengukur kecepatan udara masuk yang dihembuskan blower.



Gambar 3.10 *Anemometer*.

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

**6. Stop watch**

Digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk proses pembakaran.



Gambar 3.11 *Stopwatch*.

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

**7. CO meter**

Digunakan untuk mengukur kadar gas CO dari hasil pembakaran



Gambar 3.12 *CO meter*.

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : Krisbow

Tipe : KW06-292

**8. Infrared termometer**

Digunakan untuk mengukur temperatur dari pembakaran briket kulit kacang tanah



Gambar 3.13 *Infrared termometer.*

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : Krisbow  
Tipe : KW06-304

#### 9. Mesin Pengayak *Rotab*

Mesin pengayak *Rotab* yang ditunjukkan pada gambar 3.14 digunakan untuk memisahkan serbuk arang sesuai *meshing* yang diinginkan dari kulit kacang tanah setelah proses penggilingan arang. Pada penelitian untuk mendapatkan serbuk arang 40-60 mesh (0.4 mm – 0.25 mm)



Gambar 3.14 Mesin ayak *Rotab.*

Sumber : Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merek : Retsh  
Tipe : VS 1  
*Voltage* : 220 V  
Daya : 430 W  
Buatan : Jerman Barat

#### 10. *Permeability meter*

Digunakan untuk mengetahui berapa permeabilitas dari briket kulit kacang tanah.

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Briket Kulit Kacang Tanah

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

1. Proses Pengarangan atau Karbonisasi
  - a. Kulit kacang tanah dicuci bersih sehingga terbebas dari debu, tanah dan zat pengotor lainnya. Kulit kacang yang sudah dicuci ini dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari kurang lebih selama 12 jam untuk memastikan bahwa kulit kacang tanah sudah benar-benar kering.
  - b. Kulit kacang yang telah bersih dan kering kemudian dimasukkan ke dalam drum untuk dilakukan proses karbonisasi atau pengarangan. Dimana drum tersebut sudah terlebih dahulu diberi lubang-lubang kecil berdiameter 5 mm pada bagian dasar agar ada udara yang masuk serta api dapat membakar kulit kacang.
  - c. Setelah bahan baku kulit kacang dimasukkan kurang lebih  $\frac{3}{4}$  dari volume drum. Drum dinaikkan ke atas tatakan batu bata setinggi  $\pm$  5-10 cm, pada 3 lokasi titik. Selanjutnya, di bawah tungku kemudian di beri potongan kayu bakar atau serutan kayu yang kering sebagai umpan yang telah diberi sedikit minyak tanah. Setelah api dinyalakan, tunggu sampai nyala bara api merembet ke dalam tungku melalui lubang udara, sehingga bahan baku kulit kacang tanah yang terdapat di dalam tungku dapat terbakar.
  - d. Kita tunggu kurang lebih 15 menit hingga terlihat asap putih mengepul dari atas drum. Hal ini menandakan proses pengarangan telah dimulai.
  - e. Setelah proses pembakaran di dalam tungku drum sudah berjalan antara 1 sampai 2 jam, dengan indikasi asap putih dari atas drum sudah tidak terlihat maka pengarangan di dalam drum telah selesai, segera dinginkan dengan cara menutup lubang-lubang masuknya udara yang terdapat pada drum agar udara terbatas dan menghentikan proses pembakaran.
  - f. Setelah drum dingin, hasil pengarangan dituang ke permukaan yang telah di siapkan.
2. Pencampuran dengan Bahan Perekat
  - a. Siapkan tetes tebu (*molasses*), kemudian timbang seberat 2 gr; 4 gr; 6 gr.
  - b. Kemudian mencampur arang kacang tanah dengan tetes tebu (*molasses*), dengan berat yang telah ditetapkan yaitu adalah: 4%; 8%; 12%.

3. Bahan baku arang kulit kacang tanah yang telah dicampur dengan perekat kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, masing-masing campuran tadi lalu dikempa dengan tekanan pengempaan sebesar 50 kgf/cm<sup>2</sup>.
4. Briket yang telah terbentuk lalu dikeringkan selama kurang lebih 4 jam pada sinar matahari yang terik. Setelah kering briket siap digunakan sebagai bahan bakar.

### 3.5.2 Pengujian Kadar Abu

1. Briket kulit kacang tanah yang telah dibuat ditimbang dan dimasukkan ke dalam tungku *inverted downdraft gasifier* untuk dibakar.
2. Dilakukan penyalaan terhadap briket kulit kacang tanah sampai nyala api dalam keadaan stabil.
3. Blower dinyalakan
4. Setelah proses pembakaran selesai bahan bakar ditimbang kembali untuk memperoleh nilai massa bahan bakar akhir.
5. Dilakukan perhitungan sesuai rumus :

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

6. Dari perhitungan di atas dapat diperoleh nilai kecepatan pembakaran dalam %

### 3.5.3 Pengujian Laju Pembakaran

Untuk menguji laju pembakaran dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Briket kulit kacang tanah yang telah dibuat ditimbang dan dimasukkan ke dalam tungku *inverted downdraft gasifier* untuk dibakar.
2. Dilakukan penyalaan terhadap briket kulit kacang tanah sampai nyala api dalam keadaan stabil.
3. Blower dinyalakan, kemudian katup dibuka untuk menentukan debit udara yang diinginkan.
4. Setelah Proses pembakaran selesai bahan bakar ditimbang kembali untuk memperoleh nilai massa bahan bakar akhir.
5. Dilakukan perhitungan sesuai rumus :

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

6. Dari perhitungan di atas dapat diperoleh nilai laju pembakaran dalam gram/menit.

### 3.5.4 Pengujian Emisi Gas CO

Untuk menguji emisi gas CO dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Briket yang telah dibuat dimasukkan ke dalam tungku *inverted downdraft gasifier*.
2. Dilakukan penyalaaan terhadap briket kulit kacang tanah sampai nyala api dalam keadaan stabil.
3. Blower dinyalakan, kemudian katup dibuka untuk menentukan debit udara yang diinginkan.
4. Dilakukan pengukuran emisi gas CO menggunakan CO meter
5. Dari alat CO meter didapatkan emisi gas CO dalam ppm
6. Pencatatan emisi gas CO setiap 5 menit sekali selama 100 menit kemudian di rata-rata.

### 3.5.5 Pengujian Temperatur Pembakaran

Untuk menguji temperatur pembakaran dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Briket yang telah dibuat dimasukkan ke dalam tungku *inverted downdraft gasifier*.
2. Dilakukan penyalaaan terhadap briket kulit kacang tanah sampai nyala api dalam keadaan stabil.
3. Blower dinyalakan, kemudian katup dibuka untuk menentukan debit udara yang diinginkan.
4. Temperatur pembakaran mulai diambil setelah nyala api dianggap stabil menggunakan termometer infrared.
5. Pencatatan temperatur pembakaran dilakukan setiap 5 menit sekali selama 100 menit kemudian dirata-rata.
6. Dari hasil pengukuran diambil temperatur pembakaran rata-rata dalam °C.

### 3.6 Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh hubungan antara vaiabel debit udara terhadap karakteristik pembakaran yang meliputi temperatur pembakaran, laju pembakaran, dan emisi gas CO dengan berbagai persentase pengikat *molasses*, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah terlebih dahulu merencanakan model rancangan penelitian (*experimental design*) agar hasil atau data yang diperoleh berguna untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Rancangan penelitian ini merupakan cara untuk menentukan keberhasilan suatu penelitian dan juga menentukan analisa yang tepat, sehingga didapat suatu analisa dan kesimpulan yang tepat.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode acak lengkap dengan satu faktor untuk kadar abu yaitu variasi penambahan pengikat tetes tebu dan dua faktor untuk laju pembakaran, emisi gas CO, dan temperatur pembakaran yaitu variasi debit udara pembakaran dan variasi penambahan pengikat tetes tebu.

Hasil pengukuran dan pengambilan data dari masing-masing pengujian kadar abu, laju pembakaran, emisi gas CO, dan temperatur pembakaran dapat dilihat pada tabel 3.1; 3.2; 3.3; 3.4 di bawah ini:

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Untuk Kadar Abu Pada Briket Kulit Kacang Tanah

Persentase Pengikat <i>Molasses</i> (%)	Kadar Abu (%)
4	
8	
12	

Tabel 3.2 Rancangan Penelitian Untuk Laju Pembakaran Pada Briket Kulit Kacang Tanah

Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)	gr/menit		
	Persentase Perikat <i>Molasses</i> (%)		
	4	8	12
7.235 10 <sup>-4</sup>			
1.085 10 <sup>-3</sup>			
1.45 10 <sup>-3</sup>			
1.81 10 <sup>-3</sup>			
2.17 10 <sup>-3</sup>			

Tabel 3.3 Rancangan Penelitian Untuk Kadar Gas CO Pada Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah

Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)	ppm		
	Persentase Perekat <i>Molasses</i> (%)		
	4	8	12
7.235 10 <sup>-4</sup>			
1.085 10 <sup>-3</sup>			
1.45 10 <sup>-3</sup>			
1.81 10 <sup>-3</sup>			
2.17 10 <sup>-3</sup>			

Tabel 3.4 Rancangan Penelitian Untuk Temperatur Pembakaran Pada Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah

Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)	C°		
	Persentase perekat <i>Molasses</i> (%)		
	4	8	12
7.235 10 <sup>-4</sup>			
1.085 10 <sup>-3</sup>			
1.45 10 <sup>-3</sup>			
1.81 10 <sup>-3</sup>			
2.17 10 <sup>-3</sup>			

### 3.7 Analisis Statistik

#### 3.7.1 Analisa Varian Dua Arah

Untuk mengolah data yang telah diperoleh dipergunakan analisis varian dua arah. Dengan analisis varian dua arah akan diketahui ada tidaknya pengaruh dari variasi debit udara (faktor A) dan pengaruh persentase pengikat *molasses* (faktor B) serta pengaruh interaksi keduanya (faktor AB) terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

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

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

dengan:

$Y_{ijk}$  : nilai setiap pengamatan

$\mu$  : nilai rata-rata dari seluruh pengamatan

$\alpha_i$  : pengaruh faktor debit udara ke  $i$

$\beta_j$  : pengaruh faktor persentase pengikat *molasses* ke  $j$

$(\alpha\beta)_{ij}$  : pengaruh interaksi faktor debit udara ke  $i$  dan faktor persentase pengikat *molasses* ke  $j$

$\varepsilon_{ijk}$  : simpangan pengamatan

Yang akan diuji dari pengamatan ini adalah:

1.  $\alpha$  : pengaruh (efek) dari faktor debit udara
2.  $\beta$  : pengaruh (efek) dari faktor persentase pengikat *molasses*
3.  $\alpha\beta$  : pengaruh interaksi dari faktor debit udara dan faktor persentase pengikat *molasses* Adapun hipotesis yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

1.  $H_0^1: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$  (tidak ada pengaruh debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)

$H_1^1$ : paling sedikit satu  $\alpha_i \neq 0$  (ada pengaruh debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)

2.  $H_0^2: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$  (tidak ada pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)

$H_1^2$  : paling sedikit satu  $\beta_j \neq 0$  (ada pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)

3.  $H_0^3: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$  (tidak ada pengaruh debit udara dan persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah )

$H_1^3$  : paling sedikit satu  $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$  (ada pengaruh debit udara dan persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah)

Tabel 3.5 Rancangan Pengamatan Model Dua Arah Dengan Pengulangan

Faktor		Persentase pengikat <i>molasses</i>					S baris	Rata-rata
		B <sub>1</sub>	...	B <sub>j</sub>	...	B <sub>c</sub>		
Debit udara (m <sup>3</sup> /s)	A <sub>1</sub>	X <sub>111</sub>		X <sub>1j1</sub>		X <sub>1c1</sub>	T <sub>1.</sub>	$\bar{X}$
		X <sub>112</sub>		X <sub>1j2</sub>		X <sub>1c2</sub>		
		...		...		...		
		X <sub>11t</sub>		X <sub>1jt</sub>		X <sub>1ct</sub>		
	A <sub>i</sub>	X <sub>i11</sub>		X <sub>ij1</sub>		X <sub>ict</sub>	T <sub>i.</sub>	$\bar{X}$
		X <sub>i12</sub>		X <sub>ij2</sub>		X <sub>ic2</sub>		
		...		...		...		
		X <sub>i1t</sub>		X <sub>ijt</sub>		X <sub>ict</sub>		
	A <sub>r</sub>	X <sub>r11</sub>		X <sub>rj1</sub>		X <sub>rc1</sub>	T <sub>r..</sub>	$\bar{X}$
		X <sub>r12</sub>		X <sub>rj2</sub>		X <sub>rc2</sub>		
		...		...		...		
X <sub>r1t</sub>			X <sub>rjt</sub>		X <sub>ret</sub>			
S kolom	T <sub>.1.</sub>		T <sub>.j.</sub>		T <sub>.c.</sub>	T <sub>...</sub>		
Rata-rata	$\bar{X}$		$\bar{X}$		$\bar{X}$		$\bar{X}$	

Sumber : Slamet Wahyudi, 2006 : 96

Dalam perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Jumlah kuadrat total (JKT)

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

2. Jumlah kuadrat faktor A (JKA)

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

3. Jumlah kuadrat faktor B (JKB)

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

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

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

5. Jumlah kuadrat galat (JKG)

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

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

1. Kuadrat tengah faktor A (KTA)

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

2. Kuadrat tengah faktor B (KTB)

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

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

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

4. Kuadrat tengah galat (KTG)

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

Untuk menguji ketiga hipotesis diatas kita mencari harga  $F_{hitung}$  masing-masing sumber keragaman (faktor debit udara, faktor persentase pengikat *molasses* dan interaksi faktor debit udara dan variasi persentase pengikat *molasses*). Kemudian

hasilnya dibandingkan dengan  $F_{\text{tabel}}$  pada derajat bebas dengan nilai  $\alpha$  tertentu. Nilai  $F_{\text{hitung}}$  dari masing-masing sumber keragaman adalah sebagai berikut:

1.  $F_{\text{hitung}}$  dari faktor debit udara

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

2.  $F_{\text{hitung}}$  dari faktor variasi persentase pengikat *molasses*

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

3.  $F_{\text{hitung}}$  dari interaksi faktor debit udara dan variasi persentase pengikat *molasses*

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

Tabel 3.6 Analisis Varian

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

Sumber: Slamet Wahyudi, 2006 : 98

Kesimpulan yang diperoleh:

1. Bila  $FA_{\text{hitung}} > FA_{\text{tabel}}$  maka  $H_0^1$  ditolak dan  $H_1^1$  diterima, ini menyatakan bahwa variasi debit udara berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.
2. Bila  $FB_{\text{hitung}} > FB_{\text{tabel}}$  maka  $H_0^2$  ditolak dan  $H_1^2$  diterima, ini menyatakan bahwa variasi persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.
3. Bila  $FAB_{\text{hitung}} > FAB_{\text{tabel}}$ , maka  $H_0^3$  ditolak dan  $H_1^3$  diterima, ini menyatakan bahwa debit udara dan persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah.

### 3.7.2 Analisa Varian Satu Arah

Dari analisa varian satu arah ini akan diketahui ada tidaknya pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap kadar abu dari hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.

Pengamatan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 3.7 Tabel Pengamatan Data

Pengujian kadar abu	Persentase pengikat <i>molasses</i>		
	4%	8%	12%
1	$x_{11}$	$x_{21}$	$x_{31}$
2	$x_{12}$	$x_{22}$	$x_{32}$
<b>Jumlah</b>	$T_1$	$T_2$	$T_3$
<b>Rata-rata</b>	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$

Berdasarkan pada tabel:

- Jumlah seluruh perlakuan =  $\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}$
- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan =  $\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2$
- Faktor Koreksi ( $fk$ )

$$fk = \frac{T_{..}^2}{nk}$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{nk}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^k T_i^2}{n} - \frac{T_{..}^2}{nk}$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

Setelah dilakukan perhitungan data, kemudian hasil perhitungan tersebut ditabelkan seperti pada Tabel 3.8 dibawah ini.

Tabel 3.8 Analisis Ragam Klasifikasi Satu-Arah Debit Udara dan Persentase Pengikat *Molasses*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rata-rata	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Perlakuan	k-1	JKP	$s_1^2 = \frac{JKP}{k-1}$	$\frac{s_1^2}{s_2^2}$	F( $\alpha, k, db$ )
Galat	k(n-1)	JKG	$s_2^2 = \frac{JKG}{k(n-1)}$		
Total	nk-1	JKT			

Pengujian ada tidaknya pengaruh perlakuan adalah dengan membandingkan antara  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$

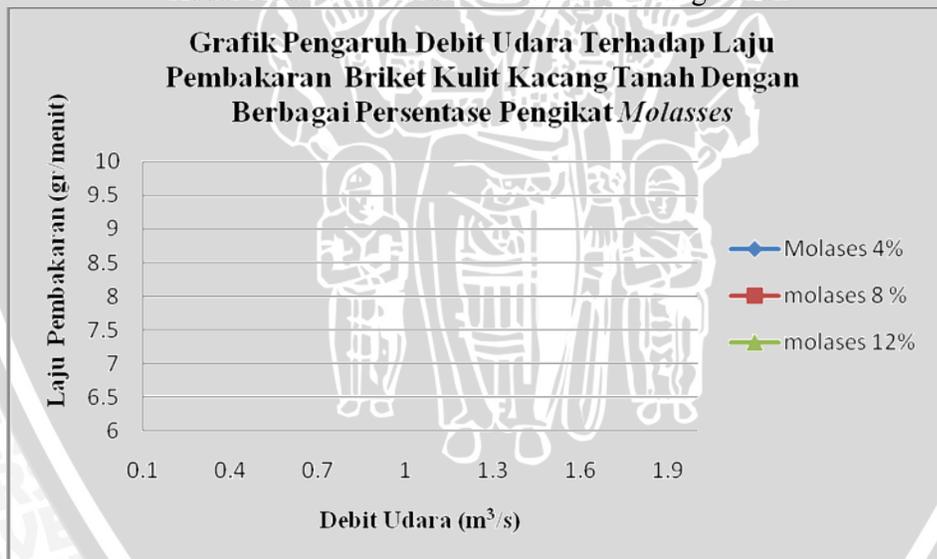
1. Jika  $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$  berarti  $H_0$  ditolak, menyatakan bahwa ada pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap kadar abu dari hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.
2. Jika  $F_{hitung} < F(\alpha, k, db)$  berarti  $H_0$  diterima, menyatakan bahwa tidak ada pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap kadar abu dari hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.

### 3.8 Rancangan Grafik

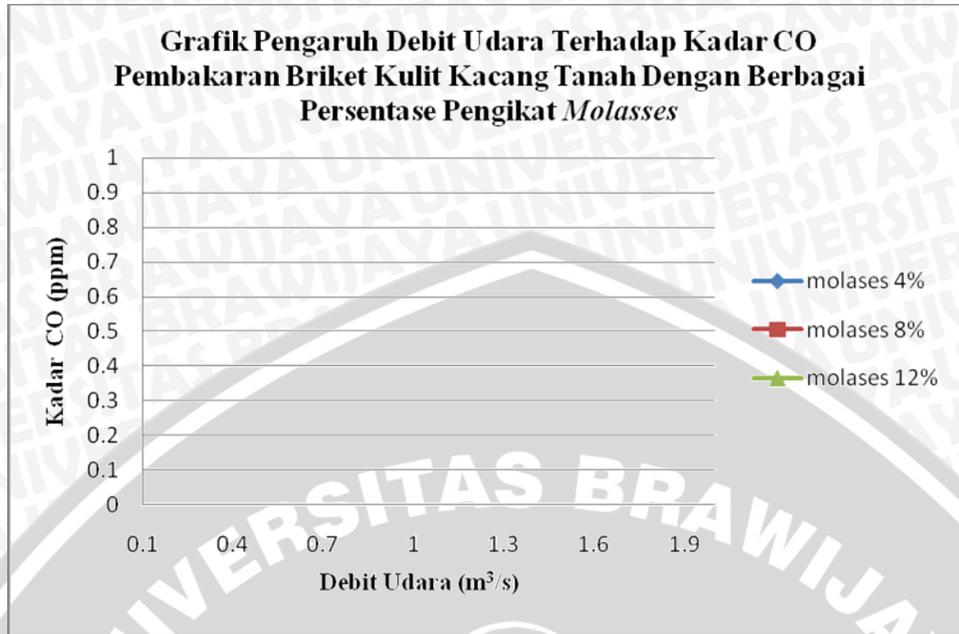
Dalam penelitian ini, data yang diperoleh diolah kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga mempermudah dalam mengamati pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Adapun rencana grafik yang akan dibuat dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



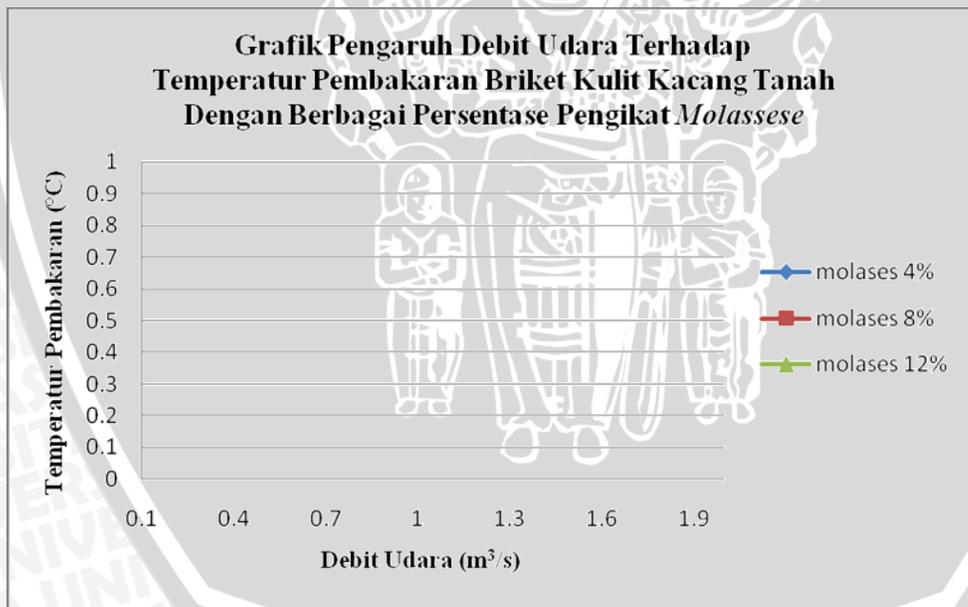
Gambar 3.15 Rancangan Grafik Pengaruh Persentase Pengikat *Molasses* Terhadap Kadar Abu Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah



Gambar 3.16 Rancangan Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Laju Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat *Molasses*.

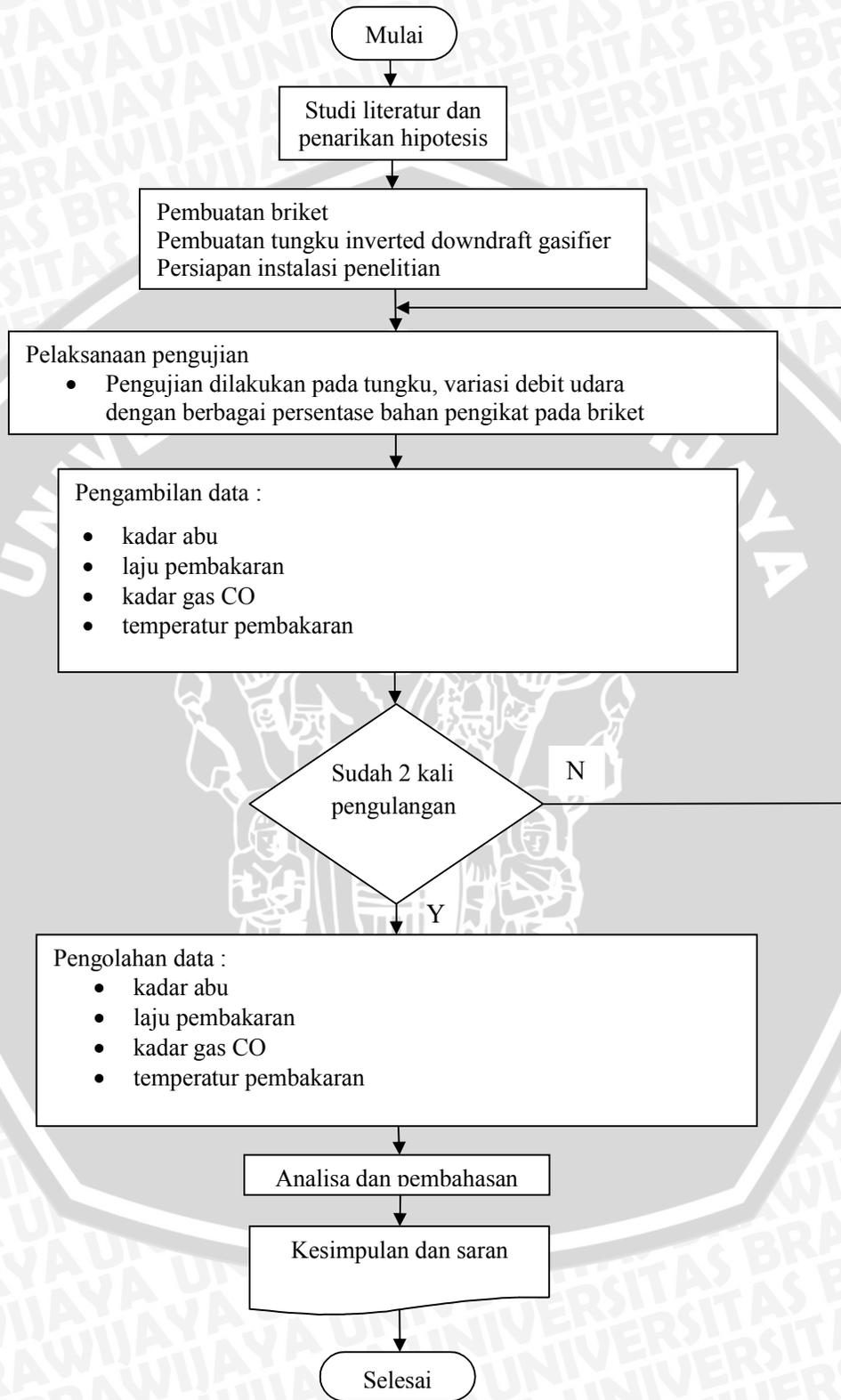


Gambar 3.17 Rancangan Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat Molasses.



Gambar 3.18 Rancangan Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat Molasses.

### 3.9 Diagram Alir Penelitian



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Pengujian

#### 1. Laju Pembakaran

Laju pembakaran dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

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

Berikut contoh perhitungan laju pembakaran pada debit udara  $7.235 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  dengan variasi persentase *Molasses* perekat 4%.

Massa awal bahan bakar : 50 gram

Massa akhir bahan bakar : 0 gram

Waktu Pembakaran : 210 menit 8 detik

$$\begin{aligned} \text{Maka Laju Pembakaran} &= \frac{50}{210,08} \\ &= 0.238 \text{ gram /menit} \end{aligned}$$

Setelah itu dari hasil perhitungan laju pembakaran dimasukkan kedalam tabel 4.1

#### 2. Kadar Abu

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

Berikut contoh perhitungan kadar abu :

Berat Residu : 6.735 gram

Berat Sampel Bahan bakar: 50 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar Abu} &= \frac{6.735}{50} \times 100\% \\ &= 13.2 \% \end{aligned}$$

Setelah itu data hasil perhitungan kadar abu dimasukkan dalam tabel 4.2

### 4.2 Data Hasil Perhitungan

Data hasil penelitian pengaruh debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*. Diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan Laju Pembakaran

Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)	gr/menit		
	Persentase Perekat <i>Molasses</i> (%)		
	4	8	12
7.235 10 <sup>-4</sup>	0.238	0.229	0.217
	0.24	0.23	0.22
1.085 10 <sup>-3</sup>	0.244	0.241	0.23
	0.243	0.242	0.235
1.45 10 <sup>-3</sup>	0.269	0.251	0.249
	0.267	0.253	0.25
1.81 10 <sup>-3</sup>	0.271	0.253	0.256
	0.275	0.255	0.255
2.17 10 <sup>-3</sup>	0.276	0.262	0.257
	0.28	0.267	0.256

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah

Persentase Pengikat <i>Molasses</i> (%)	Kadar Abu (%)
4%	13.49
	13.25
8%	17.05
	16.8
12%	17.64
	17.43

Tabel 4.3 Data Nilai Kalor Kulit Kacang Tanah dan *Molasses* Dalam HHV

Jenis Bahan	Nilai Kalor (kalori/gram)
Kulit kacang setelah diarangkan	4718.582
<i>Molasses</i>	4770.837

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Permeabilitas Briket Kulit Kacang Tanah dengan Berbagai Persentase *Molasses*

Tekanan Pengepresan	Persentase <i>Molasses</i> (%)	Permeabilitas (ml/cm <sup>2</sup> menit)
15 kgf/cm <sup>2</sup>	4	7.2
	8	3.4
	12	0.4
50 kgf/cm <sup>2</sup>	4	5.3
	8	0
	12	0

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah

Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)	C°		
	Persentase Perekat <i>Molasses</i> (%)		
	4	8	12
7.235 10 <sup>-4</sup>	480	520	536
	482	522	537
1.085 10 <sup>-3</sup>	538	529	551
	539	530	553
1.45 10 <sup>-3</sup>	578	602	606
	580	604	607
1.81 10 <sup>-3</sup>	597	609	615
	599	610	617
2.17 10 <sup>-3</sup>	601	623	630
	602	625	632

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah

Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)	ppm		
	Persentase Perekat <i>Molasses</i> (%)		
	4	8	12
7.235 10 <sup>-4</sup>	449	504	560
	450	505	562
1.085 10 <sup>-3</sup>	242	433	437
	243	435	438
1.45 10 <sup>-3</sup>	240	397	426
	241	398	428
1.81 10 <sup>-3</sup>	229	347	365
	228	344	366
2.17 10 <sup>-3</sup>	135	207	351
	137	209	348

### 4.3 Analisis Statistik

Uji kelayakan data

Dari hasil perhitungan KR dari seluruh data didapatkan nilai KR dibawah 5%, berikut adalah contoh perhitungan KR. Diambil contoh pada data laju pembakaran pada debit 7.235 10<sup>-4</sup> dan *molasses* 4 %

- Data rata-rata

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{0.478}{2} \\ &= 0.239 \end{aligned}$$

- Standar Deviasi

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.000002}{2 - 1}} \\ &= 0.001414 \end{aligned}$$

- KR (%)

$$\begin{aligned} KR &= \frac{\delta}{x} \times 100\% \\ &= \frac{0.001414}{0.239} \times 100\% \\ &= 0.59\% \end{aligned}$$

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

#### 4.3.1 Analisis Varian

Hasil pengolahan data pengujian pengaruh debit udara terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai pengikat *molasses* kemudian dilakukan analisis statistik dengan menggunakan analisis varian dua arah. Dengan analisa varian dua arah akan diketahui ada tidaknya pengaruh debit udara, persentase pengikat *molasses* dan interaksi keduanya terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah. Hipotesis yang digunakan dalam analisis statistik ini adalah:

- I.  $H_0^1: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$  (tidak ada pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran)
  - $H_1^1$ : paling sedikit satu  $\alpha_i \neq 0$  (ada pengaruh variasi debit udara terhadap karakteristik pembakaran)
- II.  $H_0^2: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$  (tidak ada pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran)
  - $H_1^2$ : paling sedikit satu  $\beta_j \neq 0$  (ada pengaruh pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran)
- III.  $H_0^3: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$  (tidak ada pengaruh variasi variasi debit udara dan persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran)
  - $H_1^3$ : paling sedikit satu  $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$  (ada pengaruh variasi debit udara dan persentase pengikat *molasses* terhadap karakteristik pembakaran)

### 4.3.1.1 Analisis Varian Dua Arah Laju Pembakaran

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh debit udara, persentase pengikat *molasses* dan interaksi keduanya terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah.

Tabel 4.7 Laju Pembakaran

Variabel		Persentase Pengikat <i>Molasses</i> (%)			Σ	
		4	8	12		
Debit udara (m <sup>3</sup> /s)	7.235 10 <sup>-4</sup>	0.238	0.229	0.217	1.374	
		0.24	0.23	0.22		
	1.085 10 <sup>-3</sup>	0.244	0.241	0.23	1.435	
		0.243	0.242	0.235		
	1.45 10 <sup>-3</sup>	0.269	0.251	0.249	1.539	
		0.267	0.253	0.25		
	1.81 10 <sup>-3</sup>	0.271	0.253	0.256	1.565	
		0.275	0.255	0.255		
	2.17 10 <sup>-3</sup>	0.276	0.262	0.257	1.598	
		0.28	0.267	0.256		
	Σ		2.603	2.483	2.425	7.512

Dengan menggunakan perhitungan statistik diperoleh data sebagai berikut :

- Faktor koreksi (FK) :

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{\left[ \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n Y_{ijk} \right]^2}{rcn} \\
 &= \frac{7.512^2}{5 \times 3 \times 2} = 1.881
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT) :

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK \\
 &= [(0,238)^2 + (0,24)^2 + \dots + (0,256)^2] - 1.881 \\
 &= 1.888345 - 1.881 \\
 &= 0.007853
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh A (JKA) :

$$\begin{aligned} \text{JKA} &= \frac{\sum_{i=1}^r T_i \dots^2}{cn} - \text{FK} \\ &= \frac{\{1.374^2 + (1.435)^2 + (1.539)^2 + (1.565)^2 + (1.598)^2\}}{3 \times 2} - 1.881 \\ &= 1.886941 - 1.881 \\ &= 0,005937 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat pengaruh B (JKB) :

$$\begin{aligned} \text{JKB} &= \frac{\sum_{j=1}^c T_j \dots^2}{rn} - \text{FK} \\ &= \frac{\{(2.603)^2 + (2.438)^2 + (2.425)^2\}}{5 \times 2} - 1.881 \\ &= 1.882637 - 1.881 \\ &= 0.001633 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) :

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - \text{FK} \\ &= \frac{\{(0.478)^2 + 0.487^2 + (0.536)^2 + \dots + (0.513)^2\}}{2} - 1.881 \\ &= 1.888802 - 1.881 \\ &= 0.007797 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{JKAB} &= \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB} \\ &= 0,007797 - 0,005937 - 0,001633 \\ &= 0,000228 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) :

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKA} - \text{JKB} - \text{JKAB} \\ &= 0.007853 - 0,005937 - 0.001633 - 0,000228 \\ &= 0.000056 \end{aligned}$$

- Nilai varian dari masing-masing perlakuan sebagai berikut :

$$1. S_A^2 = \frac{JKA}{r-1} = \frac{0,005937}{5-1} = 0,001484$$

$$2. S_B^2 = \frac{JKB}{c-1} = \frac{0,001633}{3-1} = 0,000816$$

$$3. S_{AB}^2 = \frac{JKAB}{(r-1)(c-1)} = \frac{0,000228}{(5-1)(3-1)} = 0,0000285$$

$$4. S^2 = \frac{JCG}{rc(n-1)} = \frac{0,000056}{5 \times 3(2-1)} = 0,00000373$$

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

1. Untuk faktor A :

$$F_{A \text{ hitung}} = \frac{S_A^2}{S^2} = \frac{0,001484}{0,00000375} = 397,5357$$

2. Untuk faktor B :

$$F_{B \text{ hitung}} = \frac{S_B^2}{S^2} = \frac{0,000816}{0,00000375} = 218,6518$$

3. Untuk faktor AB :

$$F_{AB \text{ hitung}} = \frac{S_{AB}^2}{S^2} = \frac{0,0000285}{0,00000375} = 7,636$$

Dari perhitungan statistik didapatkan Tabel 4.8

Tabel 4.8 Analisis Varian Dua Arah Untuk Laju Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Debit Udara (faktor A)	0.00594	4	0.00148	397.54	3.06
Persentase pengikat <i>molasses</i> (faktor B)	0.00163	2	0.00082	218.65	3.68
Interaksi faktor A dan B	0.00023	8	0.000029	7.64	2.64
Galat	0.00006	15	0.000004		
Total	0.00785	29			

Dari Tabel 4.8 di atas, dapat diperoleh kesimpulan:

- I.  $F_A \text{ hitung} > F_A \text{ tabel}$  maka  $H_0^1$  ditolak dan  $H_1^1$  diterima, ini berarti bahwa debit udara berpengaruh terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah.
- II.  $F_B \text{ hitung} > F_B \text{ tabel}$  maka  $H_0^2$  ditolak dan  $H_1^2$  diterima, ini berarti bahwa variasi persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah.
- III.  $F_{AB} \text{ hitung} > F_{AB} \text{ tabel}$  Maka  $H_1^3$  diterima dan  $H_0^3$  ditolak, ini berarti bahwa interaksi antara variasi debit udara dan persentase pengikat *molasses* berpengaruh secara nyata terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa variasi debit udara, dan persentase pengikat *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju pembakaran dengan tingkat keyakinan 95%.

**4.3.1.2 Analisis Varian Satu Arah Kadar Abu**

- Faktor koreksi (FK) :

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

$$= \frac{95.66^2}{3 \times 2} = 1525.14$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT) :

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

$$= [(13.49)^2 + (13.25)^2 + \dots + (17.43)^2] - 1525.14$$

$$= 1545.459 - 1525.14$$

$$= 20.32$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) :

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

$$= \frac{\{(26.74)^2 + (33.85)^2 + (35.07)^2\}}{2} - 1525.14$$



$$= 1545.378 - 1525.14$$

$$= 20.328$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) :

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKP}$$

$$= 20.32 - 20.328$$

$$= 0.0821$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} = \frac{\frac{\text{JKP}}{\text{dbper}}}{\frac{\text{JKG}}{\text{dbgalat}}}$$

$$= 369.761$$

Tabel 4.9 Analisis Varian Satu Arah Untuk Kadar Abu Briket Kulit Kacang Tanah.

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	20.24	2	10.12	369.7607	9.552
Galat	0.0821	3	0.0273		
Total	20.32	5			

Tabel 4.9 analisis varian untuk kadar abu dari briket kulit kacang tanah memperlihatkan bahwa hasil  $F_{\text{hitung}}$  lebih besar dari  $F_{\text{tabel}}$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase pengikat *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah dengan tingkat keyakinan 95%.

#### 4.3.1.3 Analisis Varian Dua Arah Temperatur Pembakaran

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh debit udara dan persentase pengikat *molasses* terhadap temperatur pembakaran yang didapatkan dari pembakaran briket kulit kacang tanah.

Tabel 4.10 Analisis Varian Dua Arah Untuk Temperatur Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah.

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Debit udara (faktor A)	51084.84	4	12771.21	12785.701	3.06
Persentase <i>molasses</i> (faktor B)	4191.48	2	2095.74	2098.122	3.68
Interaksi faktor A dan B	1770.229	8	221.278	221.529	2.64
Galat	14.98	15	0.99886		
Total	57061.54	29			

Dari tabel 4.10 diatas, dapat diperoleh kesimpulan:

- I.  $F_A \text{ hitung} > F_A \text{ tabel}$  maka  $H_0^1$  ditolak dan  $H_1^1$  diterima, ini berarti bahwa variasi debit udara berpengaruh terhadap temperatur pembakaran hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.
- II.  $F_B \text{ hitung} > F_B \text{ tabel}$  maka  $H_0^2$  ditolak dan  $H_1^2$  diterima, ini berarti bahwa variasi persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap temperatur pembakaran hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.
- III.  $F_{AB} \text{ hitung} > F_{AB} \text{ tabel}$  Maka  $H_0^3$  ditolak dan  $H_1^3$  diterima, ini berarti bahwa interaksi antara debit udara dan persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap temperatur pembakaran hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa variasi debit udara dan persentase pengikat *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap temperatur pembakaran dengan tingkat keyakinan 95%

#### 4.3.1.4 Analisis Varian Dua Arah Kadar CO.

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh debit udara dan persentase pengikat *molasses* terhadap kadar CO yang didapatkan dari pembakaran briket kulit kacang tanah.

Tabel 4.11 Analisis Varian Dua Arah Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah.

Sumber keragaman	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel
Debit udara (faktor A)	238765.92	4	59691.48	49495.42	3.06
Persentase <i>molasses</i> (faktor B)	149833.56	2	74916.78	62120.05	3.68
Interaksi faktor A dan B	21401.41	8	2675.17	2218.22	2.64
Galat	18.08	15	1.205		
Total	410018.99	29			

Dari tabel 4.11 diatas, dapat diperoleh kesimpulan:

IV.  $F_A \text{ hitung} > F_A \text{ tabel}$  maka  $H_0^1$  ditolak dan  $H_1^1$  diterima, ini berarti bahwa variasi debit udara berpengaruh terhadap kadar CO hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.

V.  $F_B \text{ hitung} > F_B \text{ tabel}$  maka  $H_0^2$  ditolak dan  $H_1^2$  diterima, ini berarti bahwa variasi persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap kadar CO hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.

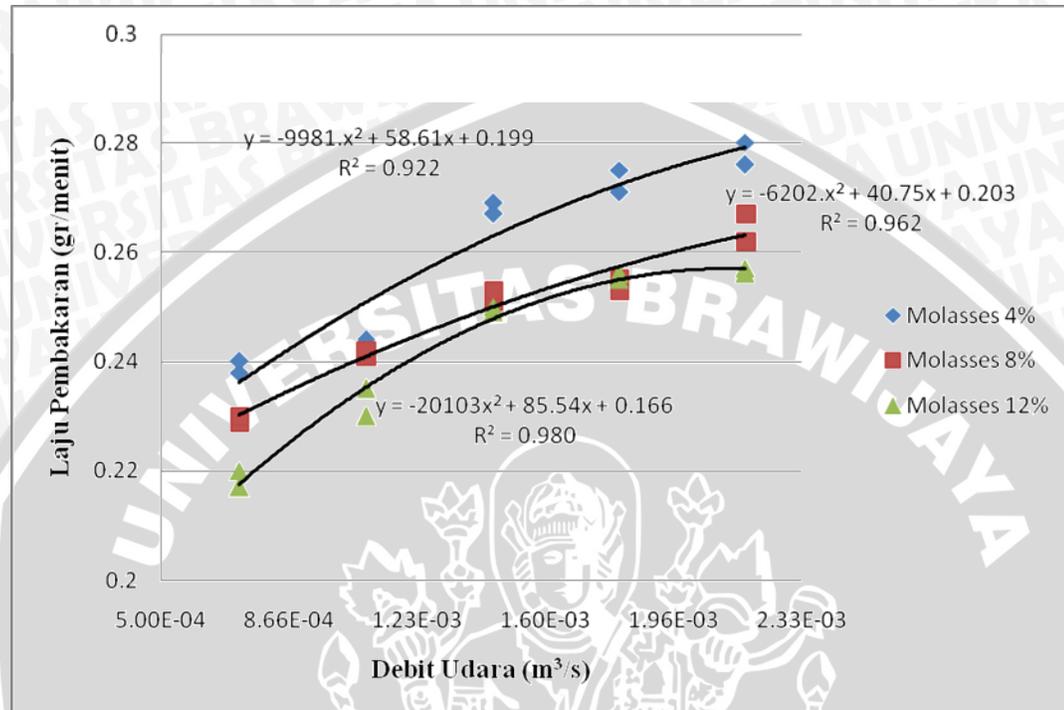
VI.  $F_{AB} \text{ hitung} > F_{AB} \text{ tabel}$  Maka  $H_1^3$  ditolak dan  $H_0^3$  diterima, ini berarti bahwa interaksi antara debit udara dan persentase pengikat *molasses* berpengaruh terhadap kadar CO hasil pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa variasi debit udara dan persentase pengikat *molasses* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kadar CO dengan tingkat keyakinan 95%.



#### 4.4 Pembahasan

##### 4.4.1 Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Laju Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat *Molasses*

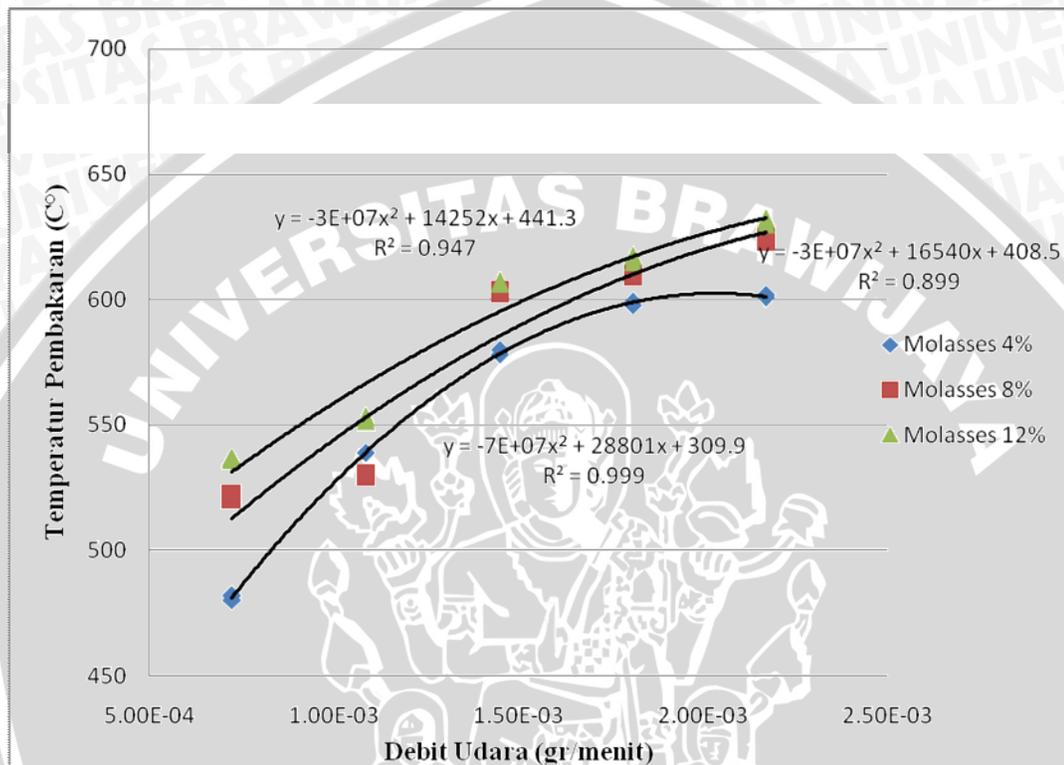


Gambar 4.1 Grafik pengaruh debit udara terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

Grafik 4.4.1 menunjukkan pengaruh debit udara terhadap laju pembakaran briket kulit kacang tanah dengan persentase pengikat *molasses* 4%, 8% dan 12%. Dari grafik 4.4.1 terlihat bahwa dengan penambahan debit udara menyebabkan laju pembakaran semakin meningkat. Hal ini dikarenakan dengan semakin besarnya debit udara akan meningkatkan pasokan oksigen pembakaran briket. Meningkatnya jumlah oksigen pembakaran ini akan menyebabkan semakin banyak bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen, sehingga banyak bahan bakar yang terbakar dalam setiap menitnya. Pada grafik 4.4.1 persentase kadar perekat 12% diperoleh laju pembakaran yang rendah yaitu antara 0,217 – 0,256 gr/menit. Hal ini disebabkan kerapatan antara partikel briket akan meningkat seiring penambahan persentase perekat. Dengan semakin rapatnya partikel briket, akan mengecilkan rongga-rongga briket yang mengakibatkan distribusi udara pembakaran dalam briket akan menurun. Sehingga waktu pembakaran yang diperlukan menjadi semakin lama. Hal ini dibuktikan oleh data pada Tabel 4.4 yang

memperlihatkan penurunan nilai permeabilitas seiring dengan penambahan persentase pengikat *molasses*.

#### 4.4.2 Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat *Molasses*.

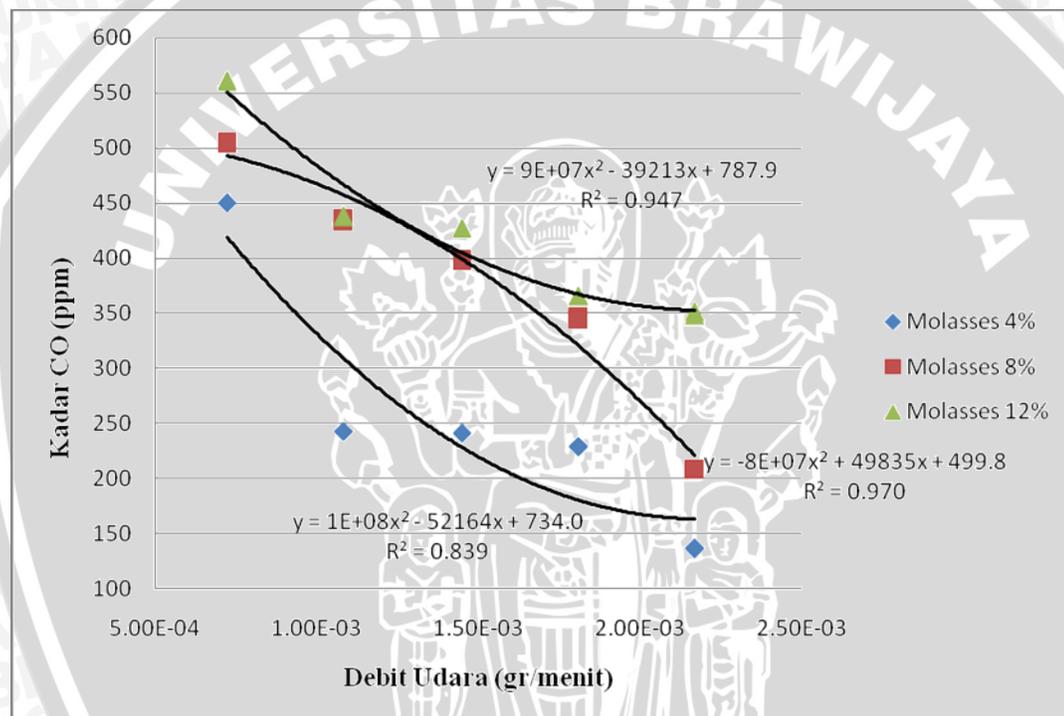


Gambar 4.2 Grafik pengaruh debit udara terhadap temperatur pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

Grafik 4.4.2 menunjukkan grafik pengaruh debit udara terhadap temperatur pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses* sebesar 4%; 8%; 12%. Dari grafik terlihat bahwa dengan seiring penambahan debit udara terjadi peningkatan temperatur pembakaran briket kulit kacang tanah. Hal ini disebabkan karena dengan semakin besar debit udara menyebabkan pasokan oksigen pembakaran meningkat, sehingga pembakaran semakin sempurna, dan juga terlihat bahwa kondisi pembakaran dalam penelitian ini masih dalam kaya akan bahan bakar sehingga dengan penambahan debit udara akan meningkatkan temperatur pembakaran menuju pembakaran yang stokhiometri atau  $\Phi = 1$ , ini didukung oleh grafik hubungan debit udara dengan kadar CO dari pembakaran briket kulit kacang tanah dimana di grafik tersebut terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya debit udara menyebabkan kadar

CO semakin menurun, sedangkan yang menyebabkan temperatur pembakaran briket dengan persentase pengikat *molasses* 12 % lebih tinggi dari pada 4% dan 8 %, karena lebih tingginya nilai kalor yang dimiliki *molasses* dibanding dengan nilai kalor kulit kacang tanah. hal ini dibuktikan oleh data pada Tabel 4.3 yang menunjukkan nilai kalor yang dimiliki *molasses* lebih tinggi dibandingkan nilai kalor yang dimiliki oleh kulit kacang tanah.

#### 4.4.3 Grafik Pengaruh Debit Udara Terhadap Kadar CO Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat *Molasses*.

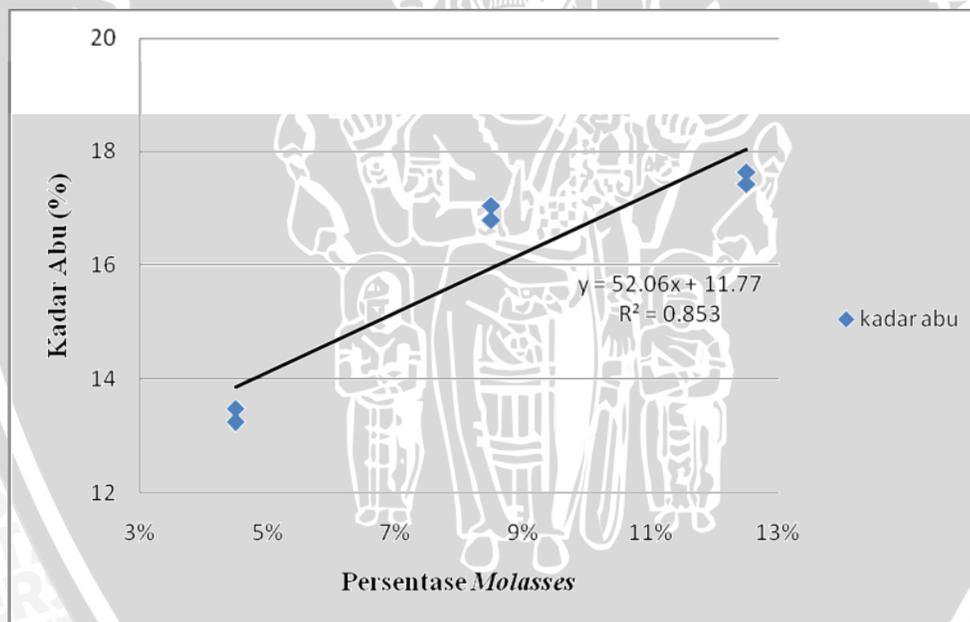


Gambar 4.3 Grafik pengaruh debit udara terhadap kadar CO pembakaran briket kulit kacang tanah dengan berbagai persentase pengikat *molasses*.

Grafik 4.4.3 menunjukkan pengaruh debit udara terhadap kadar CO pada pembakaran briket kulit kacang tanah dengan variasi persentase pengikat *molasses* 4%; 8%; 12%. Pada grafik terlihat bahwa dengan penambahan debit udara menyebabkan kadar CO dari pembakaran briket kulit kacang semakin menurun, hal ini disebabkan karena dengan penambahan debit udara menyebabkan pasokan oksigen pembakaran meningkat, sehingga pembakaran semakin sempurna dan juga terlihat bahwa kondisi pembakaran dalam penelitian ini masih dalam kaya akan bahan bakar sehingga dengan penambahan debit udara akan meningkatkan temperatur pembakaran menuju

pembakaran yang stokhiometri atau  $\Phi = 1$  ini didukung oleh grafik hubungan debit udara terhadap temperatur pembakaran briket kulit kacang tanah yang menunjukkan kenaikan temperatur pembakaran seiring dengan penambahan debit udara. Pada variasi persentase kadar perekat 12 %, diperoleh kadar CO tertinggi yaitu antara 562 - 348 ppm. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi persentase pengikat *molasses* yang ditambahkan pada briket, akan semakin menambah kerapatan briket sehingga membuat pembakaran sedikit sulit dan kadar CO meningkat, hal ini didukung oleh grafik hubungan debit dengan laju pembakaran briket kulit kacang tanah, dimana grafik tersebut menunjukkan persentase pengikat *molasses* 12 % mempunyai laju pembakaran yang lebih rendah dibandingkan persentase pengikat 4% dan 8 %.

#### 4.4.4 Grafik Pengaruh Persentase Pengikat *Molasses* Terhadap Kadar Abu Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah



Gambar 4.4 Grafik pengaruh persentase pengikat *molasses* terhadap kadar abu pembakaran briket kulit kacang tanah.

Dari grafik 4.4.4 tampak bahwa besarnya persentase pengikat *molasses* yang ditambahkan sebanding dengan peningkatan kadar abu dari briket kulit kacang tanah, hal ini disebabkan karena kadar abu yang dimiliki oleh *molasses* lebih tinggi dibandingkan dengan kadar abu dari kulit kacang tanah, hal ini sesuai dengan teori yang terdapat pada Bab 2 yang menunjukkan komposisi kadar abu pada *molasses* lebih

tinggi, sehingga apabila jumlah persentase pengikat *molasses* yang ditambahkan ke briket meningkat, maka akan meningkatkan pula kadar abu pada briket kulit kacang tanah.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut penambahan debit udara akan mempengaruhi karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah yaitu akan meningkatkan temperatur pembakaran, akan mempercepat laju pembakaran dan menurunkan kadar CO pembakaran. Sedangkan penambahan pengikat tetes tebu (*molasses*) akan mempengaruhi karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah yaitu akan meningkatkan temperatur pembakaran, memperlambat laju pembakaran, meningkatkan kadar CO, dan meningkatkan kadar abu briket kulit kacang tanah.

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi debit udara yang lebih tinggi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan jenis pengikat briket yang lain.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk pengaruh jenis perekat lain terhadap karakteristik pembakaran briket kulit kacang tanah dengan jenis tungku yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh debit udara terhadap campuran briket kulit kacang tanah dengan jenis biomassa yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annurada, Ganesh; 2006: *Biomass Resource Characterisation And Tecnologies*; Energy System Engineering, Bombay.
- Anderson, P. dan Reed, T; 2004: *Biomass Gasification: Clean Residential Stoves, Comercial Power Generation, and Global Impact*, LAMNET Project International workshop on "Bioenergy for a Sustainable Development," 8-10 Nov 2004; Vina del Mar, Chile.
- Ardan, I.U; 1998: *Membuat Briket Bioarang*; Kanisius, Yogyakarta
- Belbo, Helmer; 2006: *Technical Specification For Solid Biofuls*, Swedia.
- Cangel, Yunus A. dan Michael A. Boles; 2002: *Thermodynamics An Engineering Approach; Fourth Edition*; Mc Graw-Hill Higher Education, New York.
- Carbonisasi processes. (n.d.)  
<http://www.foa.org/docrep/X5328E.htm>.
- Curti, Leo; 1983: *Molasses General Consideration*; National food Ingredients Association, Iowa.
- Gases of the air. (n.d.)  
<http://www.scifun.org>
- Glassman, Irvin; 1987: *Combustion*; Academic Press INC, London.
- Hudaya, K. dan K. M. Winarto. 1981. *Fisika Umum*; Armico, Bandung
- Hugot, E. 1986: *Handbook of Cane Sugar Engineering*; Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Husada, Teguh Ibnu; 2009: *Pengaruh Aliran Massa Udara Terhadap Karakteristik Pembakaran Arang Briket Tongkol Jagung*; Fakultas Teknik; UNS, Semarang.
- Iqbal; 2008: *pengaruh penambahan molasses pada blotong terhadap pada blotong terhadap kekuatan tekan dan performa pembakaran*; Fakultas Teknik; Jurusan Mesin; Universitas Brawijaya, Malang.
- Jekayinfa dan Omisakin; 2005: *The Energy Potentials of Some Agricultural Waste as Local Fuel Material in Nigeria*; Department of Mechanical Engineering; Ladoke Akintola University of Technology, Nigeria.
- Kitto, John B & Stultz, Steven C; 2005: *Steam its generation and use 41<sup>st</sup>. Edition*; The Babcock & Wilcox Company, Ohio.

Kulit Kacang Tanah (n.d)

<http://images.google.co.id>

Kusuma, Fransis Candra; 2008 : *Pengaruh Variasi Debit Udara dan Prosentase Bahan Pengikat Tetes Tebu Terhadap Temperatur dan Kecepatan Pembakaran Pelet Jerami Padi*; Fakultas Teknik; Jurusan Mesin; Universitas Brawijaya, Malang.

Naruse, Inchiro; 2005: *Development of New Ecological Decentralized Power Generation Systems by Co-fuels of Biomass with Low-grade Coal in Developing Countries*; Toyohashi University of Technology, JAPAN.

Pazderka, Chaterine dan Andrew Emmott; 2010: *Groundnuts Case Study*; Chatam House, London.

Pembakaran (n.d)

<http://www.energyefficiencyasia.com>

Rajvansi, anil K; 1986. *Biomass Gasification*; Nimbkar Agricultural Reseach Institute; Maharashtra, India.

Raveendran, Anuradda Ganesh dan Kaetic C. Khilart; 1994: *Influence Of Mineral Matter On Biomass Pyrolysis Characteristics*; Energy Systems Engineering; Department of Mechanical Engineering; Indian Institute of Technology, Bombay

Reed, T. B. and Larson, R; 1996: *A wood-Gas Stove for Developing Countries*; in Developments in Thermochemical Biomass Conversion Conference, Canada.

Sivakumar. K dan N. Krishna Mohan; 2010: *Performance Analysis of Downdraft Gasifier for Biomass Materials*; Department of Mechanical Engineering; Annamalia University, India.

Sudjadi, Muhammad dan Yati Supriati; 2001: *Perbaikan Teknologi Produksi Kacang Tanah Di Indonesia*; Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor.

Sudjito; 1994: *Ketel Uap*; Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang

Sukandarrumidi; 1995: *Batubara dan Gambul*; Gajah Mada University, Yogyakarta.

Syafi'i, W; 2003. *Hutan Sumber Energi Mass Depan*; <http://www.kompas.co.id>; Harian kompas 15 april 2003.

Turn, Stephen R; 1996. *An Introduction To Combustion*; Mc Graw Hill, New York.

Wardana, I Nyoman Gede; 2003: *Teknik Pembakaran*; Universitas Brawijaya, Malang.

Wijayanti, Widy; 2003: *Bahan bakar dan Teknik Pembakaran*; Universitas Brawijaya,  
Malang.



### Lampiran 1 Foto-foto pengujian

#### 1. Proses pembuatan briket



Penyediaan kulit kacang tanah



Proses Karbonisasi



Arang kulit kacang tanah



Serbuk Kulit Kacang Tanah



Proses pengepresan



Briket kulit kacang tanah



Briquet kulit kacang tanah

## 2. Proses Pengambilan data



Pengambilan data temperatur pembakaran



Pengambilan data emisi CO



Pengambilan data kadar abu



Pengambilan data laju pembakaran

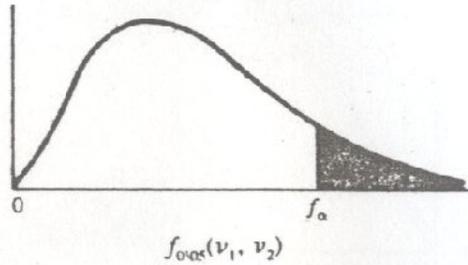
### 3. Instalasi penelitian



Lampiran 2 Tabel Statistik

Tabel distribusi  $F(\alpha; \nu_1; \nu_2)$  untuk  $\alpha = 5\%$

TABEL A.7  
Nilai Kritis Sebaran  $F$



$\nu_2$	$\nu_1$								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
$\infty$	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

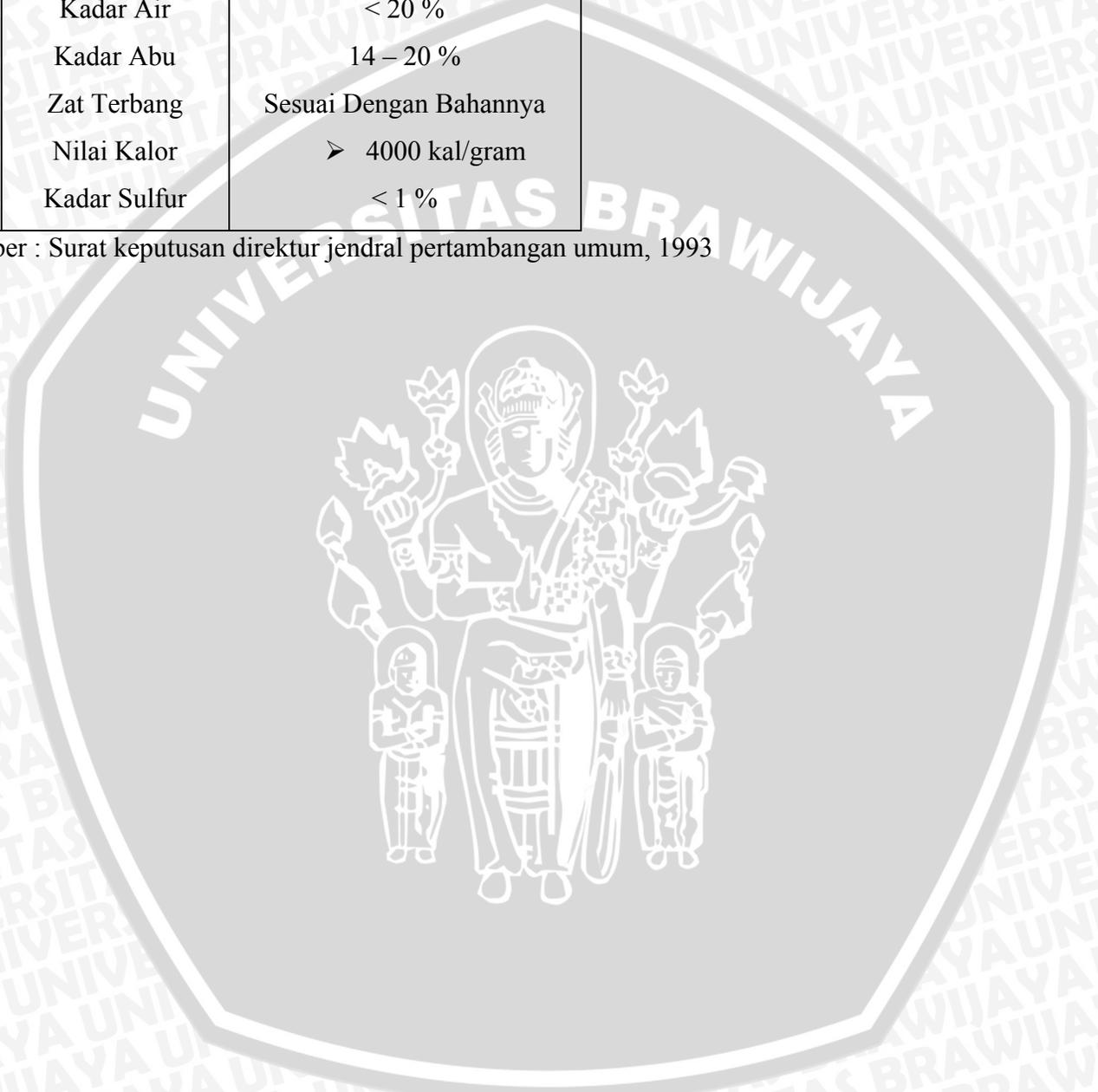
Sumber : Walpole, 1995

**Lampiran 3 Data Pendukung Penelitian dan Surat – Surat Keterangan Penelitian**

**Syarat mutu briket tanpa karbonasi**

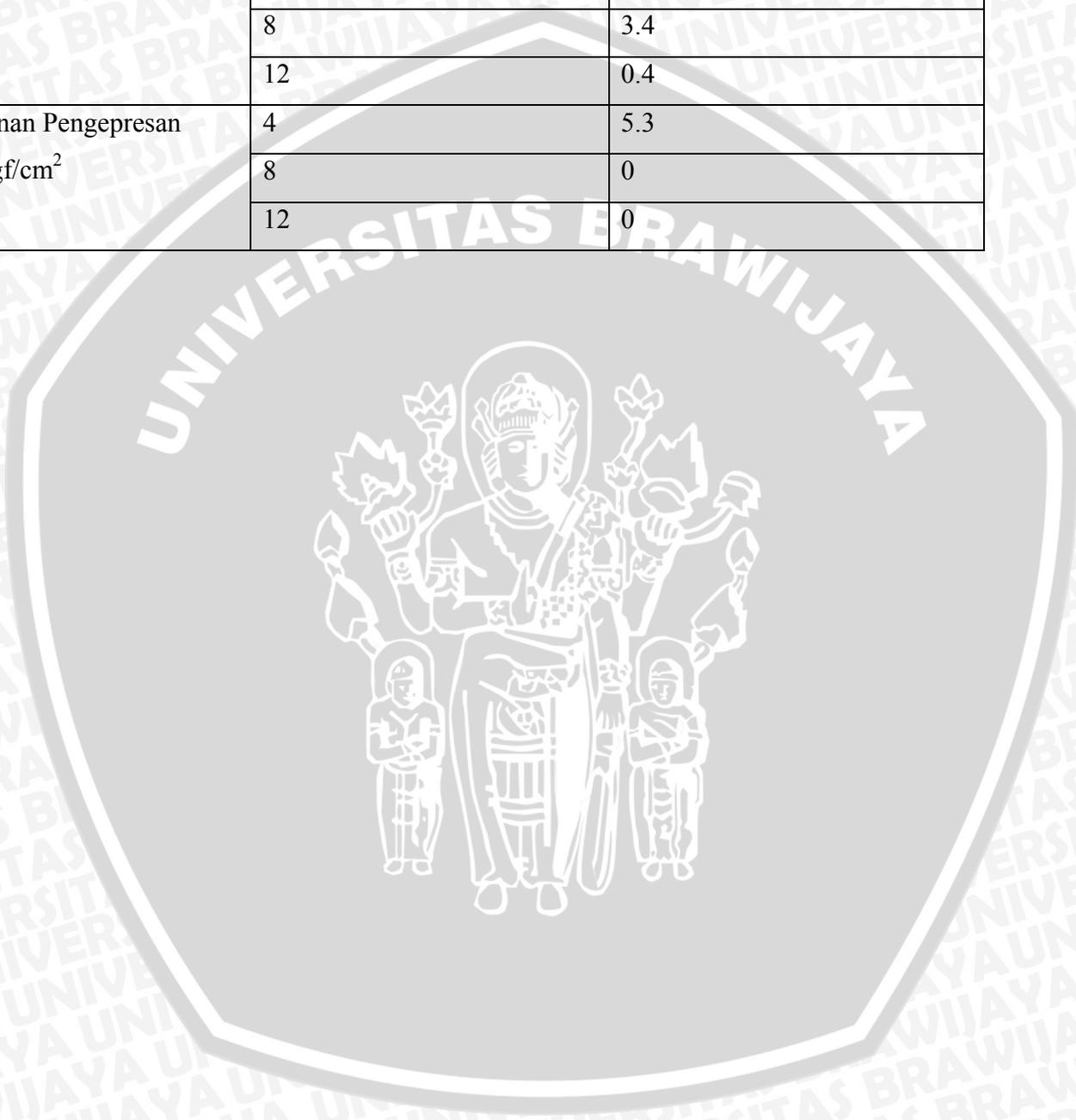
No	Parameter Uji	Persyaratan
1	Kadar Air	< 20 %
2	Kadar Abu	14 – 20 %
3	Zat Terbang	Sesuai Dengan Bahannya
4	Nilai Kalor	➤ 4000 kal/gram
5	Kadar Sulfur	< 1 %

Sumber : Surat keputusan direktur jendral pertambangan umum, 1993



Hasil Pengujian Permeabilitas Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase *Molasses*

Tekanan Pengepresan	Persentase <i>Molasses</i> (%)	Permeabilitas (ml/cm <sup>2</sup> menit)
15 kgf/cm <sup>2</sup>	4	7.2
	8	3.4
	12	0.4
Tekanan Pengepresan 50 kgf/cm <sup>2</sup>	4	5.3
	8	0
	12	0



Data Nilai Kalor Kulit Kacang Tanah dan *Molasses* Dalam HHV

Jenis Bahan	Nilai Kalor (kalori/gram)
Kulit kacang setelah diarangkan	4718.582
<i>Molasses</i>	4770.837





KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN  
LABORATORIUM MOTOR BAKAR  
Jl. Mayjen Haryono 167 Malang 65145 Telp. 0341-554291 pes.222  
motorbakar\_mesinub@yahoo.com



## SURAT KETERANGAN

No : 058/XII/Lab MB/2010

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

No.	Nama	NIM	Jurusan
I.	Agung Saifudin	0610620012	Teknik Mesin

dari Universitas Brawijaya Malang.

Telah melakukan pengujian *Nilai Kalor* dalam rangka penyelesaian Skripsi dengan judul **Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Kulit Kacang Tanah Dengan Berbagai Persentase Pengikat Molasses** yang dilaksanakan pada tanggal 23 Nopember 2010 di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

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

Malang, 01 Desember 2010

Mengetahui,

Ka. Lab. Motor Bakar



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

NIP. 19740121 199903 1 001