

**PENGARUH PENAMBAHAN TONGKOL JAGUNG
TERHADAP PERFORMA PEMBAKARAN
BAHAN BAKAR BRIKET BLOTONG**

SKRIPSI

Konsentrasi Konversi Energi

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

M. ZAENAL ASRORI

NIM. 0610620067-62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Pengaruh Penambahan Tongkol Jagung Terhadap Performa Pembakaran Bahan Bakar Briket Blotong*”, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dalam rangka penyusunan skripsi ini, penulis tidak dapat terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis 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 Seketaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. I Made Gunadiarta. MT. Selaku Ketua Kelompok Kensingtrasi Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
4. Bapak Ir. Handono Sasmito. M.Eng.Sc, dan Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, motivasi, dan waktu untuk konsultasi.
5. Ayah dan Ibu tercinta, serta adikku yang telah memberikan dukungan penuh berupa perhatian dan kasih sayang demi keberhasilan studi.
6. Seluruh teman-teman Mesin angkatan 2006, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, penulis mengharapkan saran dan masukan demi lebih baiknya skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Pembakaran	5
2.2.1 Pembakaran Premiks	8
2.2.2 Pembakaran Difusi	8
2.3 Bahan Bakar	10
2.3.1 Bahan Bakar Cair	10
2.3.2 Bahan Bakar Gas	11
2.3.3 Bahan Bakar Padat	11
2.3.3.1 Bahan Bakar Padat Fosil	14
2.3.3.2 Bahan Bakar padat Bukan Fosil	14
2.4 Bahan Bakar Briket	16
2.4.1 Bentuk Briket	17
2.4.2 Kualitas Briket	18
2.5 Blotong	19
2.6 Tongkol Jagung	23
2.7 Performa Pembakaran	24
2.7.1 Nilai Kalor	24
2.7.2 Temperatur Pembakaran	24

2.7.3 Kecepatan Pembakaran	25
2.7.4 Efisiensi Pembakaran	25
2.8. Hipotesa	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Tempat dan Waktu penelitian	27
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.5 Prosedur Penelitian	32
3.5.1 Pembuatan Briket Blotong	32
3.5.2 Pengujian Nilai Kalor	33
3.5.3 Pengujian Temperatur Pembakaran	34
3.5.4 Pengujian Kecepatan Pembakaran	36
3.5.5 Pengujian Efisiensi Pembakaran	36
3.6 Rancangan Penelitian	37
3.7 Diagram Alir penelitian	40

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian	42
4.2 Pembahasan	44
4.2.1 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Nilai Kalor	44
4.2.2 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Kecepatan Pembakaran Briket Blotong	45
4.2.3 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Efisiensi Pembakaran Briket Blotong	47
4.2.4 Grafik Hubungan Antara Temperatur Maksimal dengan Variasi Penambahan Tongkol Jagung	48
4.2.5 Analisa Statistik	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

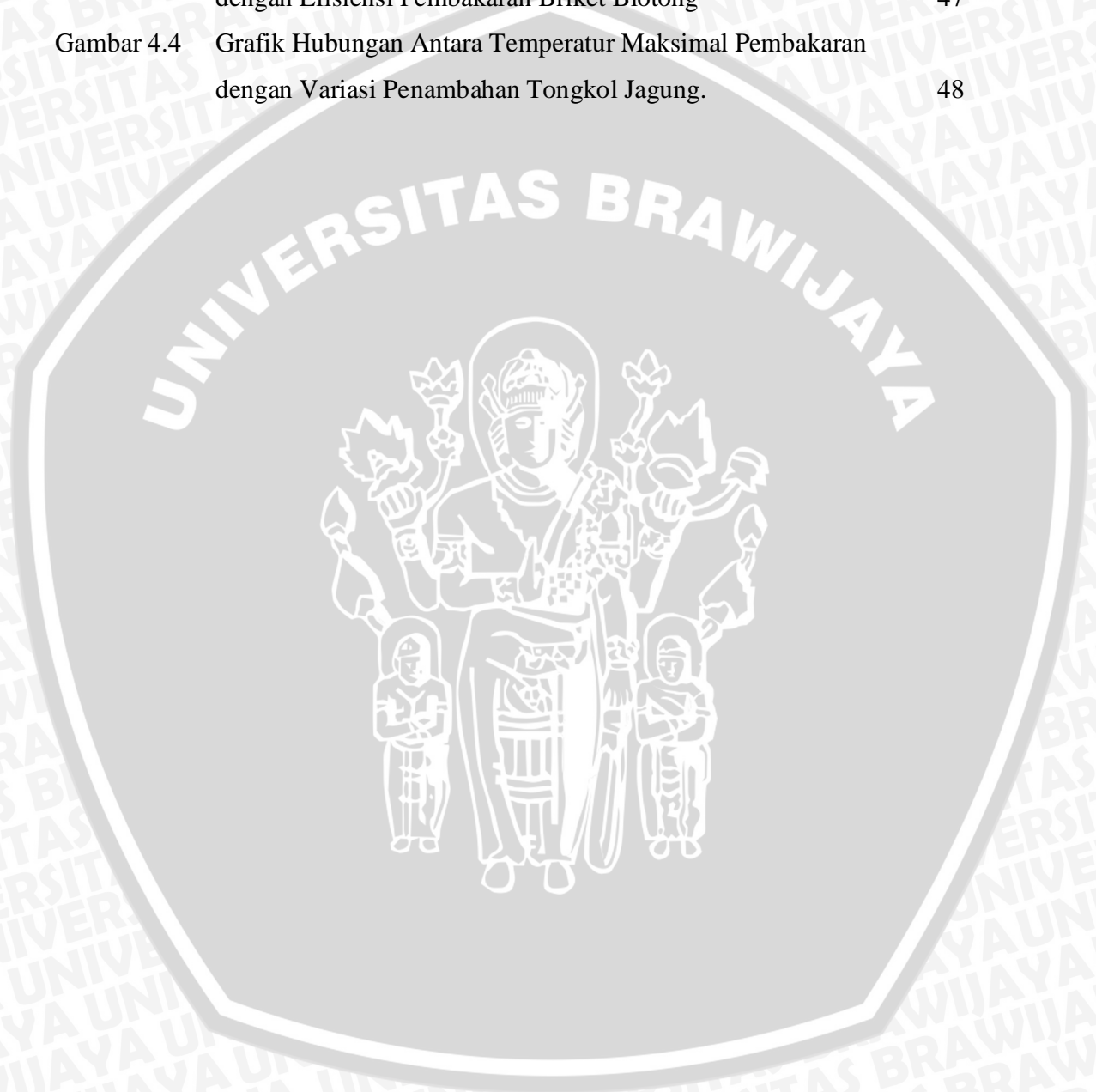
DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Hubungan Antara Analisa <i>Ultimate</i> dan Analisa <i>Proximate</i>	14
Tabel 2.2	Ukuran dari Briket Biomassa yang Diijinkan	19
Tabel 2.3	Persentase <i>Input</i> dan <i>Output</i> dari Industri Gula	22
Tabel 2.4	Komposisi Blotong Berdasarkan Analisa <i>Proximate</i>	22
Tabel 2.5	Komposisi Blotong Berdasarkan Analisa <i>Ultimate</i>	23
Tabel 2.6	Hasil Analisis Kandungan Tongkol Jagung	24
Tabel 3.1	Rancangan Penelitian Nilai Kalor Briket Blotong	39
Tabel 3.2	Rancangan Penelitian Temperatur Pembakaran Briket Blotong	39
Tabel 3.3	Rancangan Penelitian Kecepatan Pembakaran Briket Blotong	40
Tabel 3.4	Rancangan Penelitian Efisiensi Pembakaran Briket Blotong	40
Tabel 4.1	Nilai kalor, Kandungan Abu dari Blotong Dan Tongkol Jagung	42
Tabel 4.2	Temperatur, Kecepatan dan Efisiensi Pembakaran pada Tekanan Pembrikiten 5 kg	43
Tabel 4.3	Temperatur, Kecepatan dan Efisiensi Pembakaran pada Tekanan Pembrikiten 10 kg	43

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pembakaran Sempurna, Baik, dan Tidak Sempurna	6
Gambar 2.2	Nyala Lilin yang Menunjukkan Zona Api Difusi	9
Gambar 2.3	Pembakaran Difusi Sederhana	10
Gambar 2.4	Efektivitas Pemanfaatan Biomassa	16
Gambar 2.5	Bentuk Briket Biomassa	18
Gambar 2.6	Contoh Briket Biomassa di Eropa	18
Gambar 2.7	Skema Terbentuknya Blotong	21
Gambar 2.8	Blotong Kering (<i>filter cake</i>)	23
Gambar 2.9	Tongkol Jagung	24
Gambar 3.1	Cetakan Briket	29
Gambar 3.2	Alat Press Hidrolik	30
Gambar 3.3	Timbangan Digital	30
Gambar 3.4	Tungku Pembakaran	31
Gambar 3.5.	<i>Adiabatic Calorimeter</i>	32
Gambar 3.6.	Termokopel	32
Gambar 3.7	<i>Analog Digital Converter</i>	33
Gambar 3.8	Briket Blotong	33
Gambar 3.9	Dimensi Tungku Tipe Sarang Tawon	36
Gambar 3.10	Gambar Dinding Dalam Tungku Dengan 6 Lubang	37
Gambar 3.11	Peletakan Termokopel	37
Gambar 3.12	Instalasi Penelitian Temperatur Pembakaran	38
Gambar 3.13	Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Nilai Kalor Briket Blotong	44

Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Kecepatan Pembakaran Briket Blotong	45
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Efisiensi Pembakaran Briket Blotong	47
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara Temperatur Maksimal Pembakaran dengan Variasi Penambahan Tongkol Jagung.	48



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran i	Data Nilai Kalor Briket Blotong dengan Penambahan Tongkol Jagung
Lampiran ii	Data Kandungan Abu Briket Blotong dengan Penambahan Tongkol Jagung
Lampiran iii	Data Nilai Kalor Briket Blotong Setelah Pembakaran 1 Jam dengan Tekanan 5 kg
Lampiran iv	Data Massa Briket Blotong Sisa Pembakaran dengan Tekanan Pembrikiten 5 kg
Lampiran v	Data Temperatur Rata-Rata Pembakaran dengan Tekanan Pembrikiten 5 kg
Lampiran vi	Perhitungan Kecepatan Pembakaran
Lampiran vii	Perhitungan Efisiensi Pembakaran
Lampiran viii	Analisa Varian Satu Arah
Lampiran ix	Pori-Pori Briket Dengan Tekanan 5kg dan 10kg

RINGKASAN

M. Zaenal Asrori., Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2010, “Pengaruh Penambahan Tongkol Jagung Terhadap Performa Pembakaran Bahan Bakar Briket Blotong”, Dosen Pembimbing: Handono Sasmito dan Nurkholis Hamidi.

Blotong merupakan salah satu biomassa yang berasal dari limbah pabrik gula dan dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bakar pada industri. Seiring dengan kelangkaan bahan bakar minyak, maka diupayakan untuk dapat mengubah blotong menjadi bahan bakar alternatif, salah satunya yaitu dengan membuatnya menjadi briket. Blotong jika dijadikan briket secara langsung memiliki performa pembakaran yang kurang baik karena mempunyai kandungan abu yang tinggi dan kandungan serat yang rendah. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menambahkan tongkol jagung pada blotong. Dengan penambahan tersebut dapat mengurangi kandungan abu dan menambah kandungan serat pada blotong sehingga performa pembakaran menjadi lebih baik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode experimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap performa pembakaran yang meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran dan efisiensi pembakaran pada bahan bakar briket blotong (*Filter Cake*). Untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap briket blotong dilakukan uji statistik analisa varian satu arah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan pada briket blotong dapat meningkatkan performa pembakaran briket blotong. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa performa pembakaran yang paling baik dihasilkan pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg dengan nilai kalor sebesar 2726.588 kal/gr, kecepatan pembakaran 0.3321 kg/jam, temperatur pembakaran 556.256 °C, dan efisiensi pembakaran sebesar 80.766 %

Kata kunci: blotong, tongkol jagung, performa pembakaran

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi menyebabkan kebutuhan energi dunia menjadi semakin meningkat. Menurut data yang ada, jumlah kebutuhan energi diseluruh dunia saat ini mencapai 14 triliun Watt per hari, atau setara dengan 210 juta barrel minyak bumi. Kebutuhan energi tersebut diprediksi akan mengalami peningkatan menjadi 60 triliun Watt untuk memenuhi permintaan energi dari 8 milyar jiwa penduduk dunia (Kompas, 18 Agustus 2005). Sebagian besar sumber energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut masih bergantung pada bahan bakar fosil (minyak bumi). Selama ini minyak bumi merupakan penyuplai terbesar kebutuhan energi dunia. Padahal minyak bumi memiliki keterbatasan dalam jumlah dan keberadaanya, karena memiliki sifat yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), sehingga keberadaanya semakin lama semakin habis. Disisi lain, masyarakat Indonesia yang selalu dimanja dengan harga bahan bakar minyak (BBM) bersubsidi, pada saat ini diharuskan berhadapan dengan kondisi yang sangat berlawanan. Secara bertahap besarnya subsidi untuk bahan bakar minyak (BBM) dikurangi, sehingga harga bahan bakar minyak (BBM) yang semula murah menjadi mahal. Secara tidak langsung kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya semua harga kebutuhan hidup, sehingga semakin menambah penderitaan masyarakat golongan menengah kebawah.

Dengan melihat kondisi tersebut, diperlukan suatu kegiatan pencarian, perubahan dan pengembangan energi-energi baru dengan harga yang lebih murah dan memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable*). Salah satu upaya untuk memperoleh energi alternatif guna mengatasi mahalnya harga bahan bakar minyak (BBM) adalah dengan memanfaatkan limbah padat dari proses produksi gula. Selain ampas tebu, pabrik gula juga menghasilkan limbah padat lain yang disebut blotong (*filter cake*),

Blotong merupakan hasil endapan (limbah pemurnian) nira sebelum dimasak dan dikristalkan menjadi gula pasir (Hamawi, M, 2005). Pada saat basah bentuknya seperti lumpur dan memiliki bau yang tidak sedap, sedangkan jika sudah kering bentuknya seperti tanah berpasir berwarna hitam dan tidak berbau lagi. Selama ini blotong digunakan oleh masyarakat sebagai pupuk organik, karena dalam limbah ini mengandung bahan organik, mineral, serat kasar, protein kasar dan gula (Abdul Syukur, D, 2006), selain itu blotong juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bakar pada industri tahu, batu bata dan genteng. Akan tetapi pemakaian blotong untuk bahan bakar tersebut masih kurang praktis dan efektif dalam proses pembakaran dan penyimpanannya karena masih dalam bentuk aslinya. Sehingga diperlukan suatu upaya untuk mengubah blotong agar menjadi bahan bakar yang memiliki nilai ekonomis.

Salah satu teknologi paling sederhana yang dapat merubah blotong menjadi lebih praktis adalah dengan mengolahnya menjadi briket. Menurut Adan, I.U, (1988), briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Briket merupakan bahan bakar yang berbentuk padat dan termasuk bahan bakar alternatif atau merupakan pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan memungkinkan untuk dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana. Sedangkan menurut Bhattacharya, S.C, (1990), biomassa apabila dijadikan briket akan meningkatkan energi per unit volumenya dan keseragaman dalam bentuk dan ukurannya. Blotong yang telah dibuat menjadi briket memiliki banyak kelebihan, disamping sangat ekonomis, apinya berwarna biru, bara api lebih tahan lama, dan panas sangat stabil (Hamawi, M, 2005). Selain itu juga, blotong memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu sebesar 4872 kkal/kg (Meunchang, S, 2004).

Jika dilihat dari komposisinya, blotong memiliki kandungan abu sebesar 41% (Meunchang, S, 2004). Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar, karena dapat menurunkan nilai kalor dari bahan bakar. Dalam proses pembakaran, dengan kadar abu yang tinggi dapat mempersulit penyalaan awal dari bahan bakar itu sendiri, karena abu merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Selain itu, abu juga dapat

meleleh pada suhu tinggi, membentuk gumpalan yang menutup lubang saluran udara primer pada ruang bakar, sehingga dapat mengganggu proses pembakaran (Djokosetyardjo, M.J, 1993). Dengan melihat kondisi tersebut, maka diperlukan penambahan bahan campuran pada blotong agar dapat membantu mengurangi kadar abunya sehingga dapat meningkatkan performa pembakaran. Bahan campuran yang dipilih untuk ditambahkan pada blotong adalah tongkol jagung, dimana tongkol jagung merupakan limbah padat pertanian yang jumlahnya sangat melimpah, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah pertanian itu sendiri. Jika ditinjau dari komposisinya tongkol jagung memiliki kadar abu sebesar 1,49% (Adan, I.U, 1998), dengan demikian jumlah kadar abu yang terdapat pada briket blotong dapat dikurangi. Selain itu, tongkol jagung memiliki sifat mudah dibakar karena memiliki kandungan serat yang sangat besar yaitu 29,89% (Adan, I.U, 1998), sedangkan pada blotong hanya memiliki kandungan serat sebesar 4,3-6,5% (Abdul Syukur, D, 2006), sehingga dapat mempermudah dalam proses penyalaan awalnya dan dapat meningkatkan kecepatan pembakaran dari briket blotong.

Dari latar belakang diatas maka perlu diadakan penelitian mengenai pengaruh penambahan bahan campuran yang berupa tongkol jagung pada blotong terhadap performa pembakarannya melalui skripsi yang berjudul pengaruh penambahan tongkol jagung pada blotong (*filter cake*) terhadap performa pembakaran bahan bakar briket blotong.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

Bagaimana Pengaruh penambahan tongkol jagung pada blotong (*filter cake*) terhadap performa pembakaran bahan bakar briket blotong.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tersebut lebih spesifik, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Blotong yang digunakan tanpa proses karbonasi.
2. Tongkol jagung yang ditambahkan tanpa proses karbonasi.
3. Performa pembakaran yang diteliti adalah nilai kalor; temperatur pembakaran; kecepatan pembakaran; dan efisiensi pembakaran.
4. Proses pembakaran dilakukan selama satu jam dengan menggunakan udara atmosfer.
5. Pembakaran dilakukan pada tungku tipe sarang tawon dengan penambahan 6 lubang pada dinding dalamnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung pada blotong (*filter cake*) terhadap performa pembakaran bahan bakar briket blotong yang meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran, dan efisiensi pembakaran.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu mengurangi ketergantungan masyarakat pada bahan bakar minyak (minyak tanah)
2. Membantu meningkatkan pemanfaatan limbah pabrik gula agar tidak mencemari lingkungan.
3. Meningkatkan nilai ekonomis limbah pabrik gula (blotong) sebagai bahan baku pembuatan briket dan tongkol jagung sebagai bahan campuran pada briket blotong.

BAB II

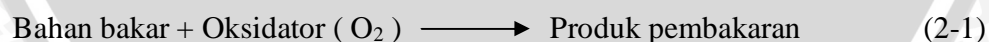
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Juniar S.N (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan ampas tebu pada briket blotong. Penelitian tersebut dilakukan dengan memvariasikan persentase ampas tebu pada briket blotong. Variabel terikat yang diuji adalah nilai kalor, kecepatan pembakaran, efisiensi pembakaran dan temperatur pembakaran. Hasil penelitian adalah semakin besar persentase ampas tebu sebagai pengikat maka performa pembakaran semakin meningkat. Nilai kalor paling besar diperoleh pada penambahan ampas tebu sebesar 15%, sebesar 3591,409kal/gr. Kecepatan pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan ampas tebu sebesar 15%, sebesar 0,5596kg/jam. Efisiensi pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan ampas tebu sebesar 15%, sebesar 83,5952%. Temperatur pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan ampas tebu sebesar 15%, sebesar 557,2579°C.

2.2 Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat antara bahan bakar dengan udara (oksigen) dengan bantuan dari luar (energi aktivasi) disertai timbulnya cahaya dan menghasilkan kalor (Turns, S.R, 1996). Sedangkan persamaan reaksi pembakaran dapat dituliskan sebagai berikut :

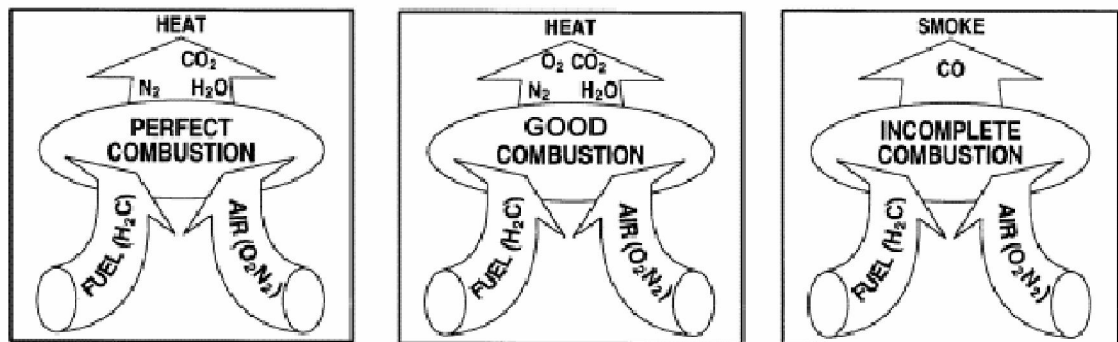


Oksidator yang biasanya digunakan adalah udara, karena udara tersedia dalam jumlah yang tak terbatas. Dalam udara terdiri dari unsur O₂ dan N₂, di mana N₂ merupakan unsur gas mulia yang tidak ikut bereaksi baik dengan bahan bakar maupun dengan O₂.

Pembakaran memegang peranan yang sangat penting hampir pada semua aspek kehidupan. Mulai pada kehidupan rumah tangga, industri, hingga transportasi

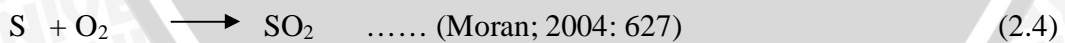
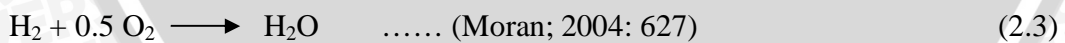
semuanya membutuhkan pembakaran sebagai penghasil energi utama. Peran pembakaran pada aspek kehidupan belum dapat tergantikan dengan yang lain karena beberapa alasan, yaitu :

1. Energi pembakaran dapat diperoleh dengan cepat.
2. Dapat memperoleh daya yang besar dengan alat yang relatif kecil.
3. Mudah dikontrol.



Gambar 2.1 :Pembakaran sempurna, baik, dan tidak sempurna
 Sumber : <http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran>

Pada gambar 2.1 di atas menjelaskan tentang pembakaran ideal, pembakaran menggunakan udara berlebih (*excess air*), dan pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran dapat dikatakan ideal apabila semua unsur karbon yang terdapat dalam bahan bakar terbakar menjadi karbon dioksida (CO₂), unsur hidrogen menjadi air (H₂O), unsur sulfur menjadi sulfur dioksida (SO₂), dan semua unsur yang dapat terbakar dapat teroksidasi semua (Moran, M.J, 2004). Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut :



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

dapat dinyatakan dalam mol udara per mol bahan bakar atau massa udara per massa bahan bakar (Turns, S.R, 1996).

Pada semua proses pembakaran, diusahakan terjadinya pembakaran yang sempurna, untuk memperoleh hal ini ada empat syarat yang harus dipenuhi, yaitu :

- a. Bahan bakar menguap secara efisien
- b. Digunakan cukup udara pembakaran
- c. Terjadi campuran yang homogen antara bahan bakar dan udara
- d. Suhu pembakaran cukup tinggi

Apabila syarat- syarat diatas tidak terpenuhi, maka akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna (Moran, M.J, 2004). Reaksi pembakaran yang tidak sempurna misalnya seperti di bawah ini :



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

Penyalan seperti pembakaran juga memerlukan syarat yang dikenal sebagai 3T atau *rule of thumb ignition* (Kuo, K.K, 1986) sebagai berikut:

1. *Temperature*

Temperatur harus tinggi, agar timbul reaksi kimia yang signifikan antara bahan bakar dan oksidatornya. Karena dalam proses penyalan memerlukan tingkat energi tertentu yang biasanya disebut dengan energi aktivasi. Jika tingkat energi yang diperlukan tidak mencukupi, maka penyalan tidak akan terjadi, sekalipun telah ada cukup bahan bakar dan udara pembakaran. Sebagai suatu proses transisi, penyalan memiliki kondisi awal tanpa energi, yang berarti bahwa tingkat energi yang ada dilingkungan penyalan masih belum mencukupi untuk menimbulkan penyalan. Energi tersebut digunakan untuk memecah ikatan molekul bahan bakar menjadi

radikal (ion) yang sangat reaktif. Ion-ion tersebut akan bereaksi dengan oksigen membentuk ikatan yang lebih kuat, sehingga terjadi reaksi termokimia antara bahan bakar dan udara.

2. *Turbulence*

Turbulensi adalah suatu keadaan dimana partikel-partikel fluida bergerak dalam lintasan yang tidak teratur, yang mengakibatkan pertukaran momentum dari suatu bagian ke bagian yang lainnya. Dalam pembakaran, turbulensi diperlukan untuk menjamin terjadinya pencampuran yang baik antara bahan bakar dan udara pembakaran sehingga panas dapat dipindahkan dari konstituen yang bereaksi ke konstituen yang belum bereaksi agar dapat meningkatkan kecepatan reaksi pembakaran.

3. *Time*

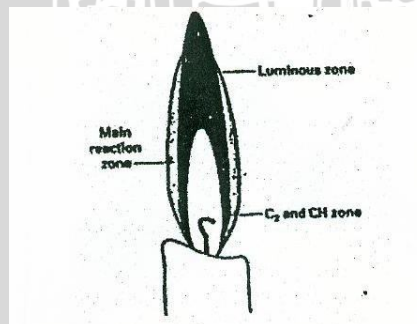
Waktu harus cukup lama agar panas masuk (yang berasal dari sebab eksternal) dapat diserap oleh reaktan sehingga proses termokimia yang mandiri dapat terjadi. Jika proses termokimia mandiri terjadi, maka pembakaran akan berlangsung secara terus menerus selama bahan bakar dan udara pembakaran masih tersedia.

2.2.1 Pembakaran Premiks

Pembakaran premiks adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara (oksigen) dicampur terlebih dahulu secara mekanik kemudian dibakar (Wardana, I.N.G, 2008). Contoh pembakaran jenis ini dapat dilihat pada proses pembakaran motor bensin, las karbit, dan pembakaran roket. Pada pembakaran premiks terjadi perambatan gelombang pembakaran yang disebut api (*flame*). Nyala api premiks berlangsung secara cepat, umumnya berlangsung pada tekanan yang konstan, reaksi berjalan pada kondisi eksotermis, yang menghasilkan panas dan reaksi yang cukup besar, serta rambatan gelombang yang cukup tinggi. Nyala api premiks terjadi secara laminar dan turbulen. Meskipun pada kenyataannya hampir semua aplikasi pembakaran menggunakan proses pembakaran premiks yang turbulen karena akan menghasilkan energi yang besar sehingga dihasilkan efisiensi pembakaran yang besar, sehingga dihasilkan efisiensi pembakaran yang besar.

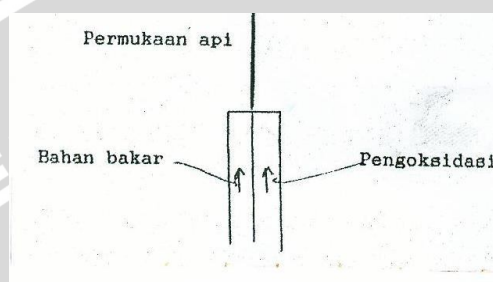
2.2.2 Pembakaran Difusi

Pembakaran difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara pengoksidasi tidak dicampur secara mekanik, melainkan bercampur secara alami melalui proses difusi, yaitu bercampurnya suatu zat dari bagian berkonsentrasi tinggi kebagian yang berkonsentrasi rendah. Jika pencampuran bahan bakar dan udara (oksigen) sudah mencapai kondisi stoikhiometrik, dan panas yang dilepaskan di daerah pencampuran tersebut sudah cukup maka pembakaran akan berlangsung (Wardana, I.N.G, 2008). Contohnya pada pembakaran lilin, pembakaran korek api, pembakaran turbin gas, pembakaran pada mesin-mesin propulsi dan pembakaran pada biomassa. Salah satu keuntungan dan kemudahan pada proses pembakaran difusi adalah dapat mengontrol api hasil pembakarannya. Oleh karena itu pembakaran secara difusi banyak diterapkan pada pembakaran industri dan rumah tangga. Pada bahan bakar biomassa yaitu bahan bakar padat dibuat dalam bentuk briket merupakan salah satu bentuk pembakaran secara difusi yang sangat menguntungkan selain harganya murah dan dapat diperbaharui juga bisa diterapkan pada pembakaran industry dan rumah tangga serta hasil gas pembakaran yang ramah lingkungan. Contoh jenis pembakaran difusi dapat dilihat pada proses penyalaan lilin, yang dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2 :Nyala lilin yang menunjukkan zona api difusi.
Sumber : Wardana, I.N.G, 2008

Skematik pembakaran difusi sederhana dapat diperlihatkan pada gambar 2.3, pada sisi saluran sebelah kiri mengalir bahan bakar sedangkan pada sisi saluran sebelah kanan mengalir pengoksidasi (udara pembakaran atau oksigen). Bidang pembatas antara bahan bakar dan udara (oksigen) setelah keluar dari saluran merupakan bidang difusi dimana bidang api terbentuk.



Gambar 2.3 :Pembakaran difusi sederhana
Sumber : Wardana, I.N.G, 2008

2.3 Bahan Bakar

Ditinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor. Bahan bakar di bakar dengan tujuan untuk memperoleh kalor tersebut, untuk digunakan baik secara langsung maupun tak langsung. Sebagai contoh penggunaan kalor dari proses pembakaran secara langsung adalah untuk memasak di dapur-dapur rumah tangga dan instalasi pemanas. Sedang contoh penggunaan kalor secara tidak langsung adalah kalor diubah menjadi energi mekanik, misalnya pada motor bakar dan kalor diubah menjadi energi listrik, misalnya pada pembangkit listrik tenaga diesel, tenaga gas, dan tenaga uap.

Bahan bakar organik tersusun dari unsur-unsur C, H, O, N, S, P dan lain-lain dalam jumlah kecil, sedang yang berperan sebagai bahan bakar adalah C, H, S. berdasarkan wujudnya bahan bakar dibagi :

- Bahan bakar cair
- Bahan bakar gas
- Bahan bakar padat

2.3.1 Bahan Bakar Cair

Kandungan utama bahan bakar cair adalah hidrokarbon. Hidrokarbon adalah senyawa yang mempunyai unsur karbon dan hidrogen. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi dari minyak bumi. Minyak bumi adalah campuran berbagai hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa: parafin, naphтена, olefin, dan aromatik. Kelompok senyawa ini berbeda dari yang lain dalam kandungan hidrogennya. Minyak mentah, jika disuling akan menghasilkan beberapa macam fraksi, seperti: bensin atau premium, kerosen atau minyak tanah, minyak solar, minyak bakar, dan lain-lain.

2.3.2 Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas mempunyai beberapa keuntungan dibanding jenis bahan bakar yang lain. Bahan bakar ini dapat terbakar tanpa adanya asap dan jelaga. Selain itu pembakarannya dapat terjadi mendekati sempurna dengan persentase yang sangat kecil akan kelebihan udara. Pengontrolan nyala api dengan bahan bakar gas juga sangat sederhana. Kelemahannya adalah kesulitan penyimpanan dalam volume yang sangat besar bila dibandingkan dengan kedua jenis bahan bakar yang lain. Bahan bakar gas dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu:

- a. *Natural gas*
- b. *Manufactured gas*

Bahan bakar gas merupakan bahan bakar yang sangat memuaskan sebab hanya memerlukan sedikit *hadling* dan sistem *burner* nya sangat sederhana dan hampir bebas perawatan. Gas dikirimkan melalui jaringan pipa distribusi sehingga cocok untuk wilayah yang berpenduduk tinggi atau padat industri. Walau begitu, banyak pemakai perorangan yang memiliki penyimpan gas, bahkan beberapa diantara mereka memproduksi gasnya sendiri. Berikut adalah daftar jenis-jenis bahan bakar gas :

- a. Bahan bakar yang secara alami didapatkan dari alam, diantaranya adalah gas alam dan metan dari penambangan batu bara.

- b. Bahan bakar gas yang terbuat dari bahan bakar padat, diantaranya adalah gas yang terbentuk dari batu bara, gas yang terbentuk dari limbah, biomassa dan dari proses industri lainnya (*gas blast furnace*)
- c. Gas yang terbuat dari minyak bumi, diantaranya adalah gas petroleum cair (LPG), gas hasil penyulingan, dan gas dari gasifikasi minyak.
- d. Gas-gas dari proses fermentasi

2.3.3 Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat meliputi batu bara, cokes, dan biomassa. Dalam pemilihan bahan bakar padat, maka harus mempertimbangkan sifat fisik dan sifat kimianya. Yang meliputi sifat fisik adalah nilai panas, kadar air, bahan yang mudah menguap, dan abu. Sedangkan yang termasuk sifat kimia adalah kandungan berbagai bahan kimia seperti karbon (C), Hidrogen (H), oksigen (O), dan sulfur (S).

Untuk menganalisa bahan bakar padat, dapat digunakan dua pendekatan, yaitu analisa *ultimate* dan analisa *proximate*. Analisa *ultimate* menganalisa seluruh elemen komponen kimia dari bahan bakar padat yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan sulfur (S). Sedangkan analisa *proximate* menganalisa *fixed carbon*, bahan yang mudah menguap (*volatile matter*), kadar air (*moisture*), dan persen abu (<http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran>). Ada beberapa jenis pengujian untuk mengetahui kualitas dari bahan bakar padat, yaitu :

1. Analisa *Proximate*

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

- a. Kadar air (*moisture*)

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

- Meningkatkan kehilangan panas, karena penguapan dan pemanasan yang berlebih dari uap.
- Membantu pengikatan partikel halus pada tingkatan tertentu.
- Membantu radiasi transfer panas.

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

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

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

c. Kadar abu (*ash*)

Abu merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Kandungannya berkisar antara 5% hingga 40%. Penentuan kadar abu dilakukan setelah dilakukan uji *volatile matter*. Setelah itu memanaskan bahan bakar padat dengan pembakaran Bunsen hingga seluruh karbon terbakar pada suhu 700-750 °C. Kemudian abunya ditimbang (A). Pengaruh abu terhadap proses pembakaran adalah :

- Mengurangi kapasitas pembakaran
- Mengurangi kapasitas pembakaran
- Menyebabkan penggumpalan dan penyumbatan

d. *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 (H), oksigen (O), sulfur (S), dan nitrogen (N) yang tidak dibawa oleh gas asap. *Fixed carbon* memberikan perkiraan kasar terhadap nilai

panas bahan bakar padat. Besarnya *fixed carbon* (FC) dapat ditentukan dengan cara menghitung sisa dari jumlah bahan diatas, sehingga diperoleh :

$$FC = 100 - (M + VM + A) \quad (2-7)$$

(<http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran>)

2. 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.

Dari kedua analisa diatas dapat dibuat suatu hubungan antara analisa *ultimate* dan analisa *proximate* yang dapat dilihat pada table 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Hubungan antara analisa *ultimate* dan analisa *proximate*

% C	=	$0,97 + 0,7 (VM - 0,1 A) - M (0,6 - 0,01M)$
% H	=	$0,03FC + 0,086 (VM - 0,1A) - 0,0035M^2 (1 - 0,02M)$
% N ₂	=	$2,10 - 0,020 VM$

Sumber : (<http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran>)

Dimana :

FC = % *fixed carbon*

M = % kadar air (*moisture*)

VM = % *volatile matter*

A = % abu (*ash*)

2.3.3.1 Bahan Bakar Padat Fosil (*Fossil Solid Fuel*)

Bahan bakar padat fosil adalah bahan bakar yang berasal dari pemfosilan senyawa karbohidrat C_x(H₂O)_y yang dihasilkan oleh tumbuhan-tumbuhan selama jutaan tahun lamanya. Bahan bakar padat fosil yang digunakan pada sekarang ini kebanyakan diproduksi pada masa *carboniferous* dan dalam era *paleozoicum*, sekitar

tiga ratus juta tahun yang lalu. Tumbuh-tumbuhan yang mati mengalami penekanan dan panas, karena ketiadaan oksigen, maka terjadi perubahan dari karbohidrat $C_x(H_2O)_y$ berubah menjadi senyawa hidrokarbon C_xH_y .

Perubahan karbohidrat menjadi senyawa hidrokarbon dalam bahan bakar padat fosil merupakan proses pengarangan yang memakan waktu berjuta-juta tahun lamanya, dimana tumbuh-tumbuhan yang mati mengalami perubahan secara bertahap mulai dari tumbuhan berubah menjadi gambut, kemudian berubah menjadi lignit dan lignit dalam jangka waktu yang lama akan berubah menjadi batubara

2.3.3.2 Bahan Bakar Padat Bukan Fosil (*Non Fossil Solid Fuel*)

Bahan bakar padat bukan fosil merupakan produk dari fotosintesis yang berupa tumbuh-tumbuhan atau biomassa. Fotosintesis adalah proses dimana butir-butir hijau daun (*clorofil*) yang bekerja sebagai sel surya menyerap energi matahari dan mengkonversikan karbondioksida (CO_2) dengan air (H_2O) menjadi suatu senyawa karbon, hidrogen dan oksigen (Kadir, A, 1996). Proses fotosintesis adalah sebagai berikut :

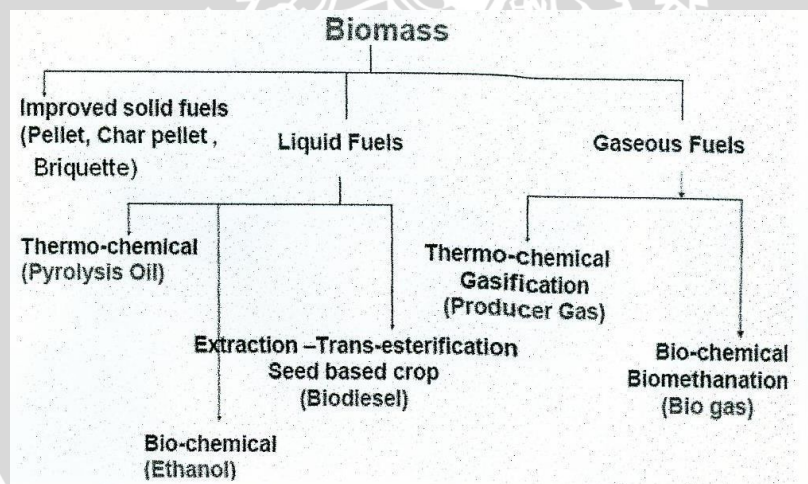


- Dimana:
- E = Energi Matahari
 - CO_2 = Karbondioksida
 - $C_x(H_2O)_y$ = Hidrokarbon yang terjadi
 - O_2 = Oksigen
 - H_2O = Air

Hidrokarbon yang terjadi dapat berbentuk gula tebu atau gula bit yang mempunyai rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$ ataupun misalnya berbentuk selulosa yang mempunyai rumus kimia $C_6H_{10}O_5$. Dengan proses ini, tumbuhan dapat terus tumbuh dan berkembang yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia yang salah satunya adalah dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, biomassa dapat dimanfaatkan langsung sebagai

bahan bakar atau diolah terlebih dahulu dalam bentuk lain dengan memberikan beberapa perlakuan, misalnya perlakuan panas. Sedangkan yang dimanfaatkan langsung misalnya kayu bakar dan yang diolah terlebih dahulu adalah arang kayu.

Menurut Annurada, G, (2006), biomassa adalah bahan organik yang mengandung baik secara langsung ataupun tidak langsung energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis, yang merupakan kelompok biomassa meliputi limbah pertanian, limbah perhutanan, limbah agro industri, kotoran binatang, dan tanaman air. Biomassa merupakan salah satu energi alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable energy*) dan banyak tersedia di alam. Biomassa sebagai bahan bakar alternatif menyediakan energi sebesar 3.10^{12} J pertahun dan yang dimanfaatkan hanya dibawah 2% sebagai bahan bakar. Selain dijadikan sebagai bahan bakar padat, biomassa juga dapat dijadikan sebagai bahan bakar cair dan gas. Pemanfaatan biomassa dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini :



Gambar 2.4 :Efektivitas pemanfaatan biomassa
 Sumber : Annuarda, G, (2006)

2.4 Bahan Bakar Briket

Menurut Adan, I.U, (1998), briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Briket merupakan bahan bakar yang berbentuk padat dan termasuk bahan bakar alternatif yang merupakan pengganti bahan bakar minyak yang

paling murah dan memungkinkan untuk dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana.

Salah satu teknologi yang dapat berubah biomassa menjadi lebih praktis dan ekonomis, yaitu briket (Wilaipon, P, 2003). Biomassa tersebut apabila dijadikan briket akan meningkatkan energi per unit volume dan keseragaman dalam bentuk dan ukuran (Bhattacharya, S.C, 1990). Briket merupakan salah satu metode pengelompokan material dengan cara *compaction*. Pada dasarnya prinsip pembuatan briket adalah dengan memberikan tekanan pada piston untuk meringkas material dalam cetakan sehingga membentuk briket (Wilaipon, P, 2003). Kelebihan dari pemakain briket antara lain:

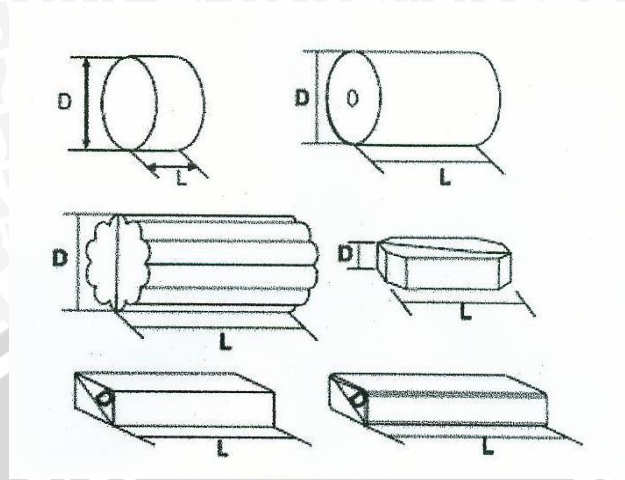
- a. Briket sangat baik sebagai pengganti kayu
- b. Memiliki nyala api yang kecil dan asap yang rendah
- c. Pembakaran dengan panas yang tetap dan tahap lama
- d. Sangat cocok untuk memasak yang membutuhkan waktu yang lama

Menurut Ula, A.Z, (2000), pembuatan briket pada dasarnya terdiri dari tahapan-tahapan proses yang sama. Tahapan proses tersebut adalah:

- a. Penyiapan bahan dasar untuk briket
- b. Peremukan bahan dasar
- c. Pencampuran bahan dasar dengan pengikat
- d. Pencetakan (pembriketan)
- e. Pengeringan

2.4.1 Bentuk Briket

Pada gambar 2.5 dan 2.6 dibawah ini dapat dilihat beberapa contoh dari bentuk briket biomassa berdasarkan standard eropa (CEN/ *The European Committee For Standarization*)



Gambar 2.5 : Bentuk briket biomassa
 Sumber : Belbo, H, 2006

Dimana: L = Panjang briket
 D = Diameter briket



Gambar 2.6 : Contoh briket biomassa di Eropa
 Sumber : Belbo, H, 2006

Sedangkan dimensi briket biomassa yang diijinkan berdasarkan standard DIN dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Ukuran dari briket biomassa yang diijinkan

<i>Fuel Class</i>	<i>Length</i>	<i>Cross section or width and length</i>
HP 1	>30 cm	>10 cm
HP 2	15 – 30 cm	6 – 10 cm
HP 3	10 – 16 cm	3 – 7 cm
HP 4	< 10 cm	1 – 4 cm
HP 5	< 5 cm	0,4 – 1 cm

Sumber: Hartman, H, 1999

2.4.2 Kualitas Briket

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

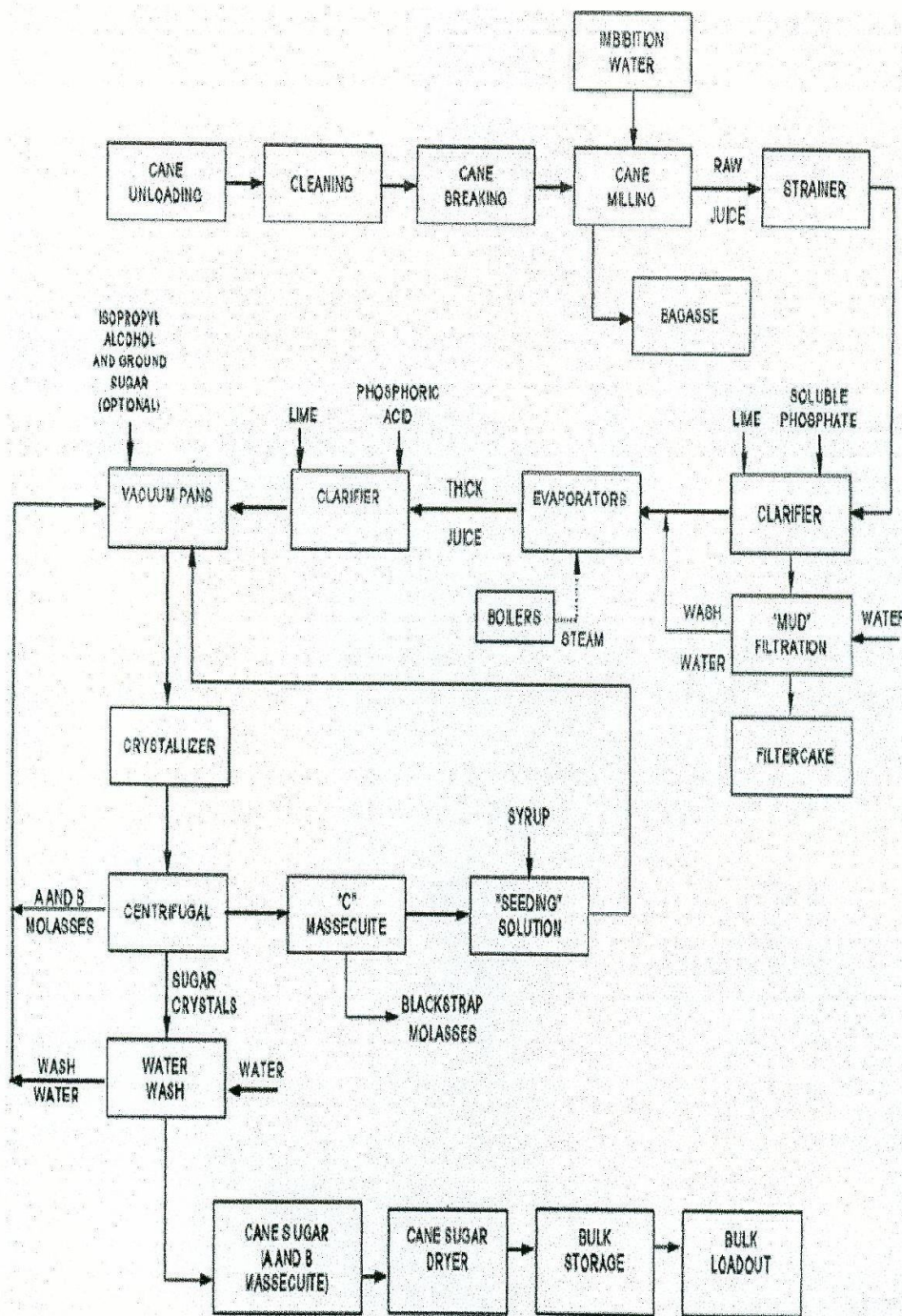
1. Tidak berasap dan tidak bau. Dimana asap dapat dikurangi dengan menggunakan pengikat yang tidak berasap dan mampu menyerap bau. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)
2. Mempunyai kekuatan tekan lebih dari 6 kgf/cm², sehingga tidak mudah pecah saat dipindahkan atau diangkat. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)
3. Mempunyai temperatur pembakaran tetap (350 °C). Lama pembakaran dalam temperatur tetap (350 °C) dapat diusahakan dengan mengatur pemasukan udara dalam batas tertentu, sehingga akan memperlama waktu pembakaran tanpa menurunkan temperatur pembakaran. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)
4. Gas hasil pembakaran tidak mengandung CO yang tinggi. (Abdullah, 1991)
5. Tidak mengotori tangan, tidak terlalu cepat terbakar, dapat menyala terus tanpa dikipas. (Soedjoko dan Wardoyo, 1987)

2.5 Blotong (*Filter Cake*)

Blotong merupakan limbah agro-industri dan pabrik gula yang merupakan hasil endapan (limbah pemurniaan) nira sebelum dimasak dan dikristalkan menjadi gula pasir. Bentuknya seperti tanah berpasir berwarna hitam, memiliki bau tak sedap

jika masih basah. Bila tidak segera kering akan menimbulkan bau busuk yang menyengat (Hamawi, M, 2005). Skema dari proses terbentuknya blotong (*Filter Cake*) dari pembuatan gula dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut ini:





Gambar 2.7 :Skema terbentuknya blotong
 Sumber : Akbar, N, 2006



Pada tabel 2.3 dapat dilihat persentase produk dari pengolahan tebu pada industri gula:

Tabel 2.3 Persentase *input* dan *output* dari industri gula

<i>Input/Output</i>	<i>Percent of cane or Clarified juice</i>
<i>Water added for imbibition</i>	15,00 % of cane
<i>Baggase produced</i>	30,00 % of cane
<i>Filter cake removed</i>	3,00 % of cane
<i>Final Molasses produced</i>	4,85 % of cane
<i>Clarified juice obtained</i>	85,00 % of cane
<i>Raw sugar producer</i>	10,53 % of clarified juice
<i>Refine sugar produced</i>	8,50 % of cane

Sumber: Akbar, N, 2006

Komposisi kimia blotong yang berdasarkan analisa *proximate* dapat dilihat pada tabel 2.4 dan untuk analisa *ultimate*-nya dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.4 Komposisi blotong berdasarkan analisa *proximate*

No.	Komposisi	Persentase
1.	Air	60 – 78
2.	Sucrose	2,0 – 2,1
3.	Nitrogen	0,2 – 2,7
4.	Serat	4,3 – 6,5
5.	Abu	41,00
6.	P20s	0,4 – 1,11
7.	K20	0,02
8.	CaO	0,8 – 1,1

Sumber: Abdul Syukur, D, 2006

Tabel 2.5 Komposisi blotong berdasarkan analisa *ultimate*

No	Komposisi	Persentase
1.	Karbon (C)	46,29
2.	Hidrogen (H)	6,86
3.	Nitrogen (N)	5,05
4.	Sulfur (S)	0,77
5.	Klorin(Cl)	0,03
6.	Abu (Ash)	41,0

Sumber: Meunchang, S, 2004

Secara tradisional, blotong dimanfaatkan oleh masyarakat disekitar pabrik gula sebagai bahan bakar industri tahu, batu bata dan genteng. Dengan cara, blotong yang baru diambil dari pabrik gula dalam kondisi lembek atau hancur oleh warga dipadatkan dengan diinjak-injak. Kemudian blotong dibentuk dengan ketebalan sekitar 30cm memanjang. Untuk mempercepat pemandatan, biasanga juga disira air. Setelah cukup padat, blotong dibiarkan beberapa hari. Setelah dua atau tiga hari, blotong sudah bisa dibentuk kotak-kotak berdasarkan selera dan bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar (Kholis, 2003). Selain itu blotong memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 4872 kcal/kg (Meunchang, 2004), sehingga tidak kalah jika dibandingkan dengan nilai kalor bahan padat lainnya. Pada gambar 2.8 berikut dapat dilihat wujud dari blotong kering:



Gambar 2.8 :Blotong kering (*filter cake*)
Sumber : Hamawi, M, 2005

2.6 Tongkol Jagung

Tanaman jagung merupakan komoditas pertanian yang cukup penting baik sebagai pangan maupun pakan ternak. Jagung (*Zea mays L*) adalah tanaman asli Amerika Utara namun sekarang telah menyebar ke seluruh penjuru dunia. Tanaman jagung dapat dibudidayakan pada semua iklim dengan musim panas yang panjang. Pada budidaya tanaman jagung dihasilkan produk utama berupa jagung pipilan dan produk samping berupa tongkol jagung (Adan, I.U, 1998).



Gambar 2.9 Tongkol Jagung

Potensi tongkol jagung yang dihasilkan adalah sebesar 1 ton/Ha. Pada tabel berikut ini ditampilkan hasil analisa kandungan tongkol jagung.

Tabel 2.6 Hasil Analisis Kandungan Tongkol Jagung

No	Kandungan	Persentase
1.	Kadar air	59,21
2.	Bahan Kering	40,79
3.	Protein Kasar	3,25
4.	Lemak Kasar	1,33
5.	Serat	28,89
6.	Abu	1,49
7.	BETN	65,04

Sumber : Adan, I.U, 1998

2.7 Performa Pembakaran

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

2.7.1 Nilai Kalor

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

Nilai kalor pembakaran tinggi (HHV) adalah energi panas yang dilepaskan oleh satu satuan massa bahan bakar tanpa memperhitungkan jumlah kalor yang dikeluarkan akibat terbentuknya uap air (H_2O). Sedangkan nilai kalor rendah (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 bahwa perbedaan antara HHV dan LHV merupakan panas laten dari sejumlah uap air dalam gas hasil pembakaran bahan bakar apabila pembakarannya memakai udara kering, dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Cengel, Y.A, 2002).:

$$HHV = LHV + (mh_{fg}) H_2O \quad \dots\dots(Cengel; 2002: 714) \quad (2-11)$$

Dimana m adalah massa dari produk H_2O persatuan massa bahan bakar dan h_{fg} adalah entalpi penguapan dari air pada temperatur tertentu. (Cengel, Y.A, 2002).

2.7.2 Temperatur Pembakaran

Temperatur pembakaran adalah temperatur yang dihasilkan oleh produk pembakaran bila reaksi berlangsung secara sempurna dan semua panas yang dilepaskan digunakan sebagai panas produk. Untuk memperoleh temperatur maksimum, bahan bakar harus direaksikan dengan oksigen secara stoikiometris dan

reaksi pembakaran harus sempurna. Bila pembakaran dilakukan dengan mereaksikan bahan bakar dan udara (O_2 dan N_2), maka temperatur yang akan diperoleh lebih rendah karena sejumlah panas digunakan untuk meningkatkan temperatur nitrogen dan kerugian karena pembakaran tidak sempurna (Wijayanti, W, 2003). Temperatur pembakaran dipengaruhi oleh jenis bahan bakar, besarnya udara atau banyaknya oksigen, dan jenis pembakarannya.

2.7.3 Kecepatan Pembakaran

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

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

.....(Hudaya; 1981: 73) (2-13)

2.7.4 Efisiensi Pembakaran

Menurut Hudaya dan Winarto (1981), efisiensi pembakaran merupakan perbandingan antara selisih energy yang dikandung oleh bahan bakar pada awal pembakaran dan sisi pembakara terhadap energy yang dikandung bahan bakar awal, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Pembakaran} = \frac{\text{Nilai kalor bahan bakar awal} - \text{Nilai kalor bahan bakar sisa}}{\text{Nilai kalor bahan bakar awal}} \times 100\%$$

.....(Hudaya; 1981: 75) (2-14)

2.8 Hipotesa

Dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan pada bahan bakar briket blotong menyebabkan kandungan abunya berkurang, dan kandungan serat serta nilai kalornya bertambah, sehingga mutu bahan bakar dan performa pembakarannya meningkat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap performa pembakaran yang meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran dan efisiensi pembakaran pada bahan bakar blotong (*Filter Cake*) yang dijadikan sebagai briket blotong.

3.2 Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain, besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya diubah-ubah untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dari obyek penelitian. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah perbandingan besarnya persentase tongkol jagung dengan blotong, yaitu {(0:100); (2:98); (6:94); (10:90); (15:85)} dalam persentase berat.

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

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

- Nilai kalor Pembakaran (kal/gr)
- Kecepatan Pembakaran (kg/jam)
- Temperatur Pembakaran ($^{\circ}\text{C}$)
- Efisiensi Pembakaran (%)

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya tetap dan ditentukan sebelum penelitian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah tekanan pembriketan sebesar 5 kg/cm^2 dan 10 kg/cm^2 .

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

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

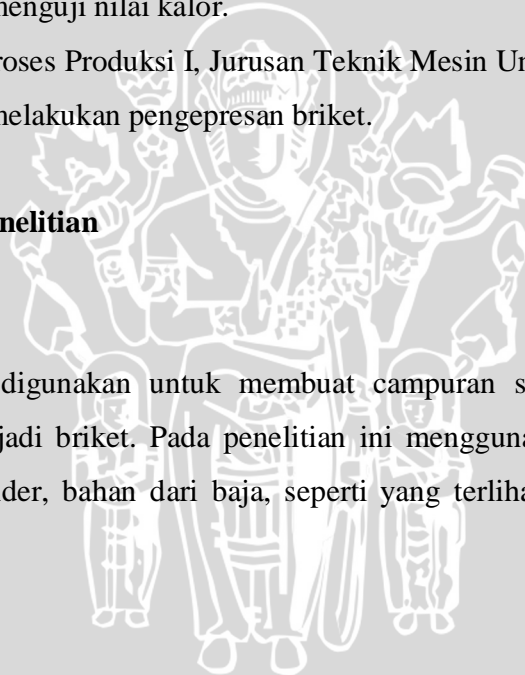
- a. Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk menguji nilai kalor.
- b. Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk melakukan pengepresan briket.

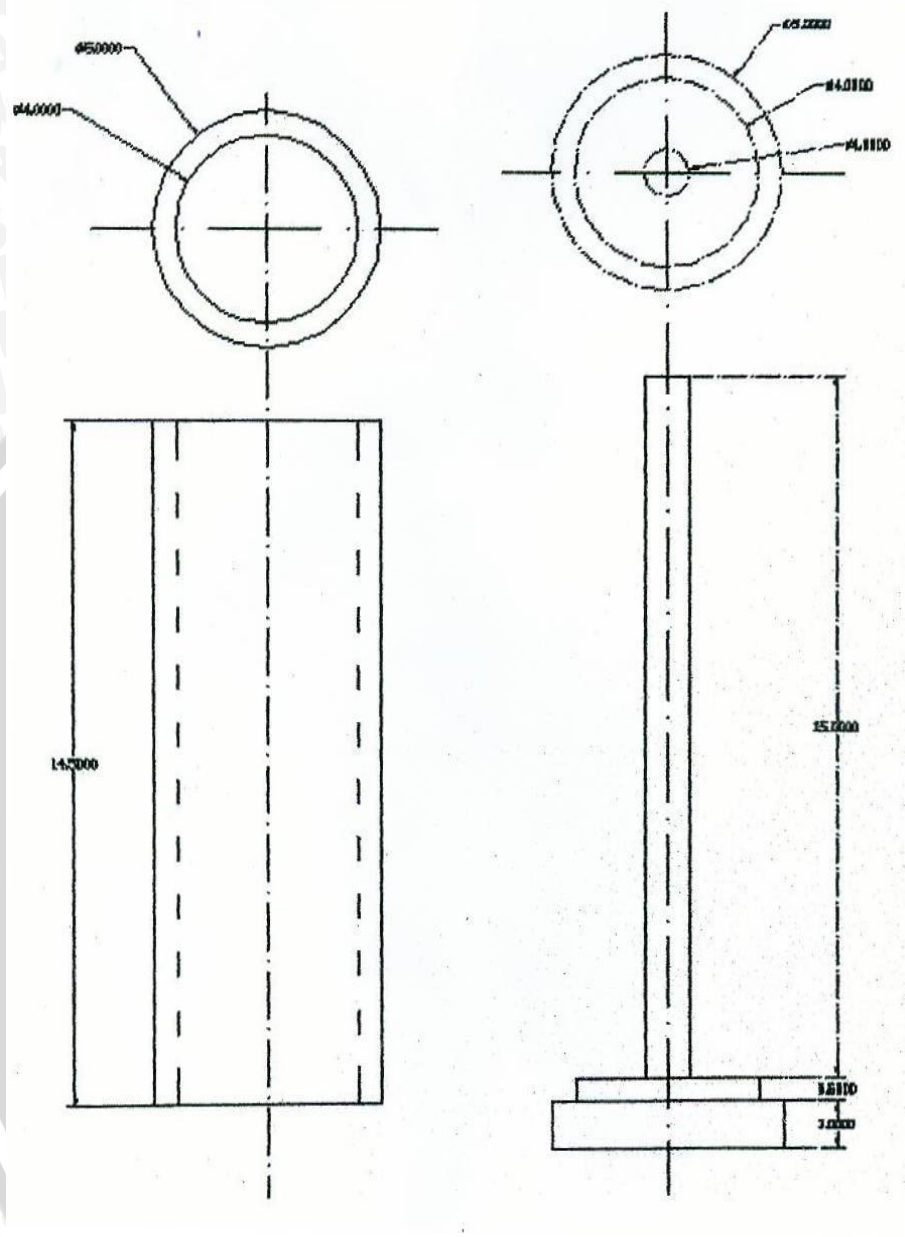
3.4 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat-Alat Penelitian

a. Cetakan

Cetakan ini digunakan untuk membuat campuran serbuk blotong dan tongkol jagung menjadi briket. Pada penelitian ini menggunakan cetakan briket yang berbentuk silinder, bahan dari baja, seperti yang terlihat pada gambar 3.1 dibawah ini:





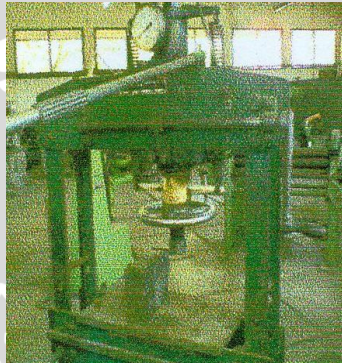
Gambar 3.1 Cetakan Briket

- Tinggi (h) = 14 cm
- Diameter dalam = 4 cm
- Diameter luar = 5 cm
- Diameter poros = 1 cm



b. Alat Press Hidrolik

Alat press ini digunakan dalam proses pembuatan briket, alat ini terdapat di Laboratorium Proses Produksi I Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Campuran serbuk blotong dan tongkol jagung setelah dimasukkan dalam cetakan kemudian ditekan dengan menggunakan alat ini sehingga dihasilkan briket blotong dalam bentuk padat. Berikut gambar dan spesifikasi dari alat press yang digunakan dalam pembuatan briket blotong:



Gambar 3.2 Alat Press Hidrolik

Merk : Hydraulic Press Nagasaki Jack Co., LTD
Type : NSP-15
Kapasitas : 600 kg/cm²
Buatan : Nagasaki Jack Co., LTD, Japan

c. Timbangan Digital

Timbangan ini digunakan untuk mengukur berat dari bahan yang digunakan dalam pembuatan briket blotong yang terdiri dari blotong dan ampas tebu. Serta digunakan untuk menimbang berat briket yang telah dibakar untuk diketahui pengurangan massanya. Berikut gambar dan spesifikasi dari timbangan digital yang digunakan:

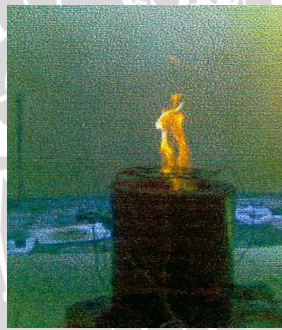


Gambar 3.3 Timbangan Digital

Merk : METTLER
 Type : PJ 3000
 Frekuensi : 50-60 Hz
 Daya : 100-1200 V 80 Ma 200-240 V MA
 Buatan : Germany

d. Tungku Pembakaran

Tungku yang digunakan adalah tungku tipe sarang tawon dengan penambahan 6 lubang pada dinding dalamnya. Alat ini digunakan sebagai tempat melakukan proses pembakaran briket blotong.

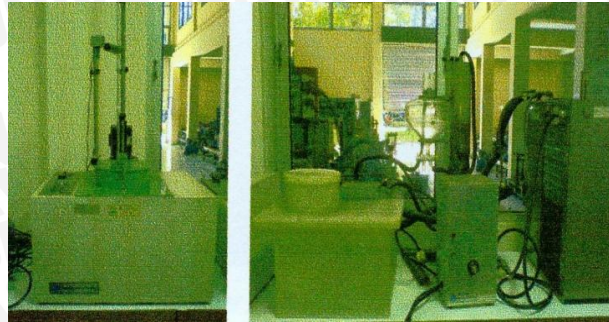


Gambar 3.4 Tungku pembakaran

e. *Adiabatic Calorimeter*

Alat ini digunakan untuk menguji nilai kalor dari briket blotong yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui berapa nilai kalor dari briket blotong tersebut. Berikut gambar dan spesifikasi dari *adiabatic calorimeter* yang digunakan:





Gambar 3.5. Adiabatic Calorimeter

Merk	: PARR
Daya	: 100w
Frekwensi	: 115 V60 HZ 115 V50 HZ 230 V50 HZ
Buatan	: Parr instrument company, MOLINE-ILLIOIS

f. Termokopel

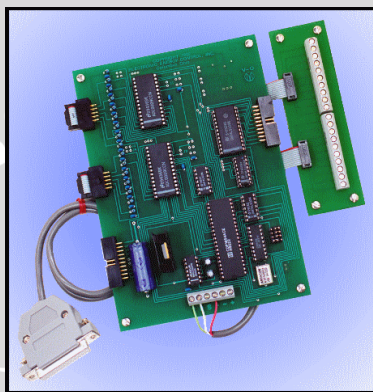
Merupakan sensor temperatur yang digunakan untuk mengukur temperatur pembakaran di ruang bakar. Pada penelitian ini menggunakan termokopel tipe K yang mampu mengukur temperatur sampai 125°C. Termokopel yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut:



Gabar 3.6. Termokopel

g. *Analog Digital Converter (ADC)*

Berfungsi untuk mengkonversikan sinyal analog yang berupa tegangan dari sensor menjadi sinyal digital agar dapat dibaca oleh computer. Bahasa program yang digunakan adalah Visual Basic. Berikut gambar dari ADC yang digunakan.



Gambar 3.7 *Analog Digital Converter*

h. *Briket Blotong*

Berikut ini adalah gambar dari briket blotong yang akan diuji:



Gambar 3.8 *Briket blotong*

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Briket Blotong

Dalam melakukan pembuatan briket blotong, maka langkah-langkah yang harus dilakukan antara lain :

1. Blotong dan tongkol jagung dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari kurang lebih selama 7 hari untuk memastikan bahwa blotong dan tongkol jagung sudah benar-benar kering .
2. Blotong yang sudah kering kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran butir yang lebih seragam.
3. Serbuk blotong kemudian dicampur dengan tongkol jagung dengan besar komposisi yang telah ditentukan.
4. Campuran antara blotong dan tongkol jagung kemudian ditimbang seberat 50 gr untuk setiap briket. Setelah itu dimasukan ke dalam cetakan dan di press.
5. Setelah jadi, briket dikeringkan . Setelah kering briket siap digunakan sebagai bahan bakar.

3.5.2 Pengujian Nilai Kalor

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

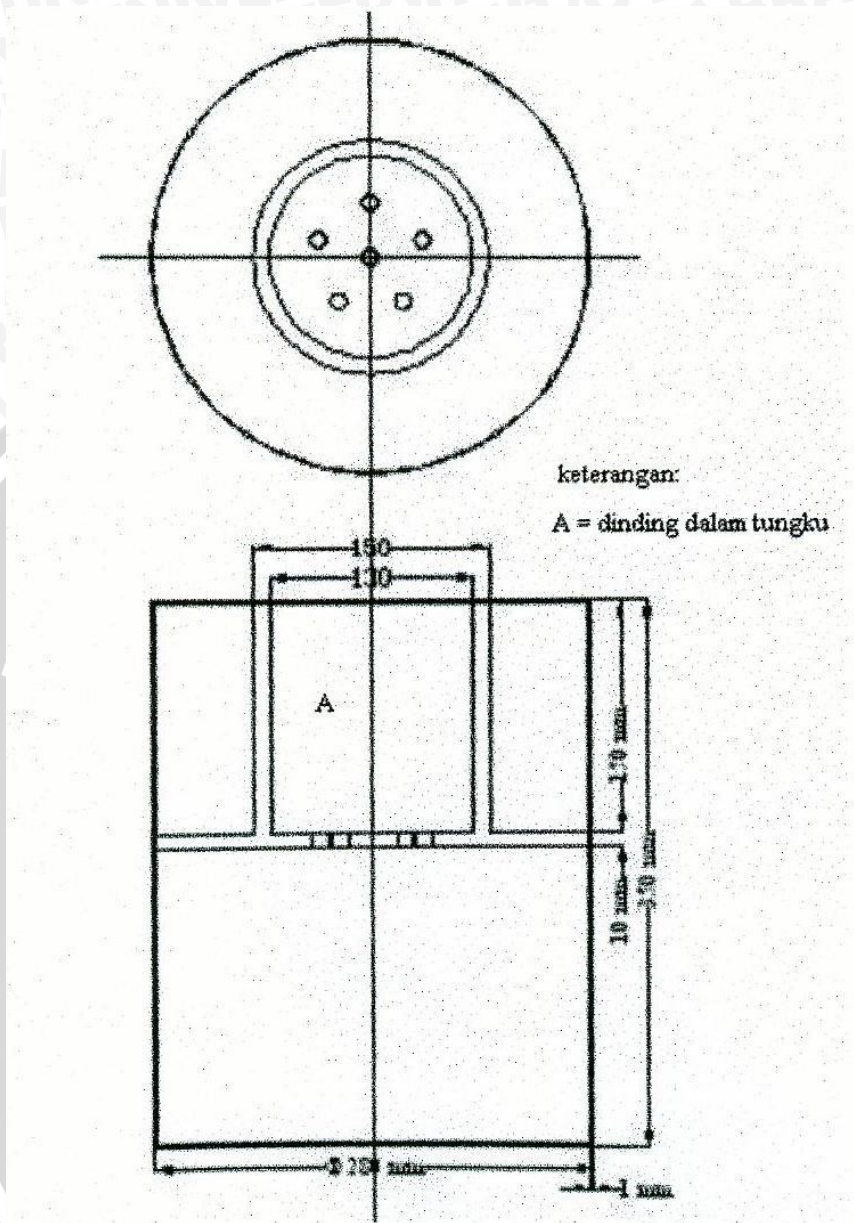
1. Sampel yang berupa briket blotong, diserbukan dan ditimbang dengan berat 1 gr.
2. Kawat pembakar dipotong sepanjang 10 cm.
3. Ujung-ujung kawat dipasang berhubungan dengan spesimen dalam bom kalorimeter. Pemasangan kawat tidak boleh sampai menyentuh dinding kapsul.
4. Air sebanyak 2000 cc dimasukan ke dalam tabung.
5. Bom kalorimeter yang telah terisi sampel ditutup rapat

6. Bom kalorimeter diisi dengan O₂ secara otomatis dengan tekanan kurang lebih 15-20 atm
7. Bom kalorimeter dimasukkan kedalam tabung yang telah terisi air 2000 cc.
8. Aliran listrik dihubungkan kedalam bom kalorimeter
9. Tabung (*bucket*) dimasukkan kedalam *jacket* kemudian ditutup.
10. Stirer dipasang dan dihubungkan dengan aliran listrik.
11. Suhu awal dicatat setelah temperature air pada *bucket* sama dengan temperatur pada *jacket*.
12. Setelah suhu awal dicatat, kemudian ditekan tombol pembakaran
13. Suhu akhir dicatat setelah kenaikan temperatur *bucket* maksimal.
14. Aliran listrik dimatikan
15. Tutup *jacket* di buka dan bomkalori meter dikeluarkan.

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

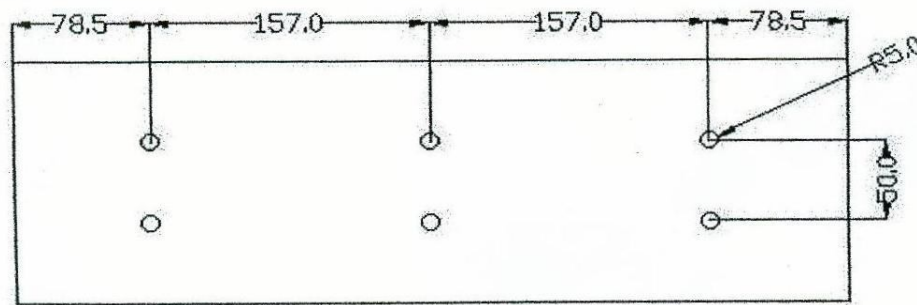
3.5.3 Pengujian Temperatur Pembakaran

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya temperatur pembakaran dari briket blotong, dengan menggunakan alat thermokopel. Pada gambar 3.9 di bawah ini merupakan gambar dari dimensi tungku yang digunakan untuk penelitian, yaitu tungku tipe sarang tawon dengan penambahan 6 lubang pada dinding dalamnya.

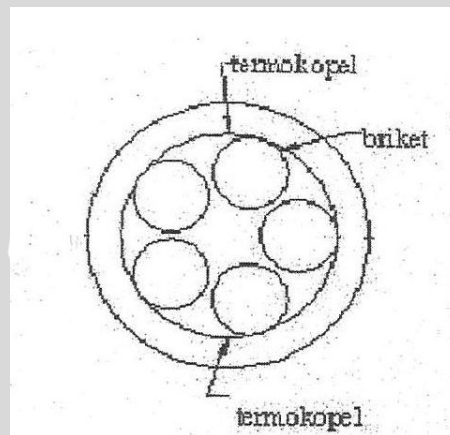


Gambar 3.9 Dimensi tungku tipe sarang tawon.

Pada gambar dimensi tungku tipe sarang tawon di atas, huruf A menunjukkan dinding dalam tungku yang diberi lubang. Untuk mengetahui jarak antar lubang pada dinding dalam tersebut, maka dinding dalam direbahkan sehingga dapat dilihat dimensinya seperti pada gambar 3.10 di bawah ini :

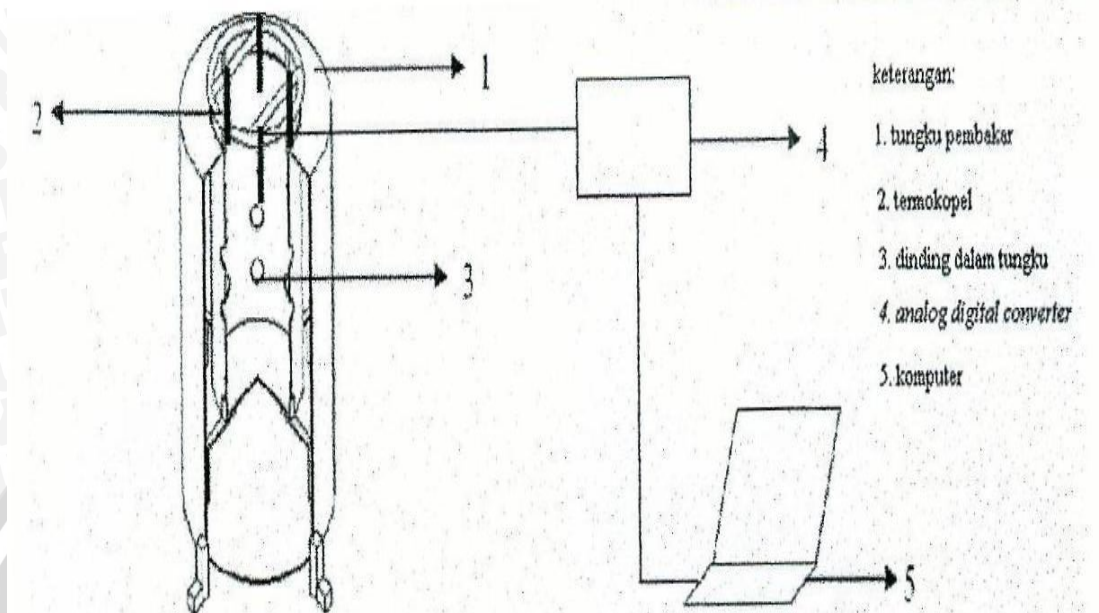


Gambar 3.10 Gambar dinding dalam tungku dengan 6 lubang Untuk peletakan termokopel dapat dilihat pada gambar 3.11 di bawah ini :



Gambar 3.11 Peletakan termokopel

Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan 15 briket blotong pada bagian dalam tungku, kemudian termokopel diletakkan pada tungku seperti pada gambar 3.11 di atas. Kemudian termokopel dihubungkan dengan ADC (*analog digital converter*), dan kabel output dari ADC dihubungkan ke komputer. Setelah semua terhubung, kemudian komputer dinyalakan dan program pengambilan data dijalankan. Atur lama pengambilan data, setelah briket di bakar tekan *start* pada program. Temperatur hasil pembakaran secara langsung akan disimpan dalam komputer. Skema instalasi dan alat yang digunakan dalam pengujian tempeatur pembakaran dapat dilihat pada gambar 3.12 di bawah ini :



Gambar 3.12 Instalasi penelitian untuk mengukur temperatur pembakaran

3.5.4 Pengujian Kecepatan Pembakaran

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur massa bahan bakar awal dan massa bahan bakar akhir (setelah dilakukan pembakaran selama 1 jam). Kemudian besarnya nilai kecepatan pembakaran dihitung berdasarkan persamaan (2-7).

3.5.5 Pengujian Efisiensi Pembakaran

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur nilai kalor bahan bakar awal dan nilai kalor bahan bakar akhir (setelah dilakukan pembakaran selama 1 jam). Kemudian besarnya nilai efisiensi pembakaran dihitung berdasarkan persamaan matematis dengan menggunakan persamaan (2-8).

3.6 Rancangan penelitian

Untuk mengetahui pengaruh hubungan antara variasi persentase tongkol jagung yang ditambahkan pada briket blotong terhadap performa pembakarannya yang

meliputi nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran, dan efisiensi pembakaran maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah 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 diperoleh suatu analisa dan kesimpulan yang benar. Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode acak lengkap dengan satu faktor, karena hanya ada satu faktor yang diamati yaitu variasi penambahan tongkol jagung pada blotong.

Hasil pengukuran dan pengambilan data dari masing-masing pengujian nilai kalor, temperatur pembakaran, kecepatan pembakaran, dan efisiensi pembakaran dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 3.1 Rancangan penelitian untuk nilai kalor pada briket blotong

Pengulangan	Perbandingan antara tongkol jagung dengan blotong (%)				
	A (0:100)	B (2:98)	C (6:94)	D (10:90)	E (15:85)
1	X11	X21	X31	X41	X51
2	X12	X22	X32	X42	X52

Keterangan:

X = Data nilai kalor briket blotong

X_{ij} = Data pengamatan yang berupa nilai kalor pada variasi penambahan tongkol jagung ke-i dan ulangan ke-j.

Tabel 3.2 Rancangan penelitian untuk temperatur pembakaran pada briket blotong

Data Temperatur (menit ke-)	Perbandingan antara tongkol jagung dengan blotong (%)				
	A (0:100)	B (2:98)	C (6:94)	D (10:90)	E (15:85)
1	X11	X21	X31	X41	X51

.....	X _{ij}	X _{ij}	X _{ij}	X _{ij}	X _{ij}
60	X _{1,60}	X _{2,60}	X _{3,60}	X _{4,60}	X _{5,60}

Keterangan:

X = Data temperatur pembakaran briket blotong

X_{ij} = Data pengamatan yang berupa temperatur pembakaran pada variasi penambahan tongkol jagung ke-i dan ulangan ke-j.

Tabel 3.3 Rancangan penelitian untuk kecepatan pembakaran pada briket blotong

Perbandingan antara tongkol jagung dengan blotong (%)				
A	B	C	D	E
(0:100)	(2:98)	(6:94)	(10:90)	(15:85)
X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁	X ₄₁	X ₅₁

Keterangan:

X = Data kecepatan pembakaran briket blotong

X_{ij} = Data kecepatan pembakaran pada variasi penambahan tongkol jagung ke-i dan ulangan ke-j.

Tabel 3.4 Rancangan penelitian untuk efisiensi pembakaran pada briket blotong

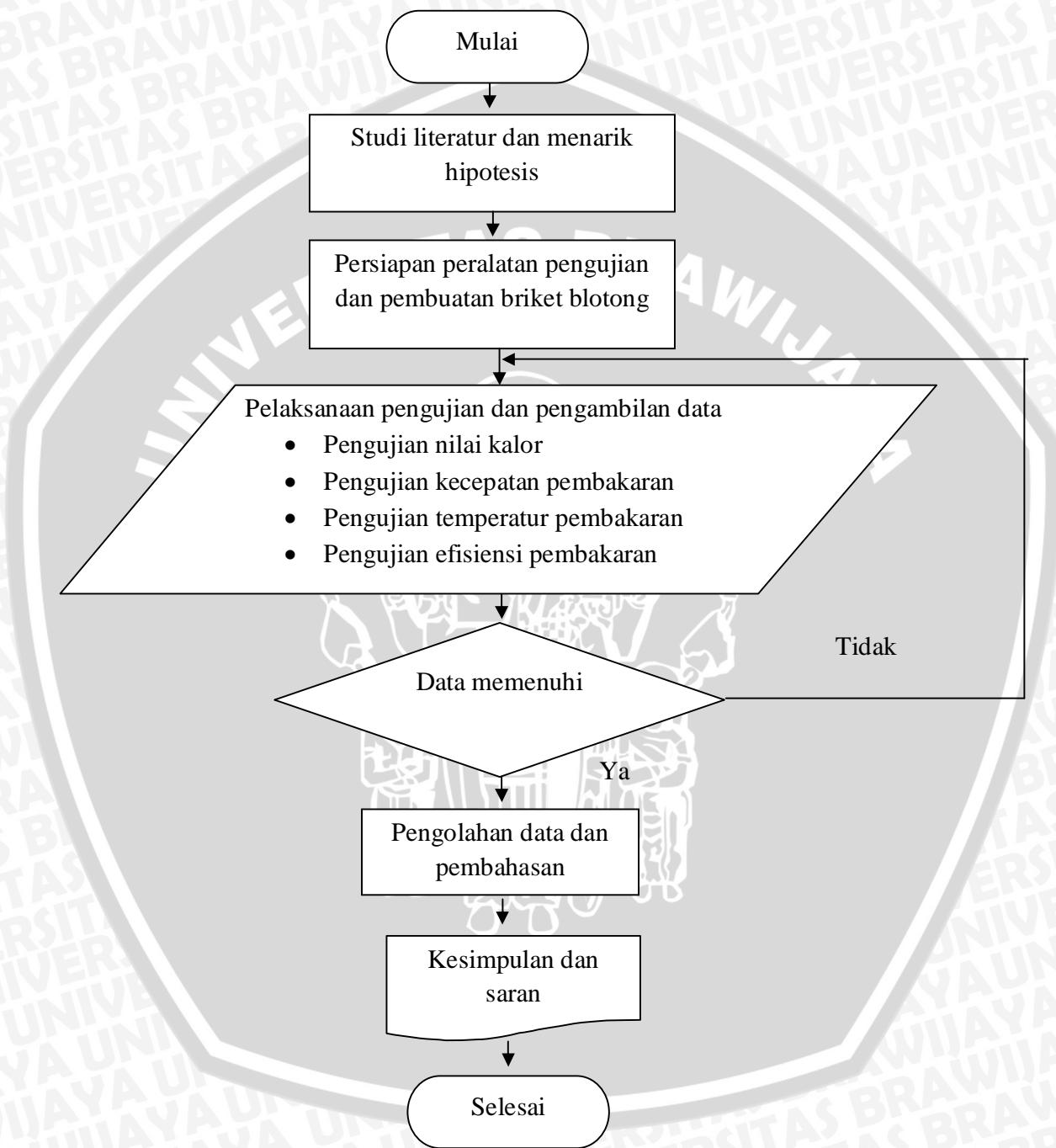
Perbandingan antara tongkol jagung dengan blotong (%)				
A	B	C	D	E
(0:100)	(2:98)	(6:94)	(10:90)	(15:85)
X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁	X ₄₁	X ₅₁

Keterangan:

X = Data efisiensi pembakaran briket blotong

X_{ij} = Data efisiensi pembakaran pada variasi penambahan tongkol jagung ke-i dan ulangan ke-j.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data nilai kalor, kandungan abu, temperatur, kecepatan dan efisiensi pembakaran dari briket blotong dengan penambahan tongkol jagung sebesar 0%, 2%, 6%, 10%, 15%. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk data nilai kalor dan kandungan abu dari blotong dan tongkol jagung, tabel 4.2 dan 4.3 untuk data temperatur, kecepatan dan efisiensi pembakaran briket blotong.

Tabel 4.1 Nilai kalor, kandungan abu dari blotong dan tongkol jagung

Persentase Tongkol Jagung (%)	Nilai Kalor (kal/gr)	Kandungan Abu (%)
0	2174.063	33
2	2438.314	30
6	2486.360	29.5
10	2570.439	28.5
15	2726.588	27.5
100	4059.853	5

Tabel 4.2 Temperatur, Kecepatan dan Efisiensi Pembakaran dengan tekanan pembrikiten 5 kg

Persentase Tongkol Jagung (%)	Temperatur Maksimal (°C)	Kecepatan (kg/jam)	Efisiensi (%)
0	435.415	0.1244	68.04081
2	441.956	0.2571	73.62534
6	485.019	0.2989	74.08443
10	487.266	0.3091	75.42066
15	556.256	0.332	80.76609

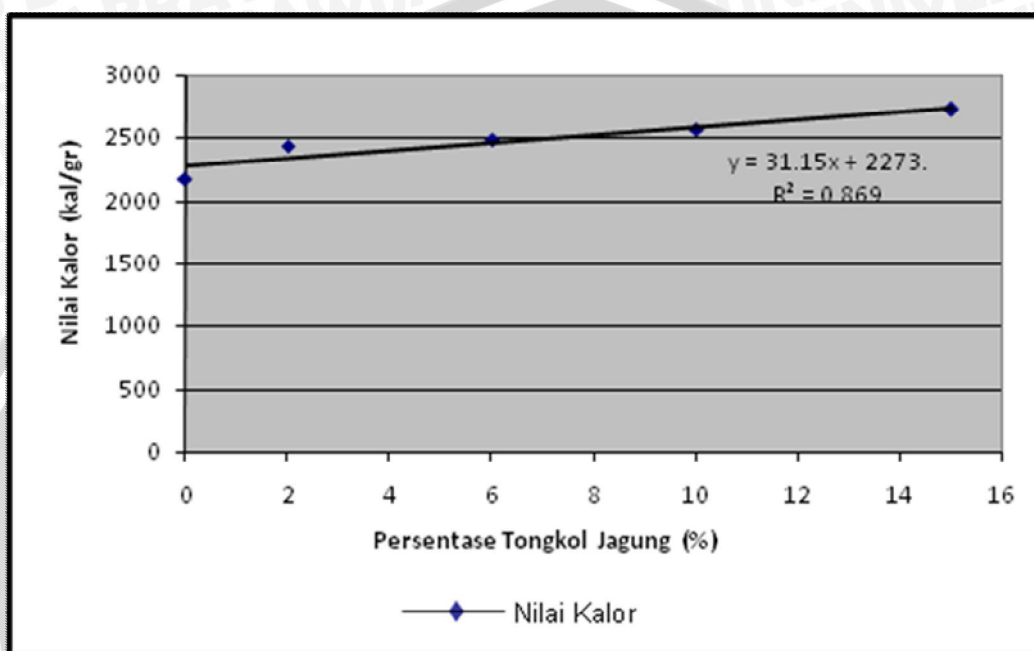
Tabel 4.3 Temperatur, Kecepatan dan Efisiensi Pembakaran dengan tekanan pembrikiten 10 kg

Persentase Tongkol Jagung (%)	Temperatur Maksimal (°C)	Kecepatan (kg/jam)	Efisiensi (%)
0	426.742	0.1155	65.4729
2	438.173	0.1952	70.1085
6	475.765	0.2558	71.5357
10	483.373	0.2939	73.3622
15	526.436	0.3096	78.4141



4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Nilai Kalor Briket Blotong.



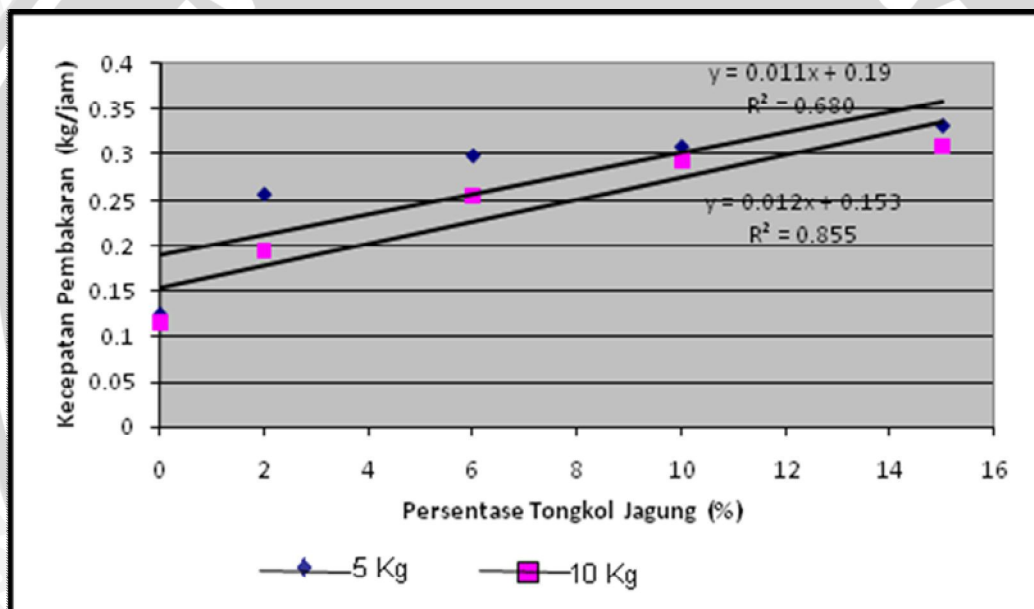
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Nilai Kalor Briket Blotong

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan nilai kalor briket blotong dengan variasi penambahan tongkol jagung sebesar 0%-15%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan maka nilai kalornya juga semakin meningkat. Dapat dilihat nilai kalor tertinggi terdapat pada penambahan tongkol jagung 15% nilai kalornya sebesar 2726.588 kal/gr.

Dari grafik diatas tampak bahwa besarnya persentase tongkol jagung yang ditambahkan sebanding dengan besarnya nilai kalor briket blotong. Artinya, dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan dalam briket maka nilai

kalornya juga semakin meningkat. Dari kondisi kering nilai kalor dari tongkol jagung sebesar 4059.853 kal/gr. Sedangkan nilai kalor dari blotong kering rata-rata 2174.063 kal/gr. Dengan demikian dapat diketahui bahwa nilai kalor dari tongkol jagung lebih tinggi dari pada nilai kalor dari blotong, sehingga semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan dalam briket blotong akan meningkatkan nilai kalor dari briket blotong tersebut.

4.2.2 Analisa Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Kecepatan Pembakaran Briket Blotong.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Kecepatan Pembakaran Briket Blotong

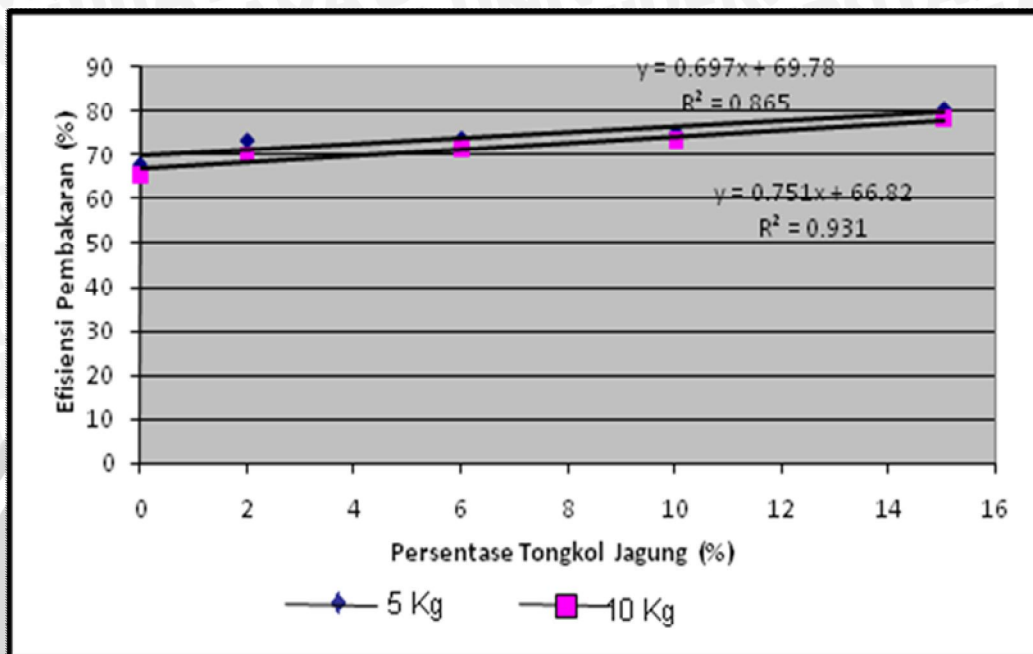
Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan besarnya kecepatan pembakaran briket blotong dengan variasi penambahan tongkol jagung sebesar 0%-15%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan maka kecepatan pembakarannya juga semakin

meningkat. Dapat dilihat kecepatan pembakaran tertinggi terdapat pada penambahan tongkol jagung 15% yaitu sebesar 0.3321 kg/jam untuk tekanan pembriketan 5 kg dan 0.3096 kg/jam untuk tekanan pembriketan 10 kg.

Dari grafik diatas tampak bahwa besarnya persentase penambahan tongkol jagung sebanding dengan besarnya kecepatan pembakaran briket blotong. Artinya, dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan maka semakin besar pula kecepatan pembakaran briket blotong. Hal itu disebabkan karena kandungan serat tongkol jagung lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan serat pada blotong, yaitu 29,89% untuk kandungan serat pada tongkol jagung dan 4,3-6,5% untuk kandungan serat pada blotong. Sehingga dengan semakin besar penambahan persentase tongkol jagung maka kandungan serat pada briket blotong juga semakin meningkat. Dimana serat mempunyai sifat mudah terbakar, sehingga dengan semakin besar kandungan serat pada briket blotong maka briket menjadi cepat terbakar.

Selain itu, dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kecepatan pembakaran briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih besar jika dibandingkan dengan nilai kecepatan pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini disebabkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg mempunyai permeabilitas yang lebih bagus, sehingga udara yang melewati briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih bagus dan kecepatan pembakaranyapun lebih cepat.

4.2.3 Analisa Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Efisiensi Pembakaran Briket Blotong.



4.3 Grafik Hubungan Antara Penambahan Tongkol Jagung dengan Efisiensi Pembakaran Briket Blotong

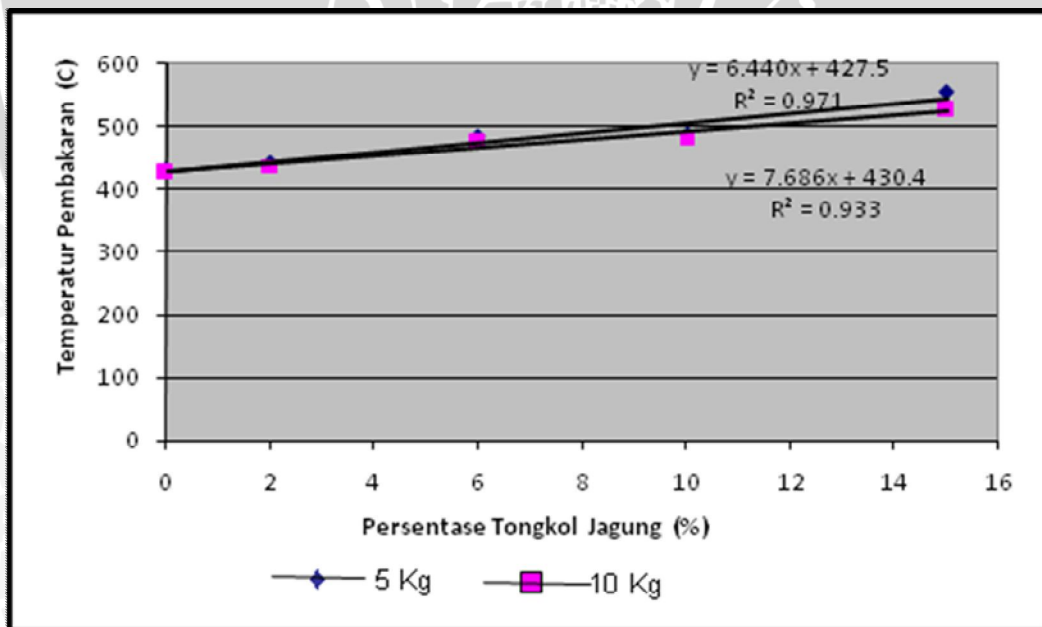
Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan besarnya efisiensi pembakaran briket blotong dengan variasi penambahan tongkol jagung sebesar 0%-15%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar persentase tongkol jagung yang ditambahkan maka efisiensi pembakarannya juga semakin meningkat. Dapat dilihat efisiensi pembakaran tertinggi terdapat pada penambahan tongkol jagung 15% yaitu sebesar 80.7661 % untuk tekanan pembriketan 5 kg dan 78.4141 % untuk tekanan pembriketan 10 kg.

Pada grafik diatas juga menunjukkan bahwa besarnya efisiensi pembakaran briket blotong terus meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan tongkol jagung. Hal ini disebabkan karena dengan semakin besar penambahan tongkol jagung maka besarnya nilai kalor dari briket blotong juga meningkat, selain itu kecepatan

pembakarannya juga semakin meningkat, sehingga efisiensi pembakarannya ikut meningkat.

Pada penelitian kali ini dilakukan tekanan pembriketan sebesar 5 kg dan 10 kg, dengan harapan dapat diketahui perbedaan dari pembriketan tersebut. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbedaan tekanan pembriketan tidak memengaruhi secara signifikan terhadap efisiensi pembakaran. Efisiensi pembakaran briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan efisiensi pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini dimungkinkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg mempunyai permeabilitas yang lebih bagus, sehingga udara yang melewati briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih baik, dan kecepatan pembakarannya pun lebih tinggi dari pada briket blotong dengan tekanan 10 kg.

4.2.4 Analisa Grafik Hubungan Antara Temperatur Maksimal Pembakaran Briket Blotong Dengan Variasi Penambahan Tongkol Jagung.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Temperatur Maksimal Pembakaran Briket Blotong Dengan Variasi Penambahan Tongkol Jagung.

Dari grafik hubungan antara waktu pembakaran terhadap temperatur pembakaran briket blotong dengan penambahan persentase tongkol jagung antara 0%-15% pada gambar 4.4 diatas, terlihat bahwa temperatur pembakaran briket blotong dengan penambahan tongkol jagung cenderung lebih tinggi apabila dibandingkan dengan temperatur pembakaran briket blotong murni. Pada tekanan pembriketan 5 kg temperatur maksimal dicapai oleh briket blotong dengan penambahan tongkol jagung 15% sebesar 556.256 °C. dan dicapai pada menit ke-20. Sedangkan pada tekanan pembriketan 10 kg temperatur maksimal dicapai oleh briket blotong dengan penambahan tongkol jagung 15% sebesar 526.257 °C. dan dicapai pada menit ke-25.

Pada grafik 4.4 diatas dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan persentase tongkol jagung maka waktu pencapaian temperatur pembakaran maksimalnya semakin kecil. Selain itu, dengan semakin besar penambahan persentase tongkol jagung maka temperatur maksimalnya juga semakin besar. Hal itu disebabkan karena kandungan serat tongkol jagung lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan serat pada blotong, yaitu 28.89% untuk kandungan serat pada tongkol jagung dan 4,3-6,5% untuk kandungan serat pada blotong. Selain itu, dengan semakin besar penambahan persentase tongkol jagung pada briket blotong nilai kalornya juga semakin meningkat, dan juga nilai kandungan abunya semakin sedikit. Dengan kandungan abu semakin sedikit, maka briket blotong menjadi lebih cepat terbakar karena abu merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Sehingga bahan bakar briket blotong dapat terbakar dengan sempurna.

Pada penelitian kali ini dilakukan tekanan pembriketan sebesar 5 kg dan 10 kg, dengan harapan dapat diketahui perbedaan dari pembriketan tersebut. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbedaan tekanan pembriketan tidak memepengaruhi secara signifikan terhadap temperatur pembakaran. Temperatur pembakaran briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan temperatur pembakaran briket blotong dengan tekanan 10 kg. Hal ini dimungkinkan karena briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg

mempunyai permeabilitas yang lebih bagus, sehingga udara yang melewati briket blotong dengan tekanan pembriketan 5 kg lebih baik, dan temperatur pembakarannyapun lebih tinggi dari pada briket blotong dengan tekanan 10 kg.

4.2.5 Analisa Statistik

Pada penelitian kali ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dilakukan analisa varian satu arah, untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung pada briket blotong terhadap performa pembakaran

Dari hasil perhitungan didapatkan $F_{Hitung} (36,6331) > F_{Tabel} (5,19)$ untuk nilai kalor, $F_{Hitung} (162.6362456) > F_{Tabel} (5,19)$ untuk kecepatan pembakaran, dan $F_{Hitung} (16.26428923) > F_{Tabel} (5,19)$ untuk efisiensi pembakaran. Sehingga kita dapat menyatakan bahwa H_0 ditolak, berarti kita menerima H_1 . Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya nilai kalor, kecepatan dan efisiensi pembakaran dari briket blotong.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Besarnya nilai kalor, kecepatan pembakaran, efisiensi pembakaran dan temperatur pembakaran akan meningkat dengan semakin besarnya tongkol jagung yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan nilai kalor dan kandungan serat tongkol jagung lebih besar dibandingkan nilai kalor dan kandungan serat blotong dan kandungan abu tongkol jagung semakin sedikit dibandingkan dengan kandungan abu blotong.

Pada penelitian ini nilai kalor paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 %, sebesar 2726.588 kal/gr, kecepatan pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg yaitu sebesar 0.3321kg/jam, efisiensi pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg yaitu sebesar 80.76609 %, temperatur pembakaran paling besar diperoleh pada penambahan tongkol jagung sebesar 15 % dan tekanan pembriketan 5 kg yaitu sebesar 556.256°C.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh macam-macam biomassa sebagai bahan campuran briket blotong terhadap performa pembakaran.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh karbonisasi pada briket blotong terhadap performa pembakaran.

Lampiran I

Data Nilai kalor briket blotong dengan penambahan tongkol jagung

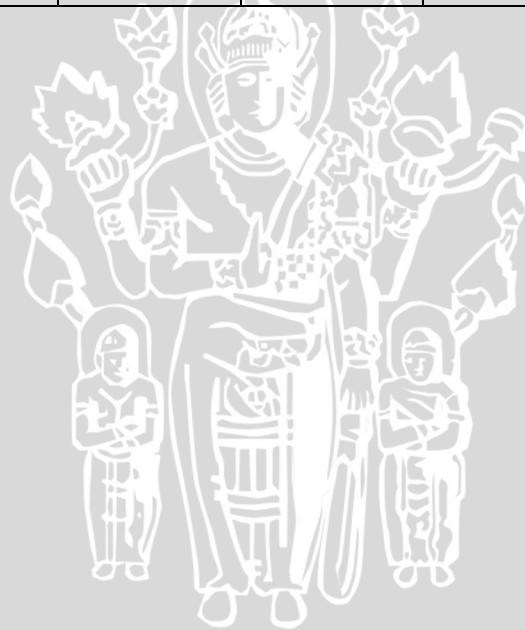
Pengulangan	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)
1	2234.120	2426.303	2498.371	2594.462	2762.622
2	2114.006	2450.326	2474.348	2546.416	2690.553
Σ	4348.126	4876.629	4972.720	5140.878	5453.176
Rata-Rata	2174.063	2438.314	2486.360	2570.439	2726.588



Lampiran II

Data Kandungan abu briket blotong dengan penambahan tongkol jagung

Pengulangan	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	31	25	30	29	26
2	35	35	29	28	29
Σ	66	60	59	57	55
Rata-Rata	33	30	29.5	28.5	27.5



Lampiran III

Data Nilai kalor briket blotong setelah pembakaran 1 jam dengan tekanan 5 kg

Pengulangan	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)
1	721.504	671.525	637.874	678.856	516.998
2	668.121	614.668	650.834	584.738	531.860
Σ	1389.626	1286.194	1288.709	1263.594	1048.859
Rata-Rata	694.813	643.096	644.354	631.797	524.429

Data Nilai kalor briket blotong setelah pembakaran 1 jam dengan tekanan 10 kg

Pengulangan	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)	(kal/gram)
1	756.574	737.011	706.775	696.775	576.547
2	744.707	720.684	708.673	672.638	600.570
Σ	1501.281	1457.695	1415.448	1369.413	1177.117
Rata-Rata	750.640	728.847	707.724	684.706	588.558

Lampiran IV

Data Massa briket blotong sisa pembakaran dengan tekanan pembrikiten 5 kg

Pengulangan	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1	0.3643	0.2342	0.2023	0.1897	0.1656
2	0.3869	0.2515	0.1998	0.1921	0.1702
Σ	0.7512	0.4857	0.4021	0.3818	0.3358
Rata-Rata	0.3756	0.2428	0.2010	0.1909	0.1679

Data Massa briket blotong sisa pembakaran dengan tekanan pembrikiten 10 kg

Pengulangan	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1	0.3723	0.251	0.2405	0.2007	0.1909
2	0.3967	0.3586	0.2479	0.2114	0.1899
Σ	0.7690	0.6096	0.4884	0.4121	0.3808
Rata-Rata	0.3845	0.3048	0.2442	0.2060	0.1904

Lampiran V

Data Temperatur rata-rata pembakaran dengan tekanan pembrikiten 5 kg

Waktu (menit ke-)	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
5	270.509	274.964	275.187	275.508	282.721
10	303.679	306.977	314.719	324.720	363.602
15	335.351	344.084	355.076	443.212	506.743
20	390.577	401.439	433.231	487.266	556.256
25	430.430	441.956	485.019	467.285	424.136
30	435.415	429.225	428.397	344.373	358.876
35	389.835	354.170	355.627	316.567	334.702
40	339.712	321.290	337.012	298.971	304.395
45	314.316	310.995	308.171	275.992	268.955
50	289.623	284.727	279.335	258.473	246.293
55	260.712	255.087	248.750	233.270	222.026
60	232.169	229.035	221.032	203.790	200.875

Data Temperatur rata-rata pembakaran dengan tekanan pembrikiten 10 kg

Waktu (menit ke-)	Persentase Tongkol Jagung				
	0%	2%	6%	10%	15%
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
5	263.549	266.674	269.167	272.558	278.726
10	288.459	306.933	310.439	318.760	343.782
15	315.301	324.034	335.006	413.112	446.843
20	340.597	389.539	413.232	447.255	524.257
25	355.330	403.916	425.039	457.455	526.436
30	368.418	416.245	448.497	483.373	458.836
35	412.385	438.173	475.765	446.467	434.752
40	426.742	341.292	437.546	398.981	354.394
45	354.516	322.795	338.235	335.775	248.655
50	269.224	274.747	278.345	258.476	243.393
55	230.411	235.083	258.753	243.280	212.023
60	212.129	225.034	231.132	213.690	201.825

Lampiran VI

1. Perhitungan Kecepatan Pembakaran

Untuk massa tiap briket semuanya sama yaitu sebesar 0.50 kg. Berikut contoh perhitungan kecepatan pembakaran dengan tekanan pembriketan 5 kg:

Massa awal bahan bakar : 0.50 kg

Massa akhir bahan bakar : 0.3643 kg

Waktu pembakaran : 1 jam

Kecepatan pembakaran dihitung dengan menggunakan persamaan:

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

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Pembakaran} &= \frac{0.50 - 0.3643}{1} \\ &= 0.1357 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama dapat diperoleh besarnya kecepatan pembakaran untuk tiap persentase penambahan tongkol jagung yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Data Kecepatan pembakaran dengan tekanan pembriketan 5 kg

Pengulangan	Kecepatan Pembakaran				
	0%	2%	6%	10%	15%
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
1	0.1357	0.2658	0.2977	0.3103	0.3344
2	0.1131	0.2485	0.3002	0.3079	0.3298
Σ	0.2488	0.5143	0.5979	0.6182	0.6642
Rata-Rata	0.1244	0.2571	0.2989	0.3091	0.3321

Data Kecepatan pembakaran dengan tekanan pembriketan 10 kg

Pengulangan	Kecepatan Pembakaran				
	0%	2%	6%	10%	15%
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
1	0.1277	0.2490	0.2595	0.2993	0.3091
2	0.1033	0.1414	0.2521	0.2886	0.3101
Σ	0.2310	0.3904	0.5116	0.5879	0.6192
Rata-Rata	0.1155	0.1952	0.2558	0.2939	0.3096

Lampiran VII

1. Perhitungan Efisiensi Pembakaran

Berikut contoh perhitungan efisiensi pembakaran briket blotong murni dengan tekanan pembriketan 5 kg:

Nilai kalor bahan bakar awal : 2174.063 kal/gram

Nilai kalor bahan bakar akhir : 721.504 kal/gram

Efisiensi Pembakaran = $\frac{\text{Nilai kalor bahan bakar awal} - \text{Nilai kalor bahan bakar akhir}}{\text{Nilai kalor bahan bakar awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Pembakaran} &= \frac{2174.063 - 721.504}{2174.063} \times 100 \% \\ &= 66.81307 \% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama dapat diperoleh besarnya efisiensi pembakaran untuk tiap persentase penambahan tongkol jagung yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Data Efisiensi pembakaran dengan tekanan pembriketan 5 kg

Pengulangan	Efisiensi Pembakaran				
	0%	2%	6%	10%	15%
	%	%	%	%	%
1	66.81307	72.45944	74.34503	73.58988	81.03865
2	69.26854	74.79125	73.82382	77.25143	80.49354
Σ	136.0816	147.2507	148.1689	150.8413	161.5322
Rata-Rata	68.04081	73.62534	74.08443	75.42066	80.76609

Data Efisiensi pembakaran dengan tekanan pembriketan 10 kg

Pengulangan	Efisiensi Pembakaran				
	0%	2%	6%	10%	15%
	%	%	%	%	%
1	65.2	69.77375	71.57391	72.89276	78.85463
2	65.74584	70.44335	71.49757	73.83179	77.97357
Σ	130.9458	140.2171	143.0715	146.7245	156.8282
Rata-Rata	65.47292	70.10855	71.53574	73.36227	78.4141

Lampiran VIII

1. Analisa Varian Satu Arah untuk Nilai Kalor

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4 \neq U_5$$

$$\alpha : 0.05, F_{\text{tabel}}(0.05, 4, 5) = 5,19$$

Dari data hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap nilai kalor dari briket blotong.

Berdasarkan data pada tabel 4.2, maka dapat dihitung

$$fk = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{24791,527^2}{5 \times 2} = \frac{614619811}{10} = 61461981,1$$

Jumlah Kuadrat Tengah

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - fk \\ &= (2234,120^2 + 2114,006^2 + 2426,303^2 + \dots) - 61461981,1 = 340255.1513 \end{aligned}$$

Harga jumlah Kuadrat perlakuan antara populasi

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{\sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{ni} - fk \\ &= \left(\frac{4348.126^2}{2} + \frac{4876.629^2}{2} + \frac{4972.720^2}{2} + \frac{5140.878^2}{2} + \frac{5453.176^2}{2} \right) - 61461981,1 \\ &= 328723.6067 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JK_G = JK_T - JK_P = 340255.1513 - 328723.6067 = 11531.54457$$

Harga F_{hitung} dihitung dengan persamaan berikut

$$F_{\text{Hitung}} = \frac{\frac{JKP}{K-1}}{\frac{JKG}{\sum ni - K}} = \frac{\frac{328723.6067}{5-1}}{\frac{11531.54457}{5}} = \frac{82180.90168}{2306.308914} = 35.6331$$

Kesimpulan :

Dari perhitungan diatas didapatkan $F_{\text{Hitung}} (36,6331) > F_{\text{Tabel}} (5,19)$ Sehingga kita dapat menyatakan bahwa H_0 ditolak, berarti kita menerima H_1 . Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya nilai kalor dari briket blotong.

2. Analisa Varian Satu Arah Untuk Kecepatan Pembakaran

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4 \neq U_5$$

$$\alpha : 0.05, F_{\text{tabel}} (0.05, 4, 5) = 5,19$$

Dari hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap kecepatan pembakaran.

Berdasarkan data pada tabel 4.6 maka dapat dihitung :

$$fk = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{2.6434^2}{5 \times 2} = \frac{6.98756356}{10} = 0.698756356$$

Jumlah Kuadrat Tengah

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

$$= (0,1357^2 + 0,1131^2 + 0,2658^2 + \dots) - 0.698756356 = 0.055276864$$

Harga jumlah Kuadrat perlakuan antara populasi

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

$$= \left(\frac{0.2488^2}{2} + \frac{0.5143^2}{2} + \frac{0.5979^2}{2} + \frac{0.6182^2}{2} + \frac{0.6642^2}{2} \right) - 0,698756356 = 0.054855254$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JK_G = JK_T - JK_P = 0.055276864 - 0.054855254 = 0.00042161$$

Harga F_{hitung} dihitung dengan persamaan berikut

$$F_{hitung} = \frac{\frac{JKP}{K-1}}{\frac{\sum ni - K}{JKG}} = \frac{\frac{0.054855254}{4}}{\frac{5}{0.00042161}} = \frac{0.013713814}{8.4322E-05} = 162.6362456$$

Kesimpulan :

Dari perhitungan diatas didapatkan F_{hitung} (162.6362456) > F_{Tabel} (5,19) Sehingga kita dapat menyatakan bahwa H_0 ditolak, berarti kita menerima H_1 . Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya kecepatan pembakaran dari briket blotong.

3. Analisa Varian Satu Arah untuk Efisiensi Pembakaran

Hipotesis dapat dituliskan sebagai berikut

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U_4 \neq U_5$$

$$\alpha : 0.05, F_{tabel} (0.05, 4, 5) = 5,19$$

Dari hasil pengujian dapat dilakukan analisa varian satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap kecepatan pembakaran.

Berdasarkan data pada tabel 4.6 maka dapat dihitung :

$$fk = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} = \frac{743.87465^2}{5 \times 2} = \frac{553349.4949}{10} = 55334.94949$$

Jumlah Kuadrat Tengah

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

$$= (66.81307^2 + 69.26854^2 + 72.45944^2 + \dots) - 55334.94949 = 178.1355231$$

Harga jumlah Kuadrat perlakuan antara populasi

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

$$= \left(\frac{136.0816^2}{2} + \frac{147.2507^2}{2} + \frac{148.1689^2}{2} + \frac{150.8413^2}{2} + \frac{161.5322^2}{2} \right) - 55334.94949$$

$$= 165.4219381$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JK_G = JK_T - JK_P = 178.1355231 - 165.4219381 = 12.71358494$$

Harga F_{hitung} dihitung dengan persamaan berikut

$$F_{hitung} = \frac{\frac{JKP}{K-1}}{\frac{JKG}{\sum ni - K}} = \frac{\frac{165.4219381}{4}}{\frac{12.71358494}{5}} = \frac{41.35548453}{2.542716989} = 16.26428923$$

Kesimpulan :

Dari perhitungan diatas didapatkan F_{hitung} (16.26428923) > F_{tabel} (5,19)
 Sehingga kita dapat menyatakan bahawa H_0 ditolak, berarti kita menerima H_1 .
 Dengan demikian adanya perbedaan penambahan tongkol jagung mempengaruhi besarnya efisiensi pembakaran dari briket blotong.

Lampiran IX



Pori-Pori Briket Blotong dengan Tekanan 5 kg



Pori-Pori Briket Blotong dengan Tekanan 10 kg

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, dkk; 1991: *Energi dan Listrik Pertanian*; IPB, Bogor.
- Abdul Syukur, Dadam; 2006: *Integrasi Usaha Peternakan Sapi pada Perkebunan Tebu*;
Dinas Kesehatan Hewan, Lampung.
- Adan, I.U; 1998: *Membuat Briket Bioarang*; Kanisius, Jogyakarta.
- Annurada, Ganesh; 2006: *Biomass Resource, Characterization And Technologies*;
Energy Sistem Engginering, Bombay.
- Akbar, Nadia; 2006: *Study Oneffluents From Selected Sugar Mills In Pakistan: Potensial Environmental, Health And Economic Consequences Of An Exsesive Pollution Load*, Pakistan.
- Belbo, Helmer; 2006: *Technical Specification For Solid Biofuls*, Swedia.
- Bhattacharya, S.C, dkk; 1990: *A Study On Improved Biomass Briquetting*; Energy Progam School Of Environment Asian Institute Of Technology, Bombay.
- Cengel, Yunus A dan Michail A Boles; 2002: *Thermodinamics: An Enginerring Approach, Fourth Edition*; Mc Graw Hill Higher Education, New York.
- Hamawi, Mahmudah; 2005: *Blotong Limbah Busuk Berenergi*; Pradya Paramita, Jakarta.
- Hudaya dan winarto; 1981: *Fisika Umum*; Armico, Bandung.
- Hugot, E; 1986: *Handbook Of Cane Sugar Enginerring*; Alsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Kadir, Abdul; 1996: *Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*; Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kate, Ramesh; 2003: *Pyrolitic Aspect In Thermochemicalconversion Of Biomass Fuell Mix*; Mechanical Enginerring Department, Dr Babasaheb Ambedkar Technological University, India.

Kolis, M. N; 2003: *Blotong Bisa Dimanfaatkan Untuk Bahan Bakar*,
www.terranel.com.

Kuo, Keneth K; 1996: *Principle Of Combustion*; Jon Wiley & Sons, Inc, New York.

Meunchang, Sompong dkk; 2004: *Composting Of Filter Cake And Bagse; By Product From A Sugar Mill*; Department Of Soil Science, Faculty Of Agriculture Kasesart University, Thailand.

Moran, Michael J Dan Howard, Saphiro N; 2004: *Fundamental Of Enginerring Thermodynamics*; Joh Willey And Sons, New York.

Soedjoko Dan Wardoyo; 1987: *Teknik Pembriketan Tanpa Karbonisasi*, Bulletin Pusat Pengembangan Teknologi Dan Mineral Vol 15 No 11.

Sukandarrumidi; 1995: *Batubara Dan Gambut*; Gadjah Mada University Press, Jogyakarta.

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

Ula, Ahcmad Zubir; 2000: *Briket Arang Kelapa*; P2B2, Bogor.

Wardana, I.N.G; 2008: *Bahan Bakar dan teknologi Pembakaran*; Danar Wijaya, Malang.

<http://www.energyefficiencyasia.com/pembakaran>

