

TA/TL/2007/0211

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/TELI

TGL. TERIMA : 10 Des 2007

NO. JUDUL : 2746

NO. INV. : 51200002746001

NO. INDUK : 002746

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI TEKANAN KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK-KIMIA DARI BAHAN BRIKET SEKAM PADI

628 4

Mar

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh Derajat Sarjana Teknik Lingkungan



الحمد لله رب العالمين

Disusun Oleh :

Nama : Martono

No. MHS : 01 513 039

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

- TERJUDAH UJRA -
BRIKET
- SEKAM PADI
- JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI TEKANAN KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK-KIMIA DARI BAHAN BRIKET SEKAM PADI

Nama : Martono
No. Mahasiswa : 01 513 039
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT.


Tanggal : 17/9/2007

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. J. P. Gentur Sutapa, MSC


Tanggal : 17/9/2007

HALAMAN PERSEMBAHAN

ALLAH SWT

Segala puji bagi ALLAH yang maha pemurah dan maha penyayang
Allah yang maha besar dengan segala keagungan milik-Mu
Allah yang maha besar dengan segala puji untuk-Mu
Dzat abadi yang takkan pernah berubah
yang tak tersentuh oleh jaman, masa,
dan tidak diingkari oleh terjadinya siang
maupun malam
Dzat yang menjadikan ada dari tiada
Sang pencipta dari segala kehidupan
Tiada yang kita sembah kecuali dia yang memiliki kemuliaan dan keagungan
Engkaulah segala pengampun atas segala dosa
Semoga Engkau dapat mengampuni segala dosa
dan segala khilaf hamba-Mu ini
Segala dosa hanya milikku dan segala ampunan hanya bagi-Mu amin.....

NABI MUHAMMAD SAW

Pembawa berkah ketuhanan, pencerah seluruh umat manusia
Pembawa cahaya terang benderang bagi umat manusia
Ya Rasul kau berikan cahaya terang dan Kau bebaskan kami dari ke-jahlllya
Ya rasul kami rindu cahaya-Mu
Ya rasul pemimpin kami semoga selalu tercurah rahmat bagiMu
Semoga Allah SWT selalu memberkatimu yang menjadi Hamba dan RasulNya
Begini pula atas seluruh keluarga-Nya dan para sahabat-Nya
Semoga Allah selalu memberi keselamatan kepada mereka semua sampai hari
kebangkitan...

KELUARGA TERCINTA

Tercurah rasa hormat dan sungkem yang tak ternilai atas segala perhatian, bimbingan serta pelajaran yang telah Bapak Ibu berikan sampai pada saat ini.

Saya takkan mampu membalas dengan apapun juga.

Seindah kilau berlian, intan emas permata takkan mampu membalas jasa yang bapak ibu berikan selama ini.

Hanya maaf yang bisa terucap dari anak mu yang telah banyak membuat salah, semoga limpahan kasih sayang Bapak Ibu sekalian mendapat rahmat dan ridlo Allah SWT.

Amin.....

Buat kakak dan adikku atas support dan motifasinya saya haturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, tanpa kalian aku tak kan pernah berarti.....

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang pemilik segala ilmu pengetahuan, yang senantiasa memberikan jalan bagi setiap insannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penelitian skripsi yang berjudul " **PENGARUH TEKANAN KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK - KIMIA DARI BAHAN BRIKET SEKAM PADI** " dengan baik dalam jangka waktu yang ditentukan.

Laporan Akhir hasil dari penelitian ini, penulis susun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Atas bimbingan serta bantuan dan penjelasan yang berguna dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Muhammad SAW, keluarga dan para sahabatnya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi MS. selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku pembimbing I Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu dan membimbing, mendukung serta mencurahkan pikirannya untuk memberi masukan-masukan kepada penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. J. P. Gentur Sutapa, MSC selaku pembimbing II Tugas Akhir.

6. Bapak Lukman Hakim, ST., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Dosen-dosen Teknik Lingkungan lain yang telah membagi banyak ilmu untuk saya.
8. Bapak Agus Adi Prananto, SP selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan.
9. Mas Artha, SHut selaku Laboran Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada yang telah banyak memberi masukan dan membantu dalam analisa laboratorium.
10. Mas Hari Sabirin, SHut selaku Asisten Laboran Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada.
11. Ayah, Ibu, Kakak dan Adikku atas segala doa, bantuan, dan dorongan semangat yang telah diberikan.
12. *All crew D-24* (Mima Ok, Tharye, Andri Bijjay, Penyu, Nunung, Agung, Danang Juwet, Bintayo) yang selalu memberi semangat dan terima kasih atas semua bantuannya.
13. *All crew LA* (Fitrah - Tia, Kakek – Nenek, Fian, Agriwan, Mali, Bembeng, Fahmi - Vijjay, Phire, Nienie) “*Jalan – jalan yuks....*”
14. My partner TA (Arif bosok, Johnok, Bagus, Indri) “*thank’s ya atas kerja samanya...*”
15. Bascem '01 (Indras, Dedek, Ajiz, Affan, Surya, Vikor, Jatuy, Joko Ta’uu, Panduy, Payjo, Wisnu, Imam, Deni, Een, Kinoy, Mail, luckito dan anak – anak TL 2001) “terima kasih atas kebersamaannya dan kompak selalu 01...”
16. SLANK’ERS FC, MP (Menumbing Putra), ANYELIR FC, GADINGAN FC “*Salam Olahraga.....*”. Cayoooo....
17. MABAYO, terima kasih atas nasehat dan bantuannya. “*Sukses bang aok...*”
18. Semua pihak yang telah memberi bantuan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan kepada semuanya sesuai dengan pengorbanan dan kebaikannya. Akhirnya penulis sadar bahwa sebagai manusia banyak keterbatasan yang ada pada isi dan penulisan skripsi ini yang jauh dari kesempurnaan.

Sebagai penutup semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Briket Bioarang Sekam Padi.....	6
2.2 Pengolahan Limbah padat.....	9
2.2.1 Proses terjadinya.....	9
2.2.2 Sifat Limbah Padat.....	10
2.2.3 Jenis Limbah padat.....	10
2.2.4 Karakteristik Limbah Padat.....	11
2.3 Padi (<i>Oryza sativa</i>).....	13
2.3.1 Fungsi Tanaman Padi.....	14
2.3.2 Sekam Padi.....	15
2.3.3 Sekam Untuk Bahan Bakar Alternatif.....	16
2.4 Penangan Limbah Padat Penggilingan Padi.....	18

2.5 Proses Pembuatan Arang.....	18
2.6 Penggunaan Arang.....	20
2.7 Standar Kualitas Arang.....	22
2.8 Pengaruh Tekanan Kempa terhadap Bahan pada Arang Briket.....	27
2.9 Hipotesis.....	28
2.10 Rancangan Penelitian.....	28

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan Bahan Penelitian.....	30
3.2 Alat Penelitian.....	31
3.3 Pembuatan Briket (Ogalith).....	32
3.4 Pengarangan	33
3.5 Pengujian Nilai Kalor.....	33
3.5.1 Persiapan	33
3.5.2 Pengukuran Kenaikan Suhu.....	34
3.5.3 Pembongkaran.....	35
3.6 Kadar Air.....	35
3.7 Kadar Abu.....	36
3.8 Kadar zat Mudah Menguap (Volatile Matter).....	37
3.9 Kadar Karbon terikat (Fixed Carbon).....	37

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	39
4.1.1 Sifat Fisik Arang Briket.....	39
4.1.2 Sifat Kimia Arang Briket.....	42
4.2 Pembahasan.....	48
4.2.1 Sifat Fisik Arang Briket.....	48
4.2.1.1 Kadar Air.....	48
4.2.1.2 Nilai Kalor.....	49
4.2.2 Sifat Kimia Arang Briket.....	50
4.2.2.1 Kadar Abu.....	50

4.2.2.2 Kadar Zat Mudah Menguap.....	51
4.2.2.3 Kadar Karbon Terikat.....	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi botani tanaman padi adalah sebagai berikut.....	14
Tabel 2.2 Standar kualitas arang briket.....	23
Tabel 4.1. Nilai kadar air.....	39
Tabel 4.2. Analisis Varians kadar air.....	39
Tabel 4.3 Nilai kalor.....	41
Tabel 4.4. Analisis Varians Nilai kalor.....	41
Tabel 4.5 Nilai rata-rata Kadar abu.....	42
Tabel 4.6 Analisis Varians kadar abu.....	43
Tabel 4.7 Nilai rata-rata Kadar zat mudah menguap.....	44
Tabel 4.8 Analisis Varians kadar zat mudah menguap.....	45
Tabel 4.9. Nilai rata-rata kadar karbon terikat.....	46
Tabel 4.10 Analisis Varians kadar karbon terikat.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Tahapan Penelitian.....	38
Gambar 4.1	Tekanan kempa terhadap nilai kadar air.....	40
Gambar 4.2	Tekanan kempa terhadap nilai kalor.....	42
Gambar 4.3	Tekanan kempa terhadap nilai kadar abu.....	44
Gambar 4.4	Tekanan kempa terhadap nilai Volatil.....	46
Gambar 4.5	Tekanan kempa terhadap karbon terikat.....	47

PENGARUH VARIASI TEKANAN KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK-KIMIA DARI BAHAN BRIKET SEKAM PADI

Kasam¹, J. P. Gentur Sutapa², Martono³

INTISARI

Limbah penggilingan padi Berupa sekam padi mempunyai potensi sebagai bahan baku pembuatan briket. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah penggilingan padi sebagai bahan baku briket serta mengetahui pengaruh tekanan kempa terhadap sifat fisik-kimia arang briket yang dihasilkan.

Ogalith dibuat dari sekam seberat 50 gram, dikempa panas pada suhu 250°C dengan tiga macam tekanan yaitu: 3000 pond, 4000 pond dan 5000 pond. Dengan penelitian menggunakan pola percobaan dengan faktorial 3x3 dengan ulangan 3 kali hasil yang diperoleh di uji dengan analisis varians.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor tekanan (3000 pond) menghasilkan nilai kalor 5567,19 kal/gram, tekanan (4000 pond) menghasilkan nilai kalor 5717,31 kal/gram, tekanan (5000 pond) menghasilkan nilai kalor 7401,64 kal/gram. Kadar air hasil penelitian berkisar antara 4,783% - 6,783%. Kadar air arang briket yang dihasilkan dari penelitian ini cukup memenuhi persyaratan standar air arang yang ditentukan oleh Jepang dan tidak memenuhi untuk standar Inggris. Hasil nilai kalor menunjukkan semakin besar tekanan yang digunakan menyebabkan kenaikan berat jenis arang briket, semakin tinggi berat jenis maka nilai kalornya juga semakin tinggi. Besarnya kadar abu yang diperoleh dari penelitian berkisar antara 32,9% - 50,55%. Dari hasil penelitian ini tidak ada yang memenuhi standar Jepang maupun standar Inggris. Besarnya kadar abu merupakan salah satu indikator kualitas arang briket. Kadar zat menguap arang briket pada penelitian ini berkisar antara 23,4% - 42,3%. Bila hasil penelitian rata-rata yang dibandingkan, tidak menghasilkan hasil yang signifikan karena tidak ada yang memenuhi standar Jepang maupun standar Inggris. Akan tetapi bila dibandingkan dengan tekanan 4000 pond pada uji sampel yang pertama dan uji sampel kedua memenuhi standar Jepang. Pada uji sampel pertama tekanan 4000 pond hasil penelitian 29,45% dan pada uji sampel kedua tekanan 4000 pond 27,95%. Faktor tekanan kempa sangat berpengaruh pada kadar air, berat jenis, nilai kalor, kadar zat menguap.

Kata Kunci : *Sekam padi, tekanan kempa, dan sifat-kimia arang briket.*

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia

² Staf Pengajar, Jurusan Teknik Hasil Hutan, Fakultas Teknik Kehutanan – Universitas Gajah Mada

³ Mahasiswa, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia

THE VARIATION INFLUENCE OF A PRESS PRESSURE TO CHARACTERISTIC OF CHEMICAL PHYSICAL FROM SUBSTANCE OF RICE HUSK BRIQUETTE

Kasam¹, J. P. Gentur Sutapa², Martono³

ABSTRACT

Waste from rice mill is Rice Husk, have a potential as briquette substance. This research objective is use waste from rice mill as briquette substance and analyse the pressure influence with physical – chemical characteristic charcoal briquette.

Ogalith make of 50 gram rice husk, hot pressure use 250°C with different pressure : 3000 pound, 4000 pound and 5000 pound. Research use faktorial 3x3 trial with 3 repetition and use analyse varians for the results.

The result of this research: caloric value (3000 pound) 5567,19 cal/gram, caloric value (4000 pond) 5717,31 cal/gram, caloric value (5000 pond) 7401,64 cal/gram. Moisture content 4,783% - 6,783%. Moisture content of this research is fulfill for japanese standard but not england standard. Caloric value show that more higher the value will influence the value of specific gravity charcoal briquette. The value of Ash between 32,9% - 50,55%. There is no one of it that fulfill japanese or england standard. Ash value can be one of indicator briquette charcoal quality. The value of volatile meter between 23.4% – 42.3%. If the average value compared, that means there is no significancy value were fulfill for japanese or england standard. But if it compared with first and second sample 4000 pound pressure will fulfill japanese standard. The value of first sample (4000 pound) is 29.45% and the second is 27,95%. The influence of pressure factor related to moisture content, specific gravity, caloric value and volatile meter.

Key words : *Rice Husk, kempa pressure, and physical – chemical characteristic of briquette charcoal.*

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia

² Staf Pengajar, Jurusan Teknik Hasil Hutan, Fakultas Teknik Kehutanan – Universitas Gajah Mada

³ Mahasiswa, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dalam kehidupannya manusia tidak bisa dipisahkan dari upaya pemenuhan energi. Dari semua aspek kehidupan manusia, baik untuk keperluan rumah tangga, transportasi maupun kegiatan industri memerlukan energi untuk menggerakkannya. Sumber energi yang berasal dari minyak bumi maupun yang berasal dari non minyak bumi. Sampai saat ini sumber energi yang berasal dari minyak bumi paling banyak digunakan oleh masyarakat. Keberadaan sumber energi minyak bumi tidak dapat dipertahankan terus menerus karena minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan upaya pemanfaatan sumber energi lain terutama sumber energi yang dapat diperbaharui.

Jumlah minyak bumi semakin menipis dikarenakan laju pemakaian yang semakin meningkat, hal ini menuntut dilaksanakan upaya penghematan terhadap penggunaannya. Fenomena tersebut harus memaksa mencari sumber energi yang lain yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif untuk menyediakan energi yang dibutuhkan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan yakni dapat memanfaatkan bahan bakar briket arang yang dapat dibuat dari sisa buangan seperti sekam padi. Seiring dengan perkembangan zaman, pemilihan sekam padi cenderung digunakan untuk keperluan lain yang mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dibanding dengan

briket arang. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemilihan bahan baku alternatif yang jumlahnya melimpah dan mempunyai sifat yang sama dengan bahan alternatif tersebut

Energi Biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya menguntungkan, yaitu sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbarui. Sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam..

Bahan briket dapat dibuat dari sekam padi, dalam hal ini pemilihan sekam padi sangat penting guna untuk meningkatkan kalor. Sekam padi mempunyai beberapa keunggulan yaitu salah satunya mudah diolah. Dalam pembuatan briket arang harus dilihat dari segi modifikasi komposisi dan segi bentuk briket arang itu sendiri.

Beberapa industri menggunakan bahan limbah sekam padi sebagai bahan baku, yang mana limbah sisa pengolahan bahan tersebut dengan mudah didapat dan dalam jumlah yang cukup banyak. Limbah buangan sekam padi hingga saat ini masih ada yang dibiarkan menimbun dan berlebih sehingga mengganggu lingkungan.

Potensi sekam padi di Indonesia sangat besar dan sampai saat ini baru sedikit sekali yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar berguna. Indonesia sebagai salah satu penghasil beras dengan kapasitas produksi yang diperkirakan tidak kurang dari 30 juta ton/tahun, akan menghasilkan sekam padi sebanyak kurang lebih 13 ton/tahun. Selama ini sekam padi di penggilingan hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk

membakar batu bata atau alas pada pemeliharaan ayam dan hal ini hanya pada saat orang membutuhkan saja, sehingga sekam padi yang tersisa di bak penampungan belum di manfaatkan secara optimal. Berdasarkan data potensi sekam padi diatas, maka perlu dilakukan pemanfaatan sekam padi sebagai salah satu sumber energi/bahan bakar alternatif.

Pengembangan pemanfaatan sekam padi sebagai bahan bakar dipedesaan terutama di daerah padat penduduk seperti di Jawa dan Bali akan dapat diperoleh keuntungan, antara lain (Hartoyo,1983 dalam bowo Abdi 2004) :

1. Mengurangi pemakaian kayu bakar oleh sebagian masyarakat pedesaan dan secara tidak langsung dapat juga membantu upaya pencegahan laju dan kerusakan hutan apabila penyediaan kayu bakar tidak mencukupi di daerah tersebut.
2. Sekam padi dapat dihasilkan sepanjang tahun dalam jumlah yang memadai dan tersedia di tempat-tempat yang tidak jauh dari pemukiman penduduk.

Pembuatan arang briket memerlukan tekanan untuk menghasilkan arang yang padat dan kuat untuk menghasilkan berat jenis arang yang baik. Dikemukakan bahwa kenaikan tingkat pengempaan pada pembuatan arang akan menghasilkan berat jenisnya. (Hartoyo dkk,1978 dalam bowo abdi 2004). Penggunaan tekanan yang berbeda juga berpengaruh terhadap besarnya nilai kalor dalam penelitian Soeparno (1993) menggunakan tekanan 1500, 2000, dan 2500 psi (*pound per square inch*) terhadap kayu jati dan pinus. Penelitian tersebut menghasilkan produk briket arang

yang cukup baik yaitu nilai kalor briket jati dengan tekanan 2000 psi sebesar 7154 kal/g dan briket arang pinus mencapai 7435 kal/g untuk tekanan 2500 psi.

Berdasarkan kenyataan tersebut serta berdasar data potensi limbah sekam padi, maka perlu dilakukan pemanfaatan sebagai salah satu sumber energi alternatif yaitu dengan pembuatan arang briket dimana bahan tersebut saling berkomposisi.

1.2 Rumusan masalah

Untuk memberikan uraian yang jelas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif ?
2. Bagaimana pengaruh tekanan kempa terhadap karakteristik arang briket ?
3. Apakah mutu arang briket hasil penelitian sesuai dengan standar Jepang dan standar Inggris ?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada kegiatan penelitian ini, maka tujuan penelitian yang diinginkan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh tekanan kempa terhadap karakteristik arang briket menggunakan bahan sekam padi.
2. Mengetahui sifat-sifat fisik dan kimia arang briket.
3. Menentukan kesesuaian mutu arang briket hasil penelitian dengan standar.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan penelitian ini, diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memanfaatkan sumber daya alam (sekam padi) sebagai energi alternatif.
2. Dasar penelitian lanjutan untuk penelitian selanjutnya.
3. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi peneliti mengenai arang briket.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk membatasi kajian dan batasannya, maka penelitian ini dikhususkan membahas mengenai:

1. Bahan briket yang digunakan adalah sekam padi.
2. Pengujian nilai kalor dan suhu bara yang dihasilkan berdasarkan variasi tekanan kempa.
3. Tekanan yang digunakan pada proses pengempaan :
3000 Pounds, 4000 Pounds dan 5000 Pounds pada suhu 400 ° F atau
250 ° C selama 15 menit/sampel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Briket Bioarang Sekam Padi

Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Sedangkan briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan arang yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Bioarang termasuk bahan lunak yang dengan proses tertentu diolah menjadi bahan arang keras dengan bentuk tertentu (Adan, 1998).

Bioarang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara (*pirolisis*). Sedangkan biomassa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan (Johanes, 1981 dalam Ristanti Apriyani). Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas untuk bahan bakar, sebab biomassa mengandung energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis sewaktu tumbuhan tersebut masih hidup. Dalam hal ini terjadi *absorpsi* energi radiasi matahari, sehingga menyebabkan perubahan struktur molekul dalam substansi tumbuhan.

Biomassa yang digunakan secara langsung sebagai bahan bakar kurang efisien. Oleh karena itu, energi biomassa perlu diubah menjadi energi kimia bioarang terlebih dahulu (Boyles, 1984 dalam Ristanti Apriyani). Bioarang memiliki nilai kalor lebih tinggi serta bebas polusi bila digunakan sebagai bahan bakar. Menurut Johannes

dalam bukunya seran (1990), nilai bakar biomassa hanya 3.300 kkal/kg. Sedangkan bioarang mampu menghasilkan 5.000 kkal/kg. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar dengan bioarang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

Bioarang dapat digunakan sebagai bahan bakar setelah dilakukan pencetakan menjadi briket bioarang berbentuk bola atau bentuk silinder. Ditinjau dari segi polusi udara, briket bioarang relatif lebih aman dibanding dengan bahan bakar dari batu bara maupun minyak yang akan menghasilkan CO₂. Kelebihan CO₂ di atmosfer bumi akan menimbulkan terjadinya pencemaran udara seperti terjadinya hujan asam atau rusaknya lapisan ozon yang dapat membahayakan kelestarian semua makhluk di muka bumi ini (Widarto & Suryanta, 1995 dalam Ristanti Apriyani).

Bahan bakar briket bioarang ini dapat dimanfaatkan dengan teknologi sederhana, tetapi panas (nyala api) yang diperoleh cukup besar, cukup lama dan aman. Jika tungku dengan bahan bakar bioarang ukuran diameter 20 cm, tinggi 30 cm, dan diameter sumuran 7 cm sudah menyala, akan didapatkan bara dan nyala api sekurang-kurangnya selama 2 hari 2 malam (Adan, 1998).

Tujuan pembuatan briket bioarang diantaranya:

- a. Sebagai energi alternatif pengganti kayu bakar dan minyak bumi.
- b. Menyelamatkan hutan, melestarikan lingkungan.
- c. Membersihkan lingkungan dari sampah biomassa.
- d. Mendapatkan energi biaya murah untuk memasak dan bebas polusi.

- e. Memanfaatkan sumber daya alam yang masih tersedia melimpah, serta menghemat sumberdaya alam yang sudah berkurang (Seran, 1990 dalam Ristanti Apriyani).

Dari penggunaan briket bioarang diperoleh beberapa keuntungan dan kerugian. Keuntungan antara lain:

- a. Mudah disimpan dan dipindah-pindahkan.
- b. Bentuk dan ukuran dapat dibuat sesuai dengan kehendak kita.
- c. Mudah dalam pengemasan.
- d. Tidak berasap (jumlah asap kecil) dibanding dengan penggunaan minyak tanah dan kayu bakar.

Sedangkan kekurangan briket bioarang adalah:

- a. Briket bioarang sulit dibakar secara langsung dengan korek api. Oleh karena itu, untuk menyalakannya perlu ditetesi minyak tanah atau spritus pada bagian pinggirnya agar dapat menyala dan akhirnya membara.
- b. Biaya pembuatannya lebih mahal dibanding dengan pembuatan arang biomassa. Akan tetapi biaya tersebut akan kembali apabila diproduksi secara besar-besaran kemudian dipasarkan (Widarto & Suryanta, 1995 dalam Ristanti Apriyani).

Adapun penggunaan dari briket bioarang adalah sebagai berikut :

- a. Briket bioarang berukuran kecil dapat dibakar langsung diatas tungku atau anglo. Pemanas ini dapat langsung digunakan untuk memasak atau membakar sate seperti layaknya orang menggunakan arang kayu biasa.

- b. Briket bioarang lebih efektif dan efisien bila dibakar pada tungku briket bioarang yang dipersiapkan secara khusus. Dengan tungku yang dipersiapkan secara khusus, briket akan menyala mulai dari bagian tengah (sumuran), karena sistem ventilasi yang dibuat, panas akan menghembus keatas dan seluruh briket akan terbakar habis (Adan, 1998).

2.2 Pengolahan Limbah Padat

Macam-macam pengolahan limbah padat dapat didasarkan pada beberapa kriteria, yaitu didasarkan pada proses terjadinya, sifat, jenis, karakteristik dari limbah padat tersebut. Penggolongan limbah padat tersebut perlu diketahui sebagai dasar dalam penanganan serta pemanfaatan dari limbah padat tersebut.

2.2.1 Proses Terjadinya

Dari proses terjadinya limbah padat dibedakan sebagai berikut:

1. **Limbah padat alami**

Adalah limbah padat yang berasal dari proses alami.

2. **Limbah padat non alami**

Adalah limbah padat yang berasal dari segala aktivitas hidup manusia.

2.2.2 Sifat Limbah Padat

Menurut Ircham (1992) Berdasarkan sifatnya limbah padat dapat digolongkan menjadi:

1. Limbah padat organik

Limbah padat organik adalah limbah padat yang mengandung senyawa-senyawa organik, yang tersusun dari unsur karbon, hydrogen dan oksigen. Limbah padat organik ini mudah untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: daun-daun, kayu, sisa sayur, kardus.

2. Limbah padat anorganik

Limbah padat anorganik adalah limbah padat yang sukar untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: plastik, kaleng, besi, gelas, dan logam.

2.2.3 Jenis Limbah Padat

Berdasarkan jenisnya limbah padat menurut (Ircham, 1992), dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Bisa tidaknya dibakar

a. Limbah padat mudah terbakar

Contoh: kertas, karet, kayu, plastic.

b. Limbah padat sukar terbakar

Contoh: sisa potongan besi, kaleng, pecahan kaca, logam.

2. Bisa tidaknya membusuk

a. Limbah padat mudah membusuk

Contoh: sisa makanan, sisa daun-daunan, potongan daging, sisa buah-buahan serta sobek-sobekan kertas.

b. Limbah padat sukar membusuk

Contoh: plastik, kaleng, pecahan kaca, karet, besi.

2.2.4 Karakteristik Limbah Padat

Menurut Irham (1992), limbah padat berdasarkan karakteristiknya dapat digolongkan sebagai:

1. *Garbage*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari rumah tangga, hotel dan restoran.

2. *Rubis*

Merupakan limbah padat yang dapat dibakar seperti kertas, kayu dan limbah padat yang sukar terbakar seperti kaca, kaleng.

3. *Ashes*

Merupakan limbah padat hasil dari pembakaran industri maupun rumah tangga dalam bentuk abu.

4. *Street Sweeping*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembersihan jalan, terdiri dari daun-daunan, kertas, kotoran, plastik.

5. *Deat Animal*

Yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai binatang yang mati.

6. *Abandoned vehicles*

Yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai mobil maupun motor bekas, becak, sepeda.

7. Limbah padat industri

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari berbagai jenis industri diantaranya industri cat, industri gula, industri makanan.

8. Limbah padat khusus

Merupakan limbah padat yang mengandung bahan berbahaya beracun seperti limbah padat radioaktif.

Menurut Ircham (1992), penanganan limbah padat dapat dilakukan melalui proses penanganan sebagai berikut:

1. *Open Dumping* (Pembuangan Terbuka)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuangan pada tempat pembuangan akhir secara terbuka.

2. *Reuse* (Pakai Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui penggunaan kembali seperti: penggunaan botol minuman.

3. *Recycling* (Daur Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemanfaatan kembali.

4. *Composting* (Pembuatan Pupuk)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuatan pupuk dari limbah padat tersebut.

5. *Incenerator* (Bakar Teknis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembakaran menggunakan peralatan dan teknis khusus.

6. *Blocking* (Pemadatan)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemadatan dilakukan untuk memperkecil volume limbah tersebut.

7. *Sanitary Landfill* (Pendamt Urug Berlapis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pemendaman pada areal tertentu.

2.3 Padi (*Oryza Sativa*)

Padi merupakan tanaman pangan berupa rumput berumpun. Tanaman pertanian kuno berasal dari dua benua yaitu Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Bukti sejarah memperlihatkan bahwa penanaman padi di Zhejiang (Cina) sudah dimulai pada 3.000 tahun SM. Fosil butir padi dan gabah ditemukan di Hastinapur Uttar Pradesh India sekitar 100-800 SM. Selain Cina dan India, beberapa wilayah asal padi adalah, Bangladesh Utara, Burma, Thailand, Laos, Vietnam.

Tabel 2.1 Klasifikasi botani tanaman padi adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monotyledonae</i>
Keluarga	: <i>Gramineae (Poaceae)</i>
Genus	: <i>Oryza</i>
Spesies	: <i>Oryza spp.</i>

Terdapat 25 spesies *Oryza*, yang dikenal adalah *O. sativa* dengan dua subspecies yaitu *Indica* (padi bulu) yang ditanam di Indonesia dan *Sinica* (padi cere). Padi dibedakan dalam dua tipe yaitu padi kering (gogo) yang ditanam di dataran tinggi dan padi sawah di dataran rendah yang memerlukan penggenangan.

2.3.1 Fungsi Tanaman Padi

Padi merupakan bahan makanan yang menghasilkan beras. Bahan makanan ini merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Meskipun sebagai bahan makanan pokok padi dapat digantikan/disubstitusi oleh bahan makanan lainnya, namun padi memiliki nilai tersendiri bagi orang yang biasa makan nasi dan tidak dapat dengan mudah digantikan oleh bahan makanan yang lain.

Padi adalah salah satu bahan makanan yang mengandung gizi dan penguat yang cukup bagi tubuh manusia, sebab di dalamnya terkandung bahan-bahan yang mudah diubah menjadi energi. Oleh karena itu padi disebut juga makanan energi.

2.3.2 Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1986 dalam Ristanti Apriyani). Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam adalah 94-96% dan apabila nilainya mendekati atau dibawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikanya rendah. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat (Houston, 1972 dalam Ristanti Apriyani). Tapi jika pembakaran dilakukan secara terus menerus pada suhu di atas 650°C akan menaikkan kristalinitasnya dan akhirnya akan terbentuk fasa kristobalit dan tridimit dari silika sekam.

Silika merupakan bahan kimia yang pemanfaatan dan aplikasinya sangat luas mulai bidang elektronik, medis, mekanik, seni hingga bidang-bidang lainnya. Salah satu pemanfaatan serbuk silika yang cukup luas adalah sebagai penyerap kadar air di udara sehingga memperpanjang masa simpan bahan dan sebagai bahan campuran untuk membuat keramik seni. Sedangkan silika amorf terbentuk ketika silikon teroksidasi secara termal. Silika amorf terdapat dalam beberapa bentuk yang tersusun dari partikel-partikel kecil yang kemungkinan ikut tergabung. Biasanya silika amorf mempunyai kerapatan 2,21 g/cm³.

2.3.3 Sekam untuk Bahan Bakar Alternatif

Saat ini masih sering ditemukan disekitar penggilingan padi adalah tumpukan sekam yang makin lama makin banyak dan tidak dimanfaatkan. Penelitian untuk sekam sebenarnya telah dilakukan sejak dulu tapi belum begitu diminati masyarakat. Kini, ketika minyak tanah semakin mahal, saatnya kita memanfaatkan sekam sebagai bahan bakar sekaligus membebaskan penggilingan padi dari limbah. Sekam dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar baik dalam keadaan mentah/segar maupun arang curah atau briket. Pemanfaatan sekam segar antara lain untuk bahan bakar kompor sekam keperluan energi panas skala rumah tangga, dan energi panas pengering bahan bakar sekam.

Melihat potensi yang besar pada sekam, sangat memungkinkan untuk memasyarakatkan penggunaan sekam sebagai bahan bakar untuk rumah tangga dan warung sebagai pengganti energi kayu atau minyak tanah. Nilai energi sekam memang lebih rendah dibanding briket batu bara muda yang mengandung energi 5.500 kkal/kg, minyak tanah 8.900 kkal/l, dan elpiji 11.900 kkal/kg, sedangkan panas pembakaran sekam hanya sekitar 3.300 kkal. Dengan demikian penggunaan sekam sangat prospektif sebagai sumber energi panas dan membantu menekan terjadinya gangguan lingkungan terutama di sekitar penggilingan padi. Untuk memanfaatkan sekam, terdapat beberapa hasil penelitian yang meliputi sekam sebagai bahan bakar kompor, sekam untuk pengeringan gabah, dan briket arang sekam untuk bahan bakar rumah tangga. Jika sekam dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar rumah tangga atau warung di pedesaan maka cara ini dapat memberikan dua keuntungan sekaligus, yaitu

mengurangi gunung limbah sekam dan menekan konsumsi minyak tanah/kayu bakar (Ridwan Rahmat, Warta penelitian dan pengembangan Pertanian, 2006).

- Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap dalam arang merupakan salah satu petunjuk untuk menentukan kualitas arang. Zat mudah menguap briket arang bukan merupakan komponen penyusun arang tetapi merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan (Perry dan Chilton, 1973).

Berdasarkan zat mudah menguap dalam arang berbanding terbalik dengan kadar karbon terikatnya, di mana kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengakibatkan kadar karbon terikatnya menjadi semakin rendah. Kadar zat mudah menguap dalam arang dapat dihitung dengan menguapkan semua zat-zat menguap dalam arang selain air.

- Karbon Terikat

Djarmiko dkk (1981) mendefinisikan karbon terikat sebagai fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, air dan zat mudah menguap. Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang karena karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi karbon terikat dalam suatu arang maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan karena pada proses pembakaran setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan panas.

Besarnya kadar karbon terikat dalam arang mempunyai hubungan terbalik dengan besarnya kadar zat mudah menguap, semakin besar kadar zat mudah menguap maka kadar karbon terikat menjadi semakin rendah. Djatmiko dkk (1981) menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan kadar karbon terikat tinggi tetapi mempunyai kadar abu yang rendah.

2.4 Penanganan Limbah Padat Penggilingan Padi

Tindakan penanganan terhadap limbah padat penggilingan padi merupakan upaya untuk mengendalikan dan mengurangi beban pencemaran yang dapat ditimbulkan akibat dari pencemaran limbah padat penggilingan padi terhadap lingkungan.

2.5 Proses Pembuatan Arang

Proses pembuatan arang dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu:

1. Cara sederhana

Pembuatan arang dengan cara sederhana banyak dilakukan dipedesaan yang merupakan cara tradisional dan tidak memerlukan biaya produksi tinggi. Proses pembuatannya dengan sistem : terbuka, lubang atau timbunan. Arang yang dihasilkan pada umumnya hanya digunakan untuk bahan bakar dalam rumah tangga.

2. *Kiln*

Cara ini digunakan untuk pembuatan arang dengan tujuan komersial kapasitas produksi pengolahan bervariasi tergantung pada volume *kiln*, yaitu: 150 kg -30 ton arang sekali bakar. Suhu pengarangan yang dapat dicapai 400 – 1000°C dengan waktu pengolahan 2-30 hari. Tipe *kiln* dibedakan menurut bentuk dan bahan konstruksinya, misalnya : tanah liat atau batu, *kiln* kubah, *beehive* atau empat persegi panjang.

3. Distilasi destruktif

Alat alat yang digunakan adalah retort atau oven. Sistem pemanasan dilakukan di luar atau di dalam. Pemanasan di dalam dilakukan dengan menggunakan sirkulasi gas panas yang *inert* (tidak bereaksi). Suhu minimum pengolahan sekitar 400 - 500°C, waktu pengolahan 20 – 30 jam. Arang yang dihasilkan berbentuk batangan atau serbuk.

Stain dan Harris dalam Soeparno (1993) menyebutkan bahwa ada empat cara pembuatan briket arang yaitu:

1. Pengempaan serbuk kayu menjadi briket disusul dengan karbonisasi pada tekanan sedang.
2. Pengempaan dan karbonisasi serbuk kayu secara serentak.
3. Pengempaan campuran arang dan serbuk kayu menjadi briket disusul dengan karbonisasi.
4. Pengempaan campuran arang dan bahan perekat menjadi briket disusul dengan pengeringan dan kadang-kadang dikarbonisasikan kembali.

Djarmiko dkk. (1981) menyebutkan bahwa reaksi yang terjadi pada proses pembuatan arang merupakan reaksi eksotermis, yaitu jumlah panas yang dikeluarkan lebih besar dibandingkan dengan jumlah panas yang diperlukan. Awal terjadinya reaksi eksotermis pada pembuatan arang terjadi pada saat proses pengarangan mencapai suhu 270°C , dimana pada suhu ini terjadi perubahan pada unsur-unsur kimia kayu dan mulai terbentuk arang.

Haygreen dan Bowyer (1989) mengemukakan bahwa *pirolisis* adalah proses pengolahan kayu atau bahan-bahan organik yang lain secara thermal tanpa adanya zat asam. Proses ini semula dinamakan penyulingan yang merusak dan di masa yang lampau telah digunakan untuk memproduksi arang kayu, asam asetat, dan methanol. Produk padat yang dihasilkan adalah arang kayu, cairan minyak kompleks yang berat yang agak serupa dengan minyak bahan bakar berat.

2.6 Penggunaan Arang

Penggunaan arang tidak terbatas sebagai bahan bakar tapi arang juga digunakan dalam bidang industri. Penggunaan arang dalam industri ini antara lain penggunaan arang hitam dalam pembuatan besi, silikon, timah dan arang aktif (Anonim, 1976). Hartono dan Nurhayati (1976) menyebutkan bahwa arang digunakan untuk keperluan industri kimia yaitu digunakan untuk karbon aktif, karbon monoksida, elektroda gelas, campuran resin obat-obatan, makanan ternak, karet dan lain-lain. Earl (1974) mengemukakan beberapa kegunaan penting arang, yaitu :

1. Sebagai bahan bakar rumah tangga

Arang digunakan untuk pemanas ruangan dan memasak karena arang kayu tidak berasap dan hampir sama sekali bebas abu. Arang juga dapat dipergunakan untuk memanggang karena diyakini mampu memberikan aroma yang khas dan tidak ditemukan adanya zat yang beracun pada asap yang dihasilkan oleh arang.

2. Sebagai bahan bakar untuk industri

Arang sebagai bahan bakar untuk industri, dapat digunakan untuk proses pengeringan langsung (tembakau) dan sebagai bahan bakar internal untuk industri semen (kurang lebih 1 ton arang diperlukan untuk membuat empat ton semen).

3. Sebagai bahan peleburan logam (*metal extraction*)

Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut : arang mempunyai komponen pereduksi yang kuat (*strong reducing properties*), sebagai contoh ketika arang dipanaskan dengan bijih besi (yang mengandung oksida logam dan sulfida) kandungan karbon yang ada di dalam arang akan segera bereaksi dengan oksigen dan sulfur. Hal inilah yang akan memudahkan terjadinya peleburan logam.

4. Penggunaan lain-lain

Penggunaan lain-lain dari arang antara lain untuk kembang api, bubuk mesiu, plastik, produksi karet, bahan untuk menggambar, dan bahan makanan ternak. Arang sekam padi digunakan dalam bidang pertanian (Anonim, 2001). Arang sekam padi ini mempunyai manfaat yaitu dapat meningkatkan pH tanah, memperbaiki aerasi akar tanaman, meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air dan dapat meningkatkan tingkat pergantian unsur K dan Mg.

2.7 Standar Kualitas Arang

Penggunaan arang baik sebagai bahan bakar maupun sebagai bahan penolong dalam industri memerlukan standar kualitas tertentu. Kualitas arang dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan proses pengolahannya. Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi hasil arang (Anonim, 1985) yaitu:

1. Kadar air bahan baku pada waktu pengkarbonan.
2. Tipe alat yang digunakan.
3. Pengawasan pada saat proses berjalan.

Djarmiko dkk. (1981) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas arang kayu adalah jenis kayu yang digunakan sebagai bahan baku, cara dan proses pengolahannya. Penetapan kualitas arang briket sama halnya dengan arang batangan yaitu yang dilakukan terhadap rendemen arang briket, sifat fisika arang briket seperti; kadar air, berat jenis dan nilai kalor serta sifat kimianya seperti; kadar abu, kadar zat terbang (mudah menguap) dan kadar karbon terikat. Standar pembandingan yang digunakan dalam pengujian kualitas arang briket adalah standar Jepang dan Inggris.

Tabel 2.2 Standar kualitas arang briket

	A	B	C	D	E	F
Standar Jepang	6	3-6	25-30	60-80	1-1,2	6000-7000
Standar Inggris	3,5	8,26	16,41	75,33	-	7289
Sumber : Soeparno (1999)						

Keterangan :

A : Kadar air (%)

D : Kadar karbon terikat (%)

B : Kadar abu (%)

E : Berat jenis

C : Kadar zat mudah menguap (%)

F : Nilai kalor (kal/gram)

1. Rendemen Arang

Nilai rendemen dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan pembuatan arang. Rendemen yang tinggi menunjukkan adanya proses karbonasi arang yang kurang sempurna karena kayu atau bahan baku lainnya belum seluruhnya berubah menjadi arang sehingga kualitasnya kurang bagus, dalam hal ini nilai kalornya rendah, sebaliknya rendemennya yang terlalu kecil, dari segi ekonomi tidak menguntungkan dan juga berpengaruh pada kekerasan arang. Arang yang terlalu matang mempunyai sifat rapuh sehingga mudah pecah (Soeparno, 2000). Nilai rendemen arang dari jenis-jenis kayu Indonesia sangat bervariasi yaitu antara 21,1-40,8%. Variasi yang besar ini lebih disebabkan oleh heterogenitas jenis kayu di Indonesia yang cukup besar (Hartoyo dan Nurhayati, 1976).

Djarmiko dkk. (1981) menyebutkan bahwa rendemen arang briket pada prinsipnya adalah menghitung persentase arang yang dihasilkan dibandingkan dengan berat kayu yang diarangkan.

2. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah ukuran kualitas bahan bakar dan biasanya dinyatakan dalam *British Thermal Unit* (BTU) yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu satu pound air sebesar 1 °F (biasanya dari 39 °F ke 40 °F). Soenardi (1976) mengemukakan bahwa nilai bakar terutama ditentukan oleh berat jenis dan kadar air kayu, tetapi berubah-ubah juga karena kadar *lignin* dan *ekstraktif*, seperti resin dan tanin. Soenardi juga menyebutkan bahwa panas pembakaran adalah panas (dalam BTU) yang diperoleh jika membakar satu pound kayu kering tanur. Panas sesungguhnya yang dihasilkan pada pembakaran kayu basah lebih rendah dibandingkan nilai pembakaran tersebut di atas, sebab sebagian panas dipakai untuk mengeluarkan air dan menguapkannya.

3. Kadar Air

Haygreen dan Bowyer (1989) mendefinisikan kadar air sebagai berat air yang dinyatakan sebagai persen berat. Salah satu cara yang paling lazim untuk menentukan kandungan air adalah dengan menimbang sampel basah, mengeringkannya dalam tanur pada suhu 103 ± 2 °C untuk mengeluarkan semua air kemudian menimbangnya kembali. Soeparno (2000) menyatakan bahwa kadar air kayu sangat menentukan kualitas arang yang dihasilkan. Arang dengan nilai kadar air rendah akan memiliki nilai kalor tinggi, arang ini dihasilkan dari jenis kayu yang memiliki kadar air rendah. Semakin tinggi kadar air kayu maka dalam proses karbonisasi kayu akan lebih banyak kalor yang dibutuhkan untuk

mengeluarkan air tersebut menjadi uap sehingga energi yang tersisa dalam arang menjadi lebih kecil.

4. Berat Jenis

Haygreen dan Bowyer (1989) mendefinisikan berat jenis sebagai perbandingan berat jenis bahan dengan berat jenis air. Berat jenis secara lebih rinci didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan kayu (atas dasar berat kering tanur dan volume pada kadar air yang telah ditentukan) dengan kerapatan air pada suhu 4 °C karena air memiliki kerapatan 1 gr/cm³ atau 1000 kg/cm³ pada suhu standar tersebut.

Berat jenis arang briket selain dipengaruhi oleh besarnya tekanan yang dikenakan sewaktu proses pembuatan *ogalith*, juga dipengaruhi oleh besarnya berat jenis kayu yang digunakan. Pada arang briket, berat jenis bahan baku yang digunakan berkorelasi positif dengan besarnya nilai rendemen dan kalornya karena arang briket dengan berat jenis tinggi lebih banyak mengandung zat karbon dibandingkan dengan kayu dengan berat jenis rendah (Hartoyo dan Nurhayati, 1976).

5. Kadar Abu

Abu adalah jumlah sisa setelah bahan organik dibakar di mana komponen utamanya berupa zat mineral, kalsium, kalium, magnesium dan silika. Earl (1974) menyebutkan bahwa abu adalah bahan yang tersisa apabila kayu dipanaskan hingga berat yang konstan. Kadar abu ini sebanding dengan kandungan bahan anorganik di dalam bahan.

Salah satu unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Selanjutnya disebutkan bahwa semakin rendah kadar abu, maka akan semakin baik briket yang dihasilkan. Kadar abu yang terlalu tinggi akan menyebabkan kerak pada dasar alat-alat yang digunakan dan juga kotor, oleh karena itu di beberapa negara mensyaratkan kadar abu tidak boleh lebih dari 6%.

6. Kadar zat mudah menguap (*volatile matter*)

Zat mudah menguap pada arang briket adalah senyawa-senyawa selain air, abu dan karbon. Zat mudah menguap terdiri dari unsur hidrogen, hidrokarbon C_2 - C_4 , metana dan karbon monoksida. Adanya unsur hidrokarbon (alifatik dan aromatik) pada zat mudah menguap ini menyebabkan semakin tinggi nilai kadar zat mudah menguap sehingga arang briket akan semakin mudah terbakar karena senyawa-senyawa alifatik dan aromatik mudah sekali terbakar. Kadar zat mudah menguap didefinisikan sebagai kehilangan berat (selain karena hilangnya air) dari arang yang terjadi pada saat proses pengarangan berlangsung selama 7 menit pada suhu $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tempat tertutup, tanpa ada kontak dengan udara luar (Earl, 1974). Selanjutnya disebutkan bahwa penguapan *volatile matter* ini terjadi sebelum berlangsungnya oksidasi karbon dan kandungan utamanya adalah hidrokarbon dan sedikit nitrogen.

Hartoyo dkk. (1978) mengemukakan bahwa besarnya suhu yang digunakan dalam proses pembuatan arang akan mempengaruhi besarnya kadar zat mudah menguap. Hartoyo dkk. (1978) juga menyebutkan bahwa semakin tinggi suhu

yang digunakan mengakibatkan semakin rendahnya kadar zat mudah menguap pada arang yang dihasilkan.

7. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*)

Soeparno dkk. (1999) menyatakan bahwa jenis bahan sangat berpengaruh pada besarnya nilai karbon dalam briket. Kandungan selulosa dalam kayu akan mempengaruhi besarnya kadar karbon terikat dalam briket arang. Kadar selulosa yang tinggi akan menyebabkan kadar karbon yang tinggi pula. Hal ini dikarenakan komponen penyusun selulosa sebagian besar adalah karbon. Selanjutnya disebutkan pula bahwa kadar karbon terikat juga merupakan penentu kualitas arang. Kadar karbon terikat yang tinggi menunjukkan kualitas yang baik, sedangkan kadar karbon terikat yang rendah menunjukkan kualitas arang yang kurang begitu baik. Djatmiko dkk. (1981) menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan karbon terikat tinggi tetapi mempunyai kadar zat abu yang rendah.

2.8 Pengaruh Tekanan Kempa terhadap Bahan pada Arang Briket.

Tekanan atau pengempaan diperlukan dalam pembuatan arang briket untuk membentuk briket atau padatan yang kompak, sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan bakar sebagaimana arang kayu pada umumnya. Soeparno (1993) mengemukakan bahwa besarnya pengempaan berpengaruh secara *signifikan* terhadap rendemen arang briket yang dihasilkan. Variasi besar tekanan yang digunakan untuk pembuatan briket arang oleh Hartoyo dkk, (1978) adalah 8-16 ton dengan interval 2

ton menyebabkan variasi kerapatan atau berat jenis arang yang dihasilkan. Selanjutnya disebutkan bahwa kenaikan tingkat pengempaan akan menaikkan berat jenisnya. Pencampuran bahan baku dalam pembuatan arang briket dimaksudkan untuk memperbaiki sifat dan kualitas arang briket yang akan dihasilkan.

2.9 Hipotesis

1. Dengan peningkatan tekanan pada pembuatan arang briket pada bahan sekam padi akan meningkatkan sifat fisik dan sifat kimia arang briket yang dihasilkan.
2. Jenis sekam akan berpengaruh terhadap nilai panas.

2.10 Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui kebenaran hipotesis tersebut, maka disusun rencana penelitian dengan menetapkan faktor-faktor penelitian sebagai berikut:

- a. Faktor pertama adalah Besar tekanan (T), terdiri atas tiga tekanan yaitu:

$$T1 = 815 \text{ psi (3000 ponds)}$$

$$T2 = 1087 \text{ psi (4000 ponds)}$$

$$T3 = 1359 \text{ psi (5000 ponds)}$$

- b. Faktor kedua adalah bahan yaitu sekam padi

Masing-masing perlakuan menggunakan ulangan sebanyak tiga kali sehingga dalam penelitian ini dibutuhkan contoh uji sebanyak (3 x 3), yaitu 9 sampel.

Data yang diperoleh diuji dengan analisis varians untuk mengetahui adanya interaksi antara kedua faktor yang diteliti yaitu faktor tekanan kempa dan bahan. Apabila analisis varians tidak menunjukkan adanya interaksi, maka dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh faktor tunggal yang berbeda nyata pada taraf uji 5% dan 1%. Jika diketahui ada faktor yang menyebabkan pengaruh yang berbeda nyata pada tahap uji tersebut, maka dilakukan lanjutan dengan metode Tukey/HSD (*Honestly significant Difference*).

Uji lanjut dengan menggunakan metode Tukey/HSD tersebut dilakukan untuk mengetahui pada bagian mana yang berbeda nyata antara faktor perlakuan dan bahan sampel perlakuan pada taraf *signifikan* 5% dan 1% terhadap kualitas kimia arang briket yang dihasilkan.

Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah sifat fisik dan sifat kimia arang briket. Sifat fisik arang briket meliputi: nilai kalor, berat jenis dan kadar air. Sifat kimia arang briket meliputi: kadar abu, kadar zat mudah menguap (*volatil*) dan kadar karbon terikat.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pertama-tama dilakukan penimbangan sekam padi seberat 50 gr sebagai sampel penelitian. Dengan menggunakan alat kempa yang dilengkapi dengan pemanas tipe *carver 2101 laboratory Press*, model C seri no 24000.438 untuk menekan sekam padi menjadi *ogalith* dan alat pencetak *ogalith* berbentuk silinder besi berdiameter 5,5 cm. Dibentuk dengan tekanan kempa 3000 pound, 4000 pound, 5000 pound. Kemudian dilakukan pengarangan briket di dapur pengarangan (*retort*). Briket yang telah diarangkan, selanjutnya dilakukan pengujian nilai kalor arang briket menggunakan alat yang dinamakan *Oksigen bom kalorimeter*. Kemudian dilakukan pengujian kadar air didalam oven pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Pada kadar abu dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama empat jam. Dan pengujian kadar zat menguap adalah dengan cara memasukkan contoh uji seberat ± 2 gram pada tanur listrik bersuhu 900°C .

3.1 Persiapan Bahan Penelitian:

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Sekam padi yang di dapat dari tempat penggilingan padi yang ada di Dusun Joho, Kelurahan Jambitan, Banguntapan Bantul

- b. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk pengujian nilai kalor, yaitu: Natrium karbonat, Asam benzoat, dan indikator methyl orange.
- c. Aquadest untuk pengujian nilai kalor.
- d. Kawat nikel dan benang.
- e. Oksigen murni 99,5 %.

3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat untuk mencetak *ogalith*, mengarangkan *ogalith* dan pengujian arang briket.

- Alat pencetak *ogalith*

Berupa alat kempa yang dilengkapi dengan pemanas tipe *carver 2101 laboratory Press*, model C seri no 24000.438 untuk menekan sekam padi menjadi *ogalith* dan alat pencetak *ogalith* berbentuk silinder besi berdiameter 5,5 cm.

- Alat pengarangan *ogalith* sangat modern, cara pembakaran dengan bahan bakar minyak tanah dan kompresor di UGM Teknologi Hasil Hutan.
- Alat Pengukur suhu (*Thermokoppel*)
- Gelas piala 100 mL, digunakan untuk pengukuran berat jenis arang briket.
- Oksigen bom kalori meter merk *Gallen Kamp Autobomb no G 4940*, digunakan untuk pengujian nilai kalor arang briket.
- Tabung gas oksigen, digunakan untuk mengalirkan oksigen pada pengujian nilai kalor arang briket.

- Oven merk *Gallen Kamp* untuk mengeringkan contoh uji kadar air dan berat jenis arang briket.
- Desikator untuk mengkondisikan contoh uji kadar air, kadar abu, berat jenis dan kadar zat mudah menguap setelah dikeringkan dalam oven.
- Dapur pengabuan (*Thermolyne*) merk *Uchida maks.* 1200 ° C digunakan untuk pengujian kadar zat mudah menguap, kadar abu dan kadar karbon terikat.

3.3 Pembuatan Briket (*Ogalith*)

Tahap-tahap pembuatan arang briket pada penelitian ini sebagai berikut:

- Serbuk yang telah ditimbang dengan berat sampel serbuk sekam padi 50gr kemudian dimasukkan dan disusun kedalam cetakan sambil ditekan dan diratakan agar diperoleh susunan serbuk dengan kerapatan yang merata.
- Alat pencetakan dipasang pada alat kempa dan kemudian ditekan pada kondisi panas tekanan 250°C dengan waktu kempa 15 menit (Soeparno 1993). Adapun besarnya tekanan kempa diantaranya 3000, 4000 dan 5000 Pond.
- Briket dikeluarkan (diambil) setelah ditunggu selama kurang lebih 15 menit hingga cetakan dingin, maka akan dihasilkan briket sekam padi yang disebut *ogalith*.

3.4 Pengarangan

Proses pengarangan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Briket sekam padi (*ogalith*) disusun pada dapur pengarangan (*retort*).

Lamanya pengarangan empat jam dan diusahakan agar panas dalam *retort* merata.

- Setelah pengarangan berlangsung selama empat jam dan asap sudah tidak keluar lagi dari *retort*, maka pengarangan pada dapur *retort* dihentikan.
- *Retort* ditunggu sampai keadaan dingin selama kurang lebih 24 jam , sehingga bara yang ada dalam arang briket mati.
- Arang dikeluarkan dari *retort* dan diangin ditempat terbuka agar kondisinya seimbang dengan lingkungan sekitarnya.

3.5 Pengujian Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor arang briket menggunakan alat yang dinamakan *Oksigen bom kalorimeter*. Adapun cara pengujiannya adalah sebagai berikut:

3.5.1 Persiapan

Persiapan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Menimbang contoh sampel.
- b. Mengukur panjang kawat nikel dan benang pembakaran.
- c. Merangkaikan kawat dan benang kedalam alat *bom kalorimeter*.

- d. Memasukkan rangkaian ini kedalam alat *bom kalorimeter* yang sebelumnya telah diisi dengan aquades hingga mencapai tinggi kurang lebih 1mm.
- e. Mengisikan oksigen murni (99.5%) kedalam bom silinder tersebut sampai dengan tekanan 30 atmosfer.
- f. Memasukkan bom silinder tersebut kedalam panci silinder yang berisi air dua liter kemudian memasukkan panci silinder tersebut ke dalam mantel silinder serta memasang elektroda – elektrodanya.
- g. Memasang penutup mantel silinder sedemikian rupa sehingga pengaduk bisa berputar bebas dalam panci silinder yang berisi air dan memasang thermometer menghadap kearah peneliti.

3.5.2 Pengukuran Kenaikan Suhu

Pengukuran kenaikan suhu pada penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

- a. Menjalankan pengaduk selama kurang lebih 10 menit dan mencatat suhu yang terbaca pada thermometer setelah suhu stabil sebagai suhu awal (t_1).
- b. Setelah waktu mencapai 10 menit, mulai dilakukan pembakaran dengan mengalirkan arus listrik bertegangan 23 volt dengan menekan tombol "*fire*" sampai tombol indikator "*test*" tidak menyala.
- c. Setelah proses pembakaran ini, suhu akan naik dengan cepat. Pencatatan suhu dilakukan setelah suhu mengalami kestabilan. Suhu tersebut merupakan suhu akhir (t_2).

3.5.3 Pembongkaran

Pembongkaran ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menghentikan pengaduk dan membuka mantel silinder secara hati-hati. Gas yang ada dalam silinder bom dilepaskan secara hati-hati dengan memutar sekrup dop.
- b. Mangkok pembakaran dilepas dari silinder bom, bagian silinder bom dicuci dengan aquades, air cucian ini ditampung dengan gelas piala sebanyak 50 mL. Hasil tampungan ini kemudian ditetesi dengan *methyl orange* sebanyak tiga tetes sehingga cairan berwarna merah muda, untuk kemudian dilakukan titrasi dengan sodium karbonat yang terdapat dalam buret sampai cairan berubah warna menjadi bening. Jumlah milimeter yang digunakan dalam titrasi merupakan koreksi asam.
- c. Hasil pengamatan selengkapnya kemudian dimasukkan kedalam rumus berikut ini untuk mencari nilai kalornya : $t = t_2 - t_1$

3.6 Kadar air

Prosedur pengujiannya dilakukan dengan cara mengambil sebagian dari contoh uji arang briket dan menimbanginya seberat dua gram sebagai berat mula-mula

- (a). Cuplikan tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 2 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Prosedur ini diulang beberapa kali sampai diperoleh berat konstan (b).

Perhitungan kadar air arang sebagaimana disebutkan dalam ASTM D 1762 – 84 dirumuskan sebagai berikut:

$$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(a - b)}{a} \times 100\ \%$$

Keterangan :

a = berat arang (sampel) kering udara (gram)

b = berat arang (sampel) setelah dikeringkan pada suhu 105°C (gram).

3.7 Kadar Abu

Prosedur pengujian kadar abu dilakukan dengan cara mengambil contoh uji seberat dua gram dan dimasukkan ke dalam cawan porselen (cawan pengabuan) dan ditimbang sebagai berat awal. Cawan yang berisi arang tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama empat jam. Menjelang suhu tercapai, tutup tanur dibuka sesaat agar udara luar masuk. Setelah proses pengabuan, cawan beserta isinya dimasukkan ke dalam desikator kemudian ditimbang sebagai berat akhir.

Perhitungan kadar abu sebagaimana disebutkan dalam ASTM D 1762-84 dirumuskan sebagai berikut:

$$Kadar\ abu = \frac{c - b}{a} \times 100\ \%$$

keterangan : a = berat sampel (gram)

b = berat cawan (gram)

c = berat cawan + berat abu (gram)

3.8 Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatille Matter*)

Prosedur penentuan zat mudah menguap adalah dengan cara memasukkan contoh uji seberat ± 2 gram pada tanur listrik bersuhu 900°C . Setelah suhu tercapai, tanur dimatikan dan cawan beserta isinya dibiarkan dingin terlebih dahulu dalam tanur. Selanjutnya, setelah terlebih dahulu dimasukkan ke dalam desikator, contoh uji ditimbang. Jika masih terdapat bagian berwarna putih, maka pengujian harus diulangi.

Perhitungan kadar zat mudah menguap (*volatile matter*) menurut Djatmiko,dkk (1981) adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar .zat .mudah .menguap (\%)} = \frac{B - C}{B} \times 100\%$$

Keterangan : B = berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 105°C (gram)

C = berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 900°C (gram)

3.9 Kadar Karbon Terikat (*fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat adalah fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu dan zat mudah menguap dan air. Perhitungan kadar karbon terikat sebagaimana disebutkan oleh Earl (1976) adalah sebagai berikut:

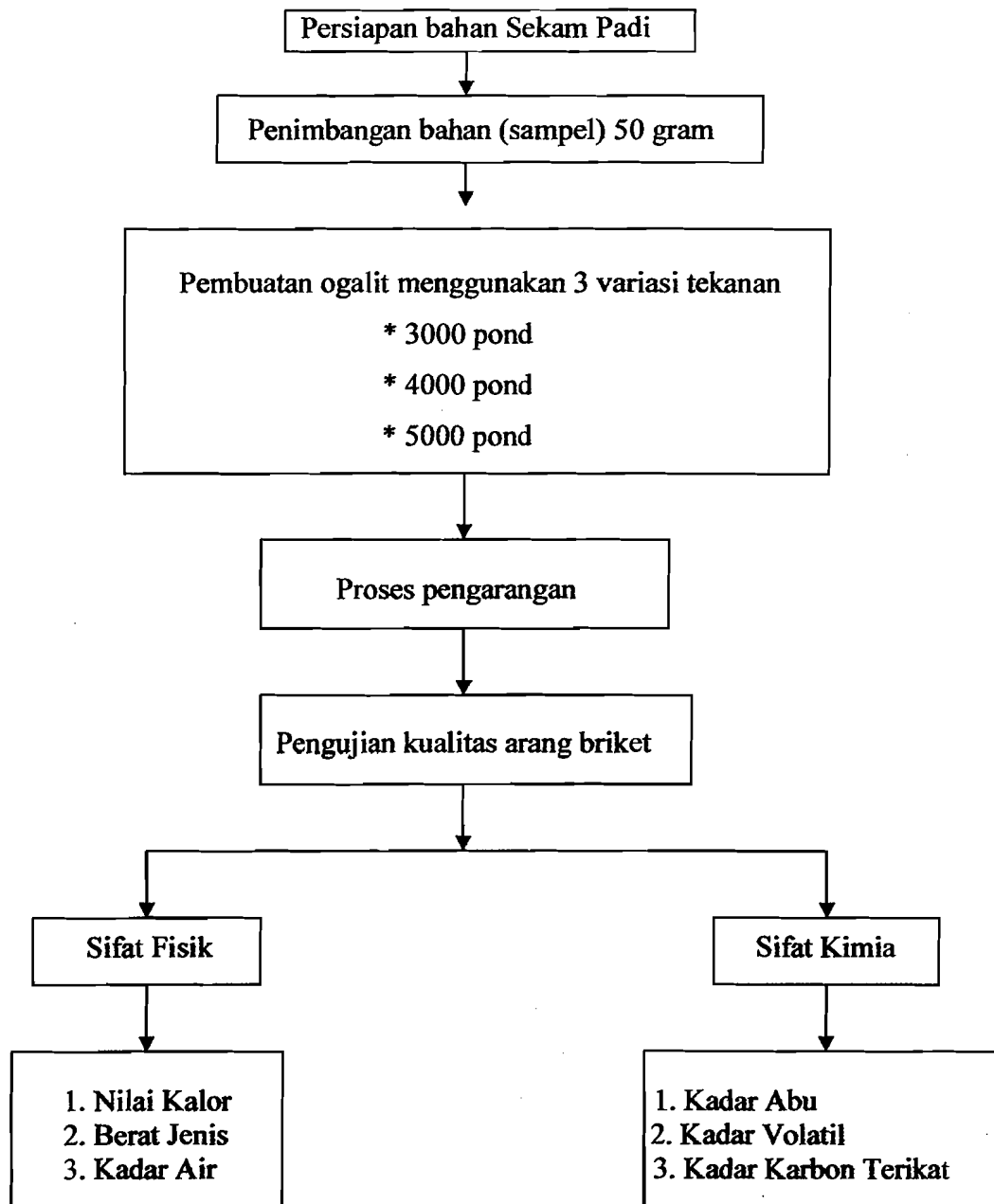
$$\text{Kadar .karbon .terikat .(\%)} = 100 \% - (Ka + Vm + Abu) \%$$

Keterangan : Ka = kadar air (%)

Vm = kadar zat mudah menguap (*Volatile matter*) (%)

Abu = Kadar abu (%)

Secara ringkas, prosedur pelaksanaan penelitian pembuatan arang briket dari bahan sekam padi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PENELITIAN

4.1.1 Sifat Fisik Arang Briket

1. Perhitungan Kadar Air

Penelitian mengenai pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Nilai rata-rata kadar air

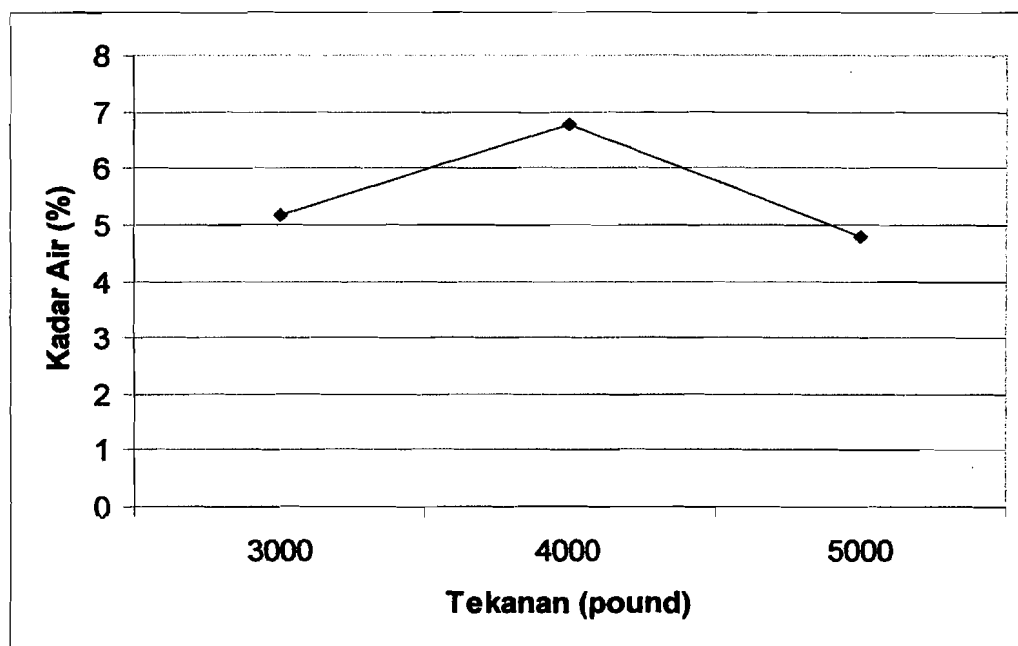
Tekanan	sample (sekam padi)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	4,8	8,25	5,7	5,1833
4000 pounds	5,45	3,85	4,75	6,783
5000 pounds	5,3	8,25	3,9	4,783

Tabel 4.2 Analisis *varians* kadar air

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	6,720	3,360	1,366	0,324
Error	6	14,760	2,460		
Total	8	21,480			

Dari hasil analisis *varians* pada Tabel 4.2 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar air arang briket. Dimana nilai F hitung lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (dalam tabel lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (Tidak *signifikan*) terhadap kadar air arang briket yang diteliti.

Pada gambar berikut akan terlihat jelas interaksi antara tekanan kempa terhadap kadar air :



Gambar 4.1 Pengaruh tekanan kempa dan bahan sekam padi terhadap nilai kadar air

2. Nilai kalor

Penelitian mengenai pengujian nilai kalor dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Nilai kalor rata - rata

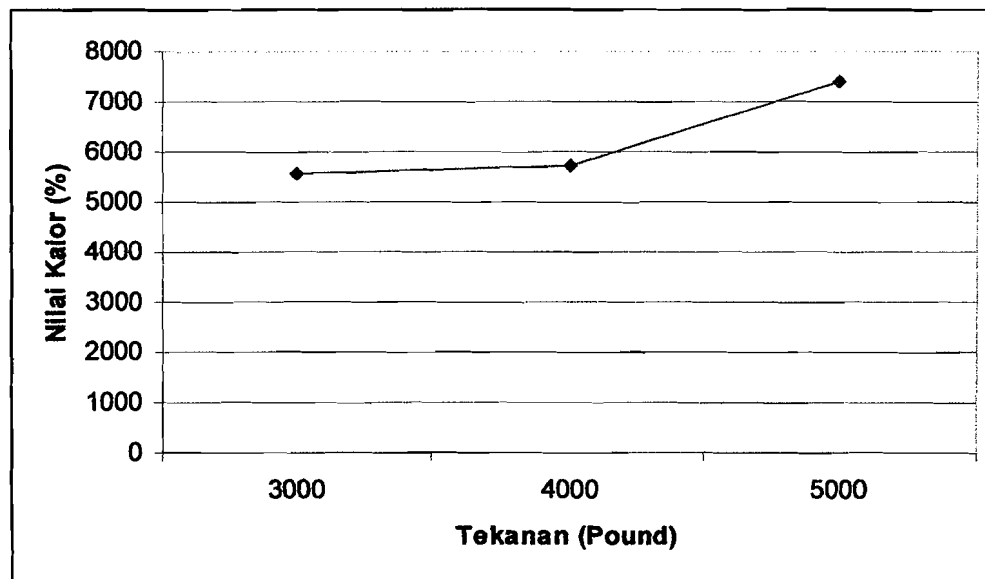
Tekanan	sample (sekam padi)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	6190	5820,827	4690,771	5567,199
4000 pounds	4687,692	6604,993	5859,274	5717,319
5000 pounds	7216,5859	8194,2765	6794,068	7401,643

Tabel 4.4 Analisis *varians* nilai kalor

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	6224669,229	3112334,614	4,532	0,063
Error	6	4120243,167	686707,195		
Total	8	10344912,396			

Dari hasil analisis *varians* pada Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap nilai kalor arang briket. Dimana nilai F hitung lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (dalam tabel lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (Tidak *signifikan*) terhadap nilai kalor arang briket yang diteliti.

Pada gambar berikut akan terlihat jelas interaksi antara tekanan kempa terhadap nilai kalor :



Gambar 4.2 Pengaruh tekanan kempa dan bahan sekam padi terhadap nilai kalor

4.1.2 Sifat Kimia Arang Briket

1. Kadar abu

Penelitian mengenai pengujian kadar abu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Nilai rata-rata kadar abu

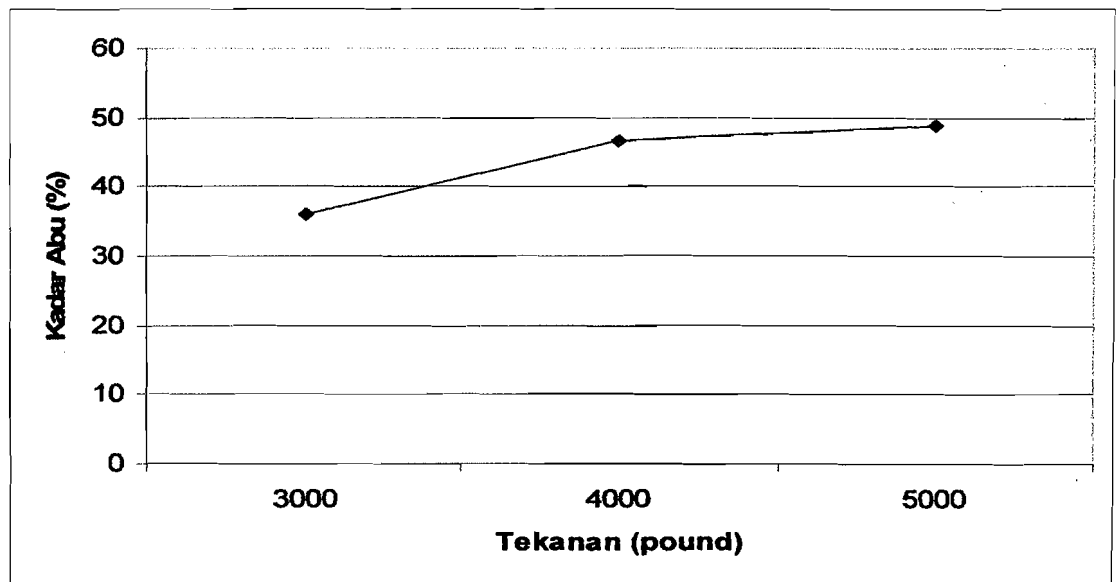
Tekanan	sample (sekam padi)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	39,55	35,85	32,9	36,1
4000 pounds	45,15	45,95	48,45	46,516
5000 pounds	46,2	49,9	50,55	48,883

Tabel 4.6 Analisis *Varians* kadar abu

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	277,522	138,761	21,270	0,002
Error	6	39,143	6,524		
Total	8	316,665			

Dari hasil analisis *varians* pada Tabel 4.6 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar abu arang briket. Dimana nilai F hitung lebih besar dari nilai taraf uji 1% (dalam tabel lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan sangat nyata (*signifikan*) terhadap kadar abu arang briket yang diteliti.

Pada gambar berikut akan terlihat jelas interaksi antara tekanan kempa terhadap kadar abu :



Gambar 4.3 Pengaruh tekanan kempa dan bahan sekam padi terhadap nilai kadar abu

2. Kadar zat mudah menguap.

Penelitian mengenai pengujian kadar zat mudah menguap dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Nilai rata-rata Kadar zat mudah menguap

Tekanan	sample (sekam padi)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	37,65	24,2	49,1	42,3
4000 pounds	29,45	27,95	36,05	31,15
5000 pounds	24,35	21,85	14	23,4

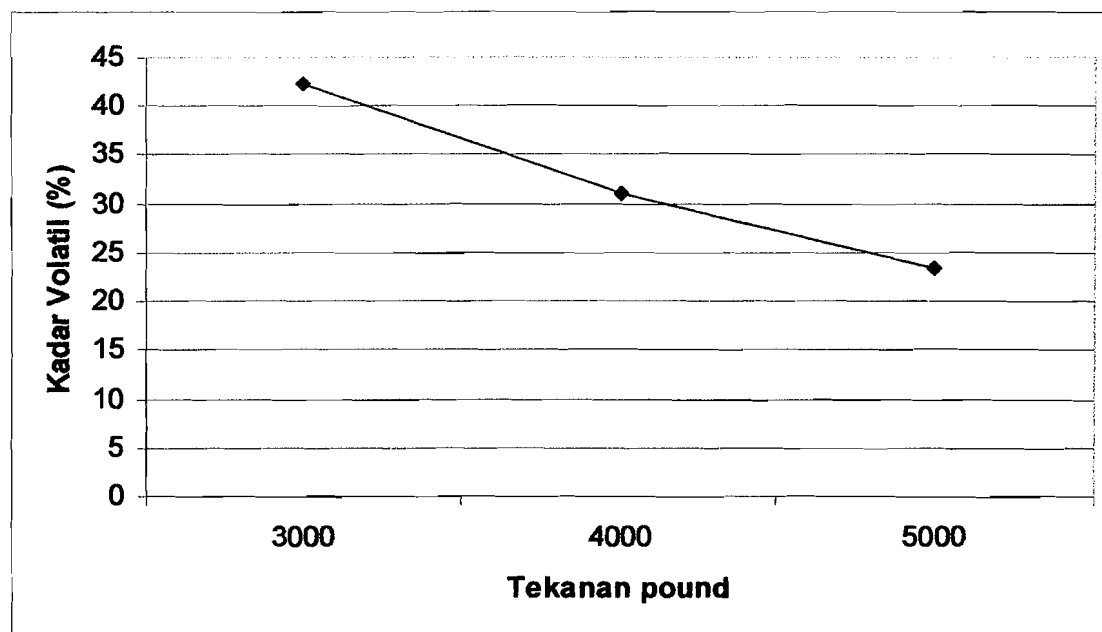
Tabel 4.8 Analisis *Varians* kadar zat mudah menguap

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	741,484	370,742	13,244	0,006
Error	6	167,957	27,993		
Total	8	909,441			

Dari hasil analisis *varians* pada Tabel 4.8 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar zat mudah menguap arang briket. Dimana nilai F hitung lebih besar dari nilai taraf uji 1% (dalam tabel lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan sangat nyata (*signifikan*) terhadap kadar zat mudah menguap arang briket yang diteliti.

Pada gambar berikut akan terlihat jelas interaksi antara tekanan kempa terhadap kadar zat mudah menguap :





Gambar 4.4 Pengaruh tekanan kempa dan bahan sekam padi terhadap nilai *Volatil*

3. Kadar karbon terikat.

Penelitian mengenai pengujian kadar karbon terikat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.9. Nilai rata-rata kadar karbon terikat

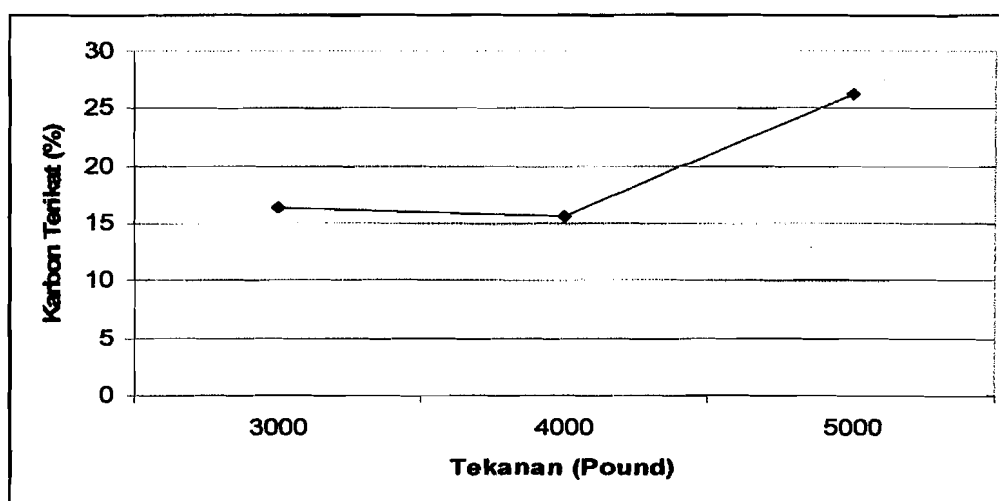
Tekanan	sample (sekam padi)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	18	18,55	12,7	16,416
4000 pounds	17,15	22,25	7,25	15,55
5000 pounds	23,75	23,5	31,55	26,266

Tabel 4.10 Analisis *Varians* kadar karbon terikat

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	212,621	106,310	3,561	0,096
Error	6	179,113	29,852		
Total	8	391,734			

Dari hasil analisis *varians* pada Tabel 4.10 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar karbon terikat arang briket. Dimana nilai F hitung lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (dalam tabel lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (Tidak *signifikan*) terhadap karbon terikat arang briket yang diteliti.

Pada gambar berikut akan terlihat jelas interaksi antara tekanan kempa terhadap karbon terikat :



Gambar 4.5. Pengaruh tekanan kempa dan bahan sekam padi terhadap karbon terikat

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Sifat Fisik Arang Briket

4.2.1.1 Kadar Air

Pada penelitian kadar air ini didapatkan hasil penelitian berkisar antara 3,85%-8,25%. Ini terdapat pada hasil penelitian pada tekanan 4000 pounds. Rata-ratanya berkisar antara 4,783%-6,783%. Hasil penelitian ini berbeda jauh dengan kadar air arang briket pada penelitian Afianto (1994), dimana dalam penelitiannya diperoleh arang briket dengan kadar air 1,25% - 4,01%. Kadar air arang briket yang dihasilkan dari penelitian ini cukup memenuhi standar Jepang, karena standar kualitas arang briket Jepang adalah 6. Sedangkan bila dibandingkan dengan standar Inggris maka arang briket hasil penelitian tidak memenuhi, karena standar kualitas arang briket Inggris adalah 3,5.

Kisaran kadar air ini terjadi karena arang briket memiliki sifat higroskopis yang akan menyerap air dari udara disekelilingnya selama proses pendinginan di dalam *retort* selama kurang lebih 24 jam setelah proses karbonisasi. Pada arang tradisional kadar airnya lebih tinggi (5% -10%), jika arang memiliki kadar air lebih dari 15% (kadar air seimbang dari arang) berarti arang tersebut sengaja dibasahi untuk menipu konsumen karena jual beli arang dalam satuan berat (Soeparno 1992). Hal ini membuktikan bahwa perlakuan setelah proses karbonisasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas arang briket dalam hal ini kadar air.

Dari hasil analisis *varians* memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar air arang briket tidak berpengaruh nyata pada taraf uji

5%. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (2000) bahwa jenis kayu dalam hal ini kadar airnya akan mempengaruhi kualitas arang briket yang dihasilkan.

4.2.1.2 Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas arang briket apabila digunakan sebagai bahan bakar. Pada penelitian ini nilai kalor hasil penelitian berkisar antara 4687.692 kal/gram – 8194.2765 kal/gram. Rata-ratanya untuk tekanan 3000 pond 5567.199 kal/gram, tekanan 4000 pond 5717.319 kal/gram, dan pada tekanan 5000 pond 7401,643 kal/gram. Dari hasil penelitian yang didapat bila dibandingkan dengan standar Jepang dan standar Inggris tidak ada yang memenuhi. Akan tetapi bila diambil pertekanan maka arang briket pada tekanan 3000 pond uji sampel pertama memenuhi standar Jepang, arang briket pada tekanan 4000 pond uji sampel kedua memenuhi standar Jepang, dan arang briket pada tekanan 5000 pond uji sampel pertama memenuhi standar Inggris sedangkan arang briket pada tekanan 5000 pond uji sampel yang ketiga memenuhi standar Jepang. Hal ini sangat penting mengingat nilai kalor adalah syarat utama untuk arang industri.

Dari hasil analisis *varians* memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap nilai kalor arang briket taraf uji 5% berpengaruh tidak nyata (*signifikan*) terhadap nilai kalor arang briket yang diteliti. Faktor tekanan (3000 pond) menghasilkan nilai kalor 5567,199 kal/gram, tekanan (4000 pond) menghasilkan nilai kalor 5717,319 kal/gram, tekanan (5000 pond) menghasilkan nilai kalor 7401,643 kal/gram. Hasil diatas menunjukkan semakin besar tekanan yang digunakan

menyebabkan kenaikan berat jenis arang briket, semakin tinggi berat jenis maka nilai kalornya juga semakin tinggi. Namun pada hasil penelitian yang telah dilakukan pada bahan menunjukkan bahwa semakin di tambah tekanan semakin besar nilai kalor.

Nilai kalor yang tinggi disebabkan oleh kandungan abu yang tinggi pada sekam padi. Salah satu unsur utama dalam sekam padi adalah silika, kandungan silika dari abu sekam 94-96%. Juga dikemukakan bahwa nilai kalor arang berhubungan dengan kadar karbon terikat (*fixed carbon*).

4.2.2 Sifat Kimia Arang Briket

4.2.2.1 Kadar Abu

Pada penelitian ini dihasilkan arang briket dengan nilai kadar abu rata-rata 36.1%-48.883%. Dari hasil penelitian ini tidak ada yang memenuhi standar Jepang maupun standar Inggris, karena tingginya kandungan kadar abu pada sekam padi. Baik itu nilai tekanan 3000 pond uji sampel pertama, kedua, dan ketiga. Begitu juga pada tekanan 4000 pond dan tekanan 5000 pond uji sampel pertama, kedua, dan ketiga. Besarnya kadar abu merupakan salah satu indikator kualitas arang briket. Kadar abu merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas arang briket. Djatmiko dkk (1998) menyebutkan bahwa arang yang berkualitas baik ditandai dengan adanya kadar abu rendah.

Hasil analisis *varians* memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar abu arang briket pada F hitung 1%. Hal ini terlihat pada faktor

tekanan kempa dan bahan atau sampel sekam padi yang sangat berpengaruh nyata terhadap kadar abu arang briket.

Dimana sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1986). Nilai paling umum kandungan *silika* dari abu sekam adalah 94-96% . Berarti memang kadar abu didalam sekam padi sangat tinggi, *silika* yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat. Brown dkk (1952) berpendapat bahwa besarnya kadar abu dipengaruhi oleh garam-garam *karbonat*, *sulfat*, *fosfat*, dan *silikat* dari *kalium*, kalsium dan magnesium yang terkandung dalam kayu dan dipengaruhi oleh lokasi tanah tumbuh

4.2.2.2 Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat menguap arang briket pada penelitian ini berkisar antara 23.4% – 42.3% nilai tersebut merupakan nilai rata-rata. Kadar zat menguap yang dihasilkan pada penelitian ini tidak seluruhnya dapat memenuhi standar Jepang (25%- 30%) dan Standar Inggris (16,41%). Bila hasil penelitian rata-rata yang dibandingkan, tidak menghasilkan hasil yang *signifikan* karena tidak ada yang memenuhi standar Jepang maupun standar Inggris. Akan tetapi bila dibandingkan dengan tekanan 4000 pond pada uji sampel yang pertama dan uji sampel kedua memenuhi standar Jepang. Pada uji sampel pertama tekanan 4000 pond hasil penelitian 29.45% dan pada uji sampel kedua tekanan 4000 pond 27.95%.

Kadar zat mudah menguap merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam menentukan kualitas arang yang dihasilkan selain kadar abu dan kadar karbon terikat. Kadar zat menguap yang dihasilkan dari penelitian ini juga dipengaruhi oleh bahan yang digunakan, menurut pendapat Syachri (1986) bahwa bahan baku berpengaruh nyata terhadap zat mudah menguap.

Dari hasil penelitian ini masih ada yang memenuhi standar Jepang maupun standar Inggris, biarpun yang diambil bukan nilai kadar zat menguap rata-rata. Dimana hasil analisis *varians* memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap kadar zat mudah menguap arang briket pada taraf uji 1%, sangat berpengaruh nyata terhadap kadar zat mudah menguap arang briket. Faktor ukuran mempengaruhi kadar zat mudah menguap pada arang briket selain pada tekanan. Pada hasil penelitian ini menunjukkan semakin besar tekanan maka semakin kecil nilai zat mudah menguap yang dihasilkan. Ini terlihat pada hasil penelitian yang di dapat, semakin ditambah tekanan semakin rendah hasilnya. Pada tekanan 3000 pond menghasilkan 42,3%, 4000 pond 31,15% dan pada tekanan 5000 pond 23,4%.

Kandungan zat mudah menguap sekam padi yang tinggi disebabkan oleh adanya kandungan unsur *karbon* (C) dan *hydrogen* (H) yang cukup tinggi. Jenkins dan Ebeling (dalam Duke, 1983) menyebutkan bahwa sekam padi mengandung 40,96% dan 4,3 H. Kadar zat mudah menguap yang tinggi secara umum lebih disukai karena lebih mudah dinyalakan.

4.2.2.3 Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat merupakan parameter yang sangat penting untuk menentukan kualitas arang briket. Soeparno dkk, (1999) menyebutkan bahwa arang briket yang berkualitas baik ditunjukkan oleh adanya karbon terikat yang tinggi. Nilai kadar karbon terikat dalam suatu arang yang semakin tinggi maka akan semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan (Djatkiko dkk, 1981). Pada penelitian ini dihasilkan arang briket dengan nilai kadar karbon terikat rata-rata berkisar antara 12.7% - 31.55%. Kadar karbon terikat arang briket pada penelitian ini dapat memenuhi standar yang ditetapkan oleh standar Jepang dan standar Inggris.

Dari hasil analisis *varians* menunjukan bahwa pada faktor tekanan kempa dan bahan sekam yang sangat berpengaruh nyata terhadap kadar karbon terikat arang briket. Faktor tekanan (3000 pond) menghasilkan nilai karbon terikat rata-rata 16,416%, tekanan (4000 pond) menghasilkan nilai karbon terikat rata-rata 15,55%, tekanan (5000 pond) menghasilkan nilai karbon terikat rata-rata 26,266%.

Besarnya kadar karbon terikat arang briket juga dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap, dimana semakin rendah kadar zat mudah menguap arang briket maka kadar karbon terikatnya semakin tinggi. Pada penelitian ini dijumpai kenyataan bahwa arang briket yang mempunyai kadar zat mudah menguap yang tinggi maka akan mempunyai kadar karbon terikat yang rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sudiyani dkk (1999) yang

menyatakan bahwa semakin tinggi kadar karbon terikat pada arang maka akan semakin rendah kadar zat menguapnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pembuatan arang briket dari sekam padi dengan faktor variasi tekanan kempa dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Limbah padat dari tanaman padi berupa sekam padi dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan arang briket.
2. Kadar air arang briket berkisar antara rata-rata 4,783% - 6,783%, nilai kalor 5567,199 kal/gram – 7401,643 kal/gram, kadar abu 36,1% - 48,883%, dan zat menguap 23,4% – 42,3%.
3. Nilai kalor pada tekanan 3000 Pounds uji sampel pertama, tekanan 4000 pounds uji sampel kedua, tekanan 5000 pounds uji sampel pertama dan ketiga dapat memenuhi standar Jepang dan standar Inggris.
4. Tingginya nilai kadar abu yang ada pada sekam padi, karena sekam padi banyak mengandung silika.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan sekam padi sebagai bahan baku arang briket perlu lebih dimasyarakatkan lagi karena arang briket yang dihasilkan kualitasnya cukup bagus dan merupakan salah satu alternatif untuk memanfaatkan limbah industri.
2. Penggunaan tekanan dalam pembuatan *ogalith* sebaiknya tidak terlalu kecil agar menghasilkan *ogalith* yang keras dan padat sehingga akan menghasilkan arang briket yang baik.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan sekam padi sebagai bahan baku arang aktif untuk meningkatkan nilai jualnya

DAFTAR PUSTAKA

- Rantan,D, 2003, *Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif*.
- Soeparno, 1992, *Pengolahan Arang Secara Sederhana dan Nilai Panas Dari Setiap Kualitas yang Dihasilkan*, Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM dan Dekdibud, Yogyakarta.
- _____. 1993. *Pengaruh Tekanan Kempa dan Jenis Serbuk Pada Pembuatan Briket Arang Gergajian Terhadap Rendemen dan Nilai Panas*, Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM dan Dekdibud, Yogyakarta.
- _____. 1995, *Pengaruh Cara Pengolahan dan Jenis-jenis Kayu Rendemen dan Sifat Aran*,. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM dan Dekdibud, Yogyakarta.
- _____. 1999, *Pengolahan Arang Di Pedesaan Untuk Memberdayakan Ekonomi Kerakyatan*, Makalah Ilmiah Fakultas Kehutanan, UGM, Yogyakarta.
- Sudrajad. R, 1983, *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Arang Briket*, Laporan Penelitian Hasil Hutan No. 165, Bogor
- Winarni, Budi dan Taman Alex, 1999, *Pengunaan Bahan Bakar Briket Arang Untuk Meminimasi Pencemaran Udara*, Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Adan, 1998, *Membuat Briket Bio Arang*, Kanisius Jogyakarta.
- AAK, 1990, *Budidaya Tanaman Padi*, Kanisius Jogjakarata.
- Apriyani, Ristanti, 2002, *Pemanfaatan Briket BioArang sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Arang Kayu*, Karya Tulis Ilmiah Politeknik Kesehatan, Yogyakarta.

Ridwan. R, 2005, *Warta Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, Baca di
www.perhutani.co.id

Ircham, 1992, *Energi Sebagai Usaha Penyelamatan Lingkungan*, Elektro, Indonesia.

Djarmiko.B.S, Ketaren, Sri Setyohartini, 1981, *Arang Pengolahan dan Kegunaannya*,
Badan Penerbitan Jurusan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB,
Bogor.

LAMPIRAN

HASIL LABORATORIUM

Hasil perhitungan kadar abu

Tekanan (Pon)	Berat cawan (gr)	Berat sampel (gr)	Berat cawan + sampel	Nilai Kadar Abu	Rata - rata
	mula mula		setelah kadar Abu (gr)	(%)	
3000					
1	30.042	2	30.833	39.55	
2	31.070	2	31.787	35.85	36.1
3	30.574	2	31.232	32.9	
4000					
4	29.489	2	30.392	45.15	
5	29.382	2	30.301	45.95	46.516
6	31.285	2	32.254	48.45	
5000					
7	34.097	2	35.021	46.2	
8	29.017	2	30.015	49.9	48.883
9	30.292	2	31.303	50.55	

Hasil perhitungan zat mudah menguap

Tekanan (Pon)	Berat cawan (gr)	Berat sampel (gr)	Berat cawan + sampel setelah Volatil (gr)	Berat sampel setelah volatil (gr)	Nilai Volatil (%)	Rata - rata
3000						
1	30.042	2	31.289	1.247	37.65	
2	31.070	2	32.267	1.197	40.15	42.3
3	30.574	2	31.592	1.018	49.1	
4000						
4	29.489	2	30.9	1.411	29.45	
5	29.382	2	30.823	1.441	27.95	31.15
6	31.285	2	32.564	1.279	36.05	
5000						
7	34.097	2	35.610	1.513	24.35	
8	29.017	2	30.58	1.563	21.85	23.4
9	30.292	2	32.012	1.72	14	

Hasil perhitunga karbon terikat

Tekanan (Pon)	Nilai	Nilai Kadar Abu	Nilai Volatil	Nilai Karbon Terikat
	kadar air (%)	(%)	(%)	(%)
3000				
1	4.8	39.55	37.65	18
2	5.45	35.85	40.15	18.55
3	5.3	32.9	49.1	12.7
4000				
4	8.25	45.15	29.45	17.15
5	3.85	45.95	27.95	22.25
6	8.25	48.45	36.05	7.25
5000				
7	5.7	46.2	24.35	23.75
8	4.75	49.9	21.85	23.5
9	3.9	50.55	14	31.55

Berat Akhir (Cawan + sampel) setelah di Oven 103 - 105°C

Tekanan (Pon)	Pengecekan setiap 2 Jam									Berat Kering tanur (gr)	Nilai kadar air (%)	Rata- rata
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
3000												
1	23.704	23.709	23.712	23.693	23.688	23.712	23.705	23.699	23.699	1.904	4.8	
2	23.048	23.039	23.049	23.043	23.044	23.048	23.035	23.035		1.891	5.45	5.1833
3	21.595	21.610	21.596	21.596	21.603	21.595	21.603	21.584	21.586	1.894	5.3	
4000												
4	22.142	22.149	22.160	22.141	22.130	22.153	22.145	22.140	22.144	1.835	8.25	
5	20.481	20.491	20.482	20.479	20.481	20.477	20.470	20.485	20.483	1.923	3.85	6.783
6	23.799	23.805	23.779	23.779	23.786	23.775	23.754	23.737	23.736	1.835	8.25	
5000												
7	22.224	22.231	22.227	22.219	22.181	22.190	22.190			1.886	5.7	
8	22.971	22.961	22.967	22.967	22.975	22.967	22.969	22.967		1.905	4.75	4.783
9	19.328	19.322	19.325	19.320	19.319	19.315	19.317			1.922	3.9	

Kode	3000 Pond	3000 Pond	3000 Pond	4000 Pond	4000 Pond	4000 pod	5000 Pond	5000 Pond	5000 Pond
Berat Sampel	1.098	1.081	1.016	1.071	1.071	1.083	1.03	1.091	1.065
Berat Cawan	11.796	11.776	11.929	11.769	11.742	11.776	11.798	11.789	11.785
B.Cawan + Abu	12.172	12.149	12.154	12.012	12.238	12.176	12.246	12.326	12.188
Panjang kawat (cm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sisa Kawat (cm)	5	3.5	8	4.2	1.5	3	4.5	2.5	2
Titration (ml)	2.5	5.8	4.2	1.5	2	2.5	1.5	3.5	4
Awal	28.48	28.5	28.6	28.36	28.38	28.52	28.54	28.46	28.20
1	28.5	28.58	28.67	28.42	28.52	28.56	28.60	28.52	28.26
2	28.5	28.59	28.68	28.42	28.52	28.56	28.60	28.54	28.26
3	28.5	28.59	28.68	28.44	28.52	28.56	28.60	28.54	28.26
4	28.5	28.6	28.68	28.44	28.52	28.56	28.60	28.54	28.26
5	28.5	28.6	28.68	28.44	28.52	28.57	28.60	28.54	28.26
30	28.78	28.9	28.96	28.8	28.84	28.86	28.84	28.82	28.62
45	29.14	29.24	29.26	29.12	29.24	29.2	29.2	29.22	29
60	29.48	29.58	29.54	29.38	29.36	29.5	29.52	29.56	29.32
75	29.78	29.74	29.68	29.54	29.62	29.7	29.74	29.78	29.54
90	29.86	29.86	29.84	29.7	29.74	29.83	29.88	29.96	29.7
105	30.02	30.0	29.94	29.78	29.84	29.93	30.00	30.08	29.82
1	30.26	30.24	30.16	29.98	30.04	30.15	30.26	30.34	30.04
2	30.35	30.3	30.25	30.04	30.1	30.22	30.34	30.42	30.12
3	30.38	30.34	30.28	30.08	30.12	30.25	30.36	30.46	30.16
4	30.4	30.35	30.29	30.08	30.14	30.25	30.37	30.48	30.18
5	30.4	30.35	30.3		30.14		30.37	30.48	30.18
6			30.3						
7									
Nilai Kalor (kal/gr)	6190	5820.827	4690.771	4687.692	6604.993	5859.274	7216.5859	8194.2765	6794.0685

Lampiran

Tabel F untuk Uji 1 %.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6023	6056
2	98,5	99	99,2	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4
3	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2
4	21,2	18	16,7	16	15,5	15,2	15	14,8	14,7	14,5
5	16,3	13,3	12,1	11,4	11	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1
6	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,1	7,98	7,87
7	12,2	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62
8	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81
9	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26
10	10	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,2	5,06	4,94	4,85
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,5	4,39	4,3
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,3	4,19	4,1
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,7	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4	3,89	3,80

Lampiran

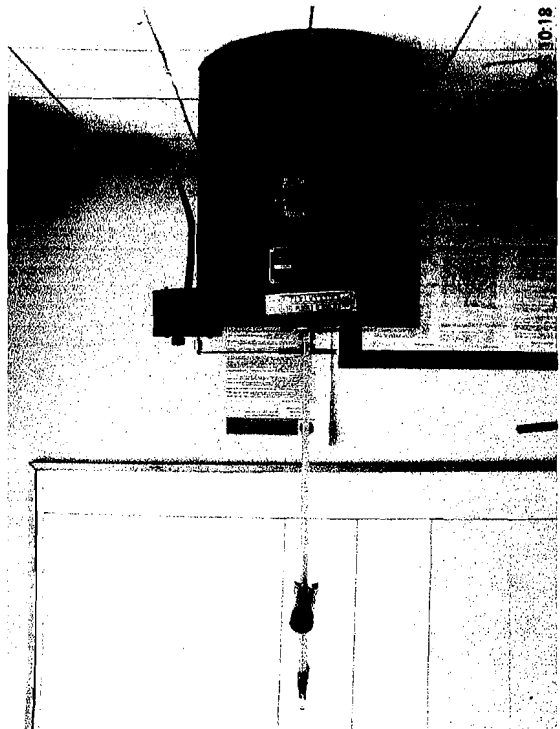
Tabel F untuk Uji 5 %.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242
2	18,5	19	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,14	6	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,1	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,5	3,44	3,39	3,35
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14
10	4,96	4,1	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,2	3,09	3,01	2,95	2,9	2,85
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3	2,91	2,85	2,8	2,75
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67
14	4,6	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,7	2,65	2,6
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,9	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54

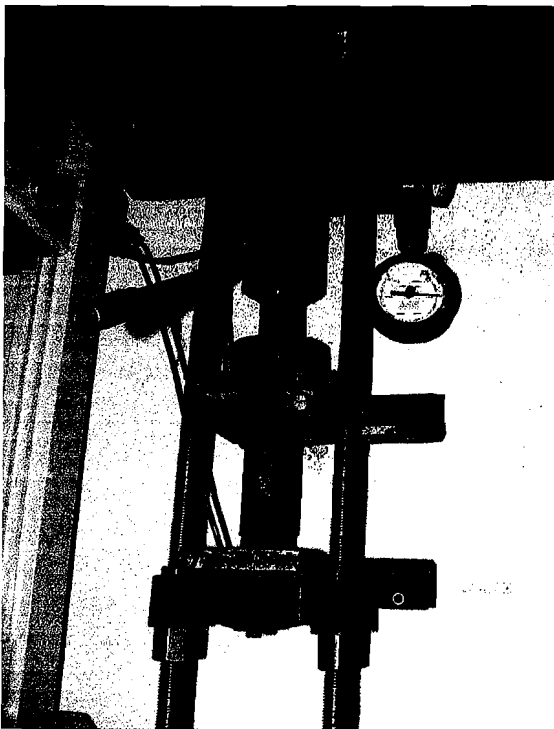
LAMPIRAN

GAMBAR ALAT

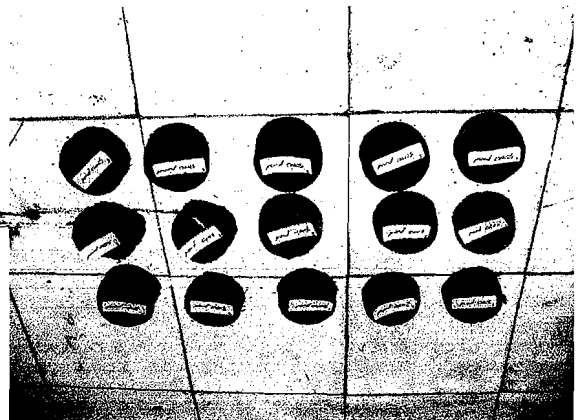
(Bom Kalorimeter)



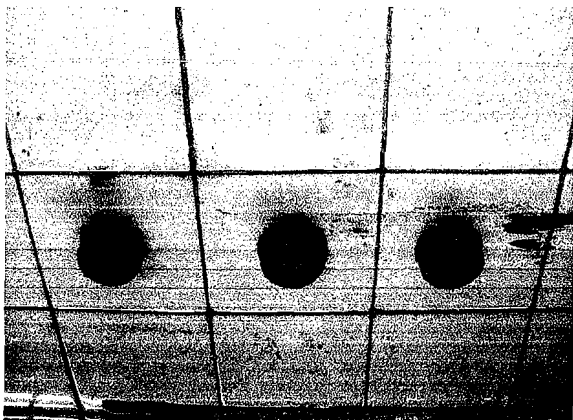
(Alat Kempa Press)



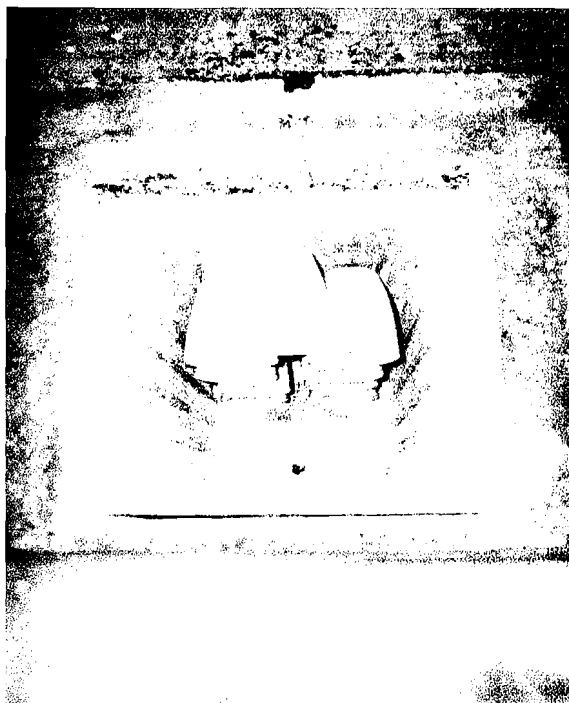
(Arang Briket)



(Ogolith Ampas)



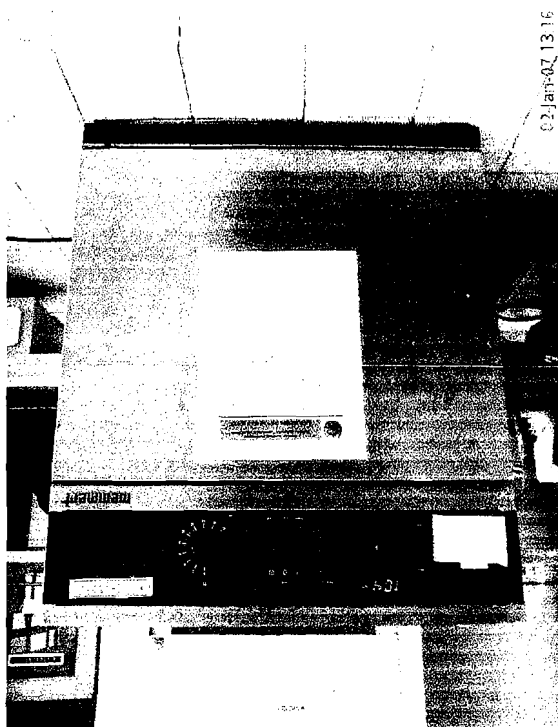
(Kadar Abu Pada Thermolyn 600°C)



(Tungku Pembakaran Ogalth)

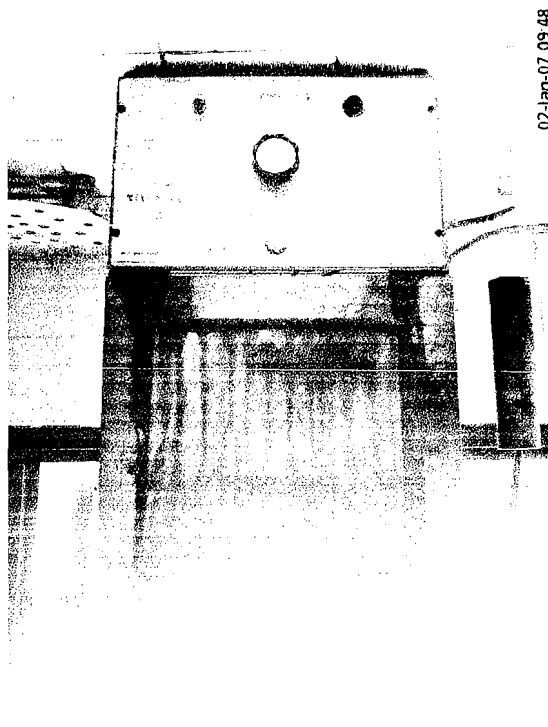


(Oven)



02-Jan-07 13:16

(Thermolyn)



02-Jan-07 09:48

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Martono	01513039	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Pengaruh tekanan kempa terhadap Kalor Dengan Bahan Bakar Briket Dari Sekam Padi, dan Uji Temperatur pada Media Tungku

PERIODE : IV
TAHUN : 2006/2007

No	kegiatan	Bulan Ke :					
		Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Nov
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang - sidang						
7	Pendadaran						

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II
DOSEN PEMBIMBING II

Ir. H. Kasam MT
Dr. Ir. J. P. Gentur Sutapa MSC

Yogyakarta, 14 November 2006
Koordinator TA

(Eko Siswono, ST)



Catatan

Seminar
Sidang
Pendadaran

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Pemb I	Pemb II
	6/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	44
	13/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	14/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	15/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	20/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	27/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	28/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	29/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	
	29/02/07	- Mula-mula belajar - Kata-kata mungut - Mula-mula	<i>[Signature]</i>	