

TA/TL/2007/0162

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	4 Mei 2007
NO. JUDUL :	002430
NO. INV. :	020002430001
NO. INDIK. :	

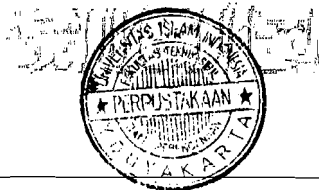
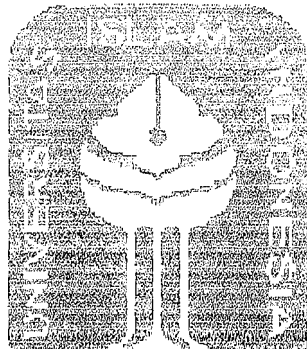
TUGAS AKHIR

**PENGARUH TEKANAN KEMPA TERHADAP RENDEMEN,
SIFAT FISIK DAN KIMIA ARANG BRIKET
DENGAN BAHAN CAMPURAN SEKAM PADI DAN AMPAS TEBU**

R.
620-4
Sur
P
A

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Teknik Lingkungan



Handwritten note: "v. 66 bab lang 28"

Disusun oleh :

I GUSTI NGURAH BAGUS SURYANA

01513106

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

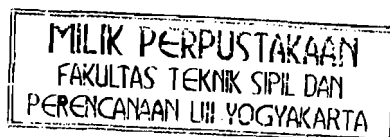
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2007

Handwritten notes on the right side of the page:

- orang telah
- a. teh bgr. a. b. b.
- perubahan limbah
- Sebelum per. dan
- transpar. tebu
- mulut



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH TEKANAN KEMPA TERHADAP RENDEMEN,
SIFAT FISIK DAN KIMIA ARANG BRIKET
DENGAN BAHAN CAMPURAN
SEKAM PADI DAN AMPAS TEBU**

Nama : I Gusti Ngurah Bagus Suryana
No. Mahasiswa : 01 513 003
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT

.....
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

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


.....
Tanggal : 28 / -07
2

**PENGARUH TEKANAN KEMPA TERHADAP RENDEMEN, SIFAT
FISIK DAN KIMIA ARANG BRIKET DENGAN BAHAN CAMPURAN
SEKAM PADI DAN AMPAS TEBU**

I Gusti Ngurah B.S.¹⁾; H. Kasam²⁾; J.P. Gentur Sutapa³⁾

Jurusan Teknik Lingkungan

ABSTRAKSI

Penelitian pembuatan arang briket dilakukan untuk mengetahui kualitas arang briket yang berupa rendemen, sifat fisik arang briket yakni: kadar air, nilai kalor dan sifat kimia yakni : kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Penelitian ini memanfaatkan bahan limbah pertanian maupun industri yang banyak terdapat di Indonesia seperti ampas tebu dan sekam padi. Produk arang briket ini diharapkan dapat menjadi energi alternative untuk mengurangi pemakaian bahan bakar pada umumnya.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Pola penelitian yang dilakukan adalah dengan variasi tekanan kempa yakni 3000 pond, 4000 pond dan 5000 pond. Nilai rata-rata di analisa dengan menggunakan analisis varians dan beda nyata di uji lanjut dengan uji HSD.

Hasil penelitian rendemen dan sifat fisik-kimia arang briket yang berinteraksi dengan tekanan kempa dan bahan campuran dari sekam padi dan ampas tebu adalah sebagai berikut: rendemen arang briket berkisar antara 34,2% sampai dengan 41,8%. Sifat fisik arang briket diperoleh hasil yakni kadar air 3,8 - 6,35% dan nilai kalor 5043,0573 - 8085,3445 kal/gram, sedangkan sifat kimia arang briket diperoleh hasil berupa kadar zat mudah menguap 6,3 - 35,3%, kadar abu 28,47 - 39,80% dan kadar karbon terikat 32,43 - 51,7%. Hasil penelitian ini belum dapat sepenuhnya memenuhi standar Jepang maupun standar Inggris.

Kata kunci : Ampas tebu, sekam padi, tekanan kempa, rendemen dan sifat fisik-kimia arang briket

**THE PRESSURE INFLUENCE OF RENDEMEN, PHYSICAL AND
CHEMICAL CHARACTERISTIC WITH MIXTURE OF RICE HUSK
AND BAGASS FOR BRIQUETTE CHARCOAL**

I Gusti Ngurah B.S.¹⁾; H. Kasam²⁾; J.P. Gentur Sutapa³⁾

Environtmental Engineering

ABSTRACT

This research was conducted to search charcoal briquette quality, such as rendemen, physical characteristics: moisture content, caloric value and chemical characteristics: ash value, volatile meter, fixed carbon. This research used farming or industries waste in Indonesia such as rice husk and bagass. The charcoal briquette was hopefully expected to be an alternative fuel, generally to decrease the use of fossil-based fuel.

This research was tested in the Laboratory of Technology Forest products, Forestry Faculty, Gajah Mada University, Jogjakarta. Research methode used pressure variation: 3000 pond, 4000 pond and 5000 pond. Average value was analyse with varians analysis and HSD (Honestly Significant Difference).

The result of the research were : Rendemen was 34,2 – 41,8%. Phisycal characteristics: moisture content was 3,8 – 6,35% and caloric value was 5043,0573 – 8085,3445 cal/gram. The chemical chararacteristic: Volatile meter was 6,3 – 35,3%, ash value was 28,47 – 39,80% and fixed carbon was 32,43 – 51,7%. The result of this research were not fulfil the Japanese and English standard.

Keywords: Rice husk, bagass, pressure, rendemen, physic and chemical characteristic charcoal briquette.

SELAMA INI

KELUARGA SERTA ORANG - ORANG YANG MENYAYANGKU

KAKAK DAN ADIKKU TERSAYANG

PAPA DAN MAMA KU TERGINIA

KARYA INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK

*Alhamdulillah ya Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang
yang telah mengaruniakan ilmu yang akan membawa manusia
kederajad yang lebih baik.*

Terima Kasih Kuucapkan Kepada:

Ayah Bundaku :

*Yang selalu membimbing dan mengajari semua ini, dengan penuh doa
dan harapan yang tinggi untuk mencapai titik kepahaman dalam
menuntut ilmu.*

Terima Kasih Banyak ...

Semoga, ananda dapat membalas semua budi baik kalian,

Doakan ananda selalu.....!

Kakakku dan Adikku :

*Terima kasih atas doa dan dukungannya buat aku selama ini, aku
sayang kalian ...*

Ya Allah,

*Terima kasih atas segala anugerah yang telah diberikan padaku
Aku dilahirkan di tengah-tengah keluarga yang menyayangiku*

SPECIAL THANKS FOR

*Papa dan mamaku tercinta yang senantiasa selalu memberikan do'a dan kasih sayang yang teramat besar selama ini. Semoga ananda dapat menjadi anak yang sholeh yang dapat berbakti sampai akhir hayat. Amin ya robbal 'alamin.
Kakakku mas Putra dan adikku Putri yang telah mendo'akan serta memberikan semangatnya. Semoga kita semua dapat menjadi anak yang berbakti kepada kedua orang tua dan dapat bermanfaat bagi sesama. Amin.*

*Teman se Team dalam Penyusunan TA is Arif, Indri, John dan Martono
Makasih atas kebersamaannya, banyak ilmu yang aku dapat dari kalian semua*

Teman-teman seperjuangan '01 :

*Arif, Aroel, Ajiz, Anung, Dwi, Doel, Dedek, Feni, Hamka, Imam, Indrasto, Ipoel,
Indri, Joko, John, Jatu, Martono, Mail, Nana, Pay, U'ush, Vikor,
Alhamdulillah akhirnya penantian panjang kita telah berakhir.....!*

Teman-teman TL'01

Terima kasih atas kerja samanya

Perjuangan berat telah kita lalui bersama...!

*Yang masih kuliah.... Ipoel, Martono, Indri, Hamka, Vikor, Pandu, Irvan
ayo buruan lulus !*

Temen Alumni:

Adi Nugroho S.P., ST dkk

Thanx banget bantuan, dukugan n semangatnya.

Peoples` s of THH UGM:

Pak Giarto, Mas Artha, Mas Harry, Mbak Yuni, Mbak Deny (dan semua orang yang mendukung) makasih banget udah bantuin penelitian sampai selesai ...

Temen KKN Angkatan `72:

Aroel, Ajie, Acong, Arum, Benyamin, Denny, Dewi, Evi, Fajar, Justri, Niken

Thanx dukungannya selama ini

Akhirnya aku lulus euy !

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila telah selesai (dalam satu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap ”

(Q.S Al-Insyirah:6-8)

Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan, Karena itu bila selesai suatu tugas

Mulailah tugas yang lain dengan sungguh-sungguh

(Q.S. Asy Syarh 6-7)

“ Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat “.

(Q.S Al-Mujadalah :11)

Belajarlh tentang apa yang kamu kehendaki, Jika kamu belajar tentang sesuatu

Maka Allah tidak akan memberi pahala kepadamu sehingga kamu mengamalkan

(ilmu yang kamu pelajari)

(Al hadist)

Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku,dan matiku hanya untuk Allah,Tuhan

semesta alam”

(Q. S. Al An 'aam: 162)

Kelebihan dan kekurangan pastilah ada, namun jangan biarkan kelebihan buat kita sombong, biarkan kelebihan bermanfaat untuk menutupi kekurangan dan menjadikan lebih bijak.

Suatu keadaan tidak mungkin berubah jika tidak ada usaha untuk Berubah.

“ To be a winner, all you need is to give all you have “

KATA PENGANTAR

Assalamu' alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah robbil 'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada hamba-Nya, serta shalawat dan salam senantiasa terlimpah kepada junjungan kita Nabi besar Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat – sahabatNya

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rangkaian ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) dengan judul “ Pengaruh Tekanan Kempa Terhadap Rendemen, Sifat Fisik dan Kimia Arang Briket dengan Bahan Campuran Sekam Padi dan Ampas Tebu “.

Dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, tak lepas dari bimbingan dan pengarahan dari beberapa pihak yang terkait, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Lukman Hakim, ST,M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Dr.Ir.J.P. Gentur Sutapa, MSc selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
6. Bapak Hudori, ST selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
7. Ibu Yureana, MSc selaku Dosen dan Penguji Seminar Akhir
8. Saudara Agus Prananto selaku bagian pengajaran urusan administrasi
9. Mas Artha,S.Hut selaku Laboran Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada
10. Mas Hari Sabirin,S.Hut selaku Asisten Laboran Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada
11. Petugas Perpustakaan Universitas Islam Indonesia.
12. Petugas Perpustakaan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada
13. Petugas Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada

Kami sadar dalam pembuatan laporan ini banyak kekurangan oleh karena itu kami mengharap kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempurnaan penulisan dalam laporan ini. Kami berharap semoga laporan ini menjadi kajian didalam meningkatkan kualitas lingkungan dan tentunya akan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu' alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2007

Penyusun

I Gusti Ngurah Bagus Suryana

DAFTAR ISI

Halaman Sampul Depan Skripsi	i
Halaman Pengesahan	ii
Abstraksi	iii
Persembahan	v
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xii

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 Pengolahan Limbah Padat	6
2.1.1 Proses Terjadinya	6
2.1.2 Sifat Limbah Padat	6
2.1.3 Jenis Limbah Padat	7
2.1.4 Karakteristik Limbah Padat	8
2.2 Padi (<i>Oryza Sativa</i>)	10
2.2.1 Fungsi Tanaman Padi	11
2.3 Tebu	14
2.3.1 Penanganan Limbah Tebu	18
2.4 Arang dan Arang Briket	19
2.4.1 Penggunaan Arang	20
2.4.2 Standard Kualitas Arang	21
2.4.3 Pengaruh Tekanan Kempa terhadap Bahan	27
2.5 Hipotesa	28

2.6 Rancangan Penelitian -----	28
--------------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian -----	30
3.2 Bahan Penelitian -----	31
3.3 Alat Penelitian -----	31
3.4 Pembuatan Briket (Ogalith) -----	33
3.5 Pengarangan -----	34
3.6 Pengujian Kualitas Arang Briket -----	34

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

4.1 Sifat Fisik Arang Briket -----	41
4.2 Sifat Kimia Arang Briket -----	44
4.3 Rendemen Arang Briket -----	48

PEMBAHASAN

4.4 Sifat Fisik Arang Briket -----	53
4.4.1 Kadar Air -----	53
4.4.2 Nilai Kalor -----	54
4.5 Sifat kimia Arang Briket -----	55
4.5.1 Kadar Abu -----	55
4.5.2 Kadar Zat Mudah Menguap -----	57
4.5.3 Kadar Karbon Terikat -----	58
4.6 Rendemen -----	59
4.6.1 Ogalith serbuk -----	60
4.6.2 Arang Ogalith -----	60
4.6.3 Arang Serbuk -----	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan -----	62
5.2 Saran -----	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi botani tanaman padi -----	10
Tabel 2.2 Standard Kualitas Arang Briket -----	22
Tabel 4.1 Nilai Kalor -----	41
Tabel 4.2 Nilai Varian Kalor -----	41
Tabel 4.3 Nilai Kadar Air -----	42
Tabel 4.4 Nilai Varian Kadar Air -----	43
Tabel 4.5 Nilai Kadar Abu -----	44
Tabel 4.6 Nilai Varian Kadar Abu -----	44
Tabel 4.7 Nilai Kadar Zat Mudah Menguap -----	45
Tabel 4.8 Nilai Varian Zat Mudah Menguap -----	46
Tabel 4.9 Nilai Karbon Terikat -----	47
Tabel 4.10 Nilai Varian Karbon terikat -----	47
Tabel 4.11 Rendemen Ogalith Serbuk -----	48
Tabel 4.12 Nilai Varian Ogalith Serbuk -----	49
Tabel 4.13 Rendemen Arang Ogalith -----	50
Tabel 4.14 Nilai Varian Arang Ogalith -----	50
Tabel 4.15 Rendemen Arang Serbuk -----	51
Tabel 4.16 Nilai Varian Arang Serbuk -----	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Interaksi Tekanan terhadap Nilai Kalor -----	42
Gambar 4.2 Interaksi Tekanan terhadap Kadar Air -----	43
Gambar 4.3 Interaksi Tekanan terhadap Kadar Abu -----	45
Gambar 4.4 Interaksi Tekanan terhadap Zat mudah Menguap -----	46
Gambar 4.5 Interaksi Tekanan terhadap Karbon Terikat -----	48
Gambar 4.6 Interaksi Tekanan terhadap Ogalith Serbuk -----	49
Gambar 4.7 Interaksi Tekanan terhadap Arang Ogalith -----	51
Gambar 4.8 Interaksi Tekanan terhadap Arang Serbuk -----	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. 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 negeri 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. Eksploitasi besar – besaran terhadap sumber energi minyak bumi telah menyebabkan cadangan minyak bumi dari tahun ke tahun semakin menipis sehingga suatu saat nanti akan habis. Untuk mengatasi permasalahan 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 campuran sisa buangan seperti sekam padi maupun ampas tebu. Seiring dengan perkembangan zaman, pemilihan bahan alternatif 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 sifat 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 (Aida Artati, 2000).

Bahan briket dapat dibuat dari campuran limbah sekam padi dan ampas tebu, dalam hal ini pemilihan bahan sangat penting guna untuk meningkatkan kalor. Dimana mempunyai beberapa keunggulan diantaranya mudah menyerap kalor. Dalam pembuatan briket arang harus dilihat dari segi modifikasi komposisi dan segi bentuk briket arang itu sendiri.

Beberapa industri menggunakan bahan limbah campuran (sekam padi, ampas tebu maupun serbuk gergaji) sebagai bahan baku, yang mana limbah sisa pengolahan bahan tersebut dengan mudah didapat dan dalam

jumlah yang cukup banyak. Limbah buangan sekam padi, ampas tebu maupun serbuk gergaji 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 juta ton/tahun. Berdasarkan data potensi sekam padi diatas, maka perlu dilakukan pemanfaatan sekam padi sebagai salah satu sumber energi/bahan bakar alternatif (Bowo Abdi, 2004).

Pengembangan pemanfaatan sekam padi sebagai bahan bakar di pedesaan 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 jenis kayu jati dan pinus. Penelitian tersebut menghasilkan produk briket arang yang cukup baik yaitu nilai kalor briket arang 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 ampas tebu dan padi (sekam), maka perlu dilakukan usaha pemanfaatan sebagai salah satu sumber energi alternatif yaitu dengan pembuatan arang briket dimana bahan tersebut saling berkomposisi.

1.2. Perumusan Masalah

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

1. Apakah bahan dari campuran ampas tebu dan 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 inggris ?

1.3. Tujuan Penelitian

Pada kegiatan penelitian ini, maka tujuan penelitian yang diharapkan bisa tercapai adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tekanan kempa terhadap karakteristik arang briket dengan menggunakan bahan campuran dari ampas tebu dan sekam padi.
2. Mengetahui sifat-sifat fisik dan kimia arang briket.
3. Menentukan kesesuaian mutu arang briket hasil penelitian dengan standar arang jepang dan inggris.

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan penelitian ini, diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memanfaatkan sumber daya alam (ampas tebu dan sekam padi) sebagai energi alternatif.
2. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi peneliti mengenai arang briket.

1.5. Batas Penelitian

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

1. Pengujian sifat fisik dan kimia arang briket dengan bahan campuran dari ampas tebu dan sekam padi.
2. Tekanan kempa yang digunakan dalam proses kempa adalah 3000 pon, 4000 pon dan 5000 pon, dengan suhu 400°F (250°C) selama 15 menit/sampel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. 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.

2.1.1. 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.

2.1.2. Sifat Limbah Padat

Menurut Ircham (1992) dalam Astidwiningsih 2006 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.

2.1.3. Jenis Limbah Padat

Berdasarkan jenisnya limbah padat (Ircham, 1992 dalam Astidwiningsih, 2006), dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Bisa tidaknya dibakar

a. Limbah padat mudah terbakar

Contoh: kertas, karet, kayu, plastik.

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.

2.1.4. Karakteristik Limbah Padat

Menurut Ircham (1992) dalam Astidwiningsih 2006, limbah padat berdasarkan karakteristiknya dapat digolongkan sebagai :

1. *Garbage*

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

2. *Rubish*

Merupakan limbah padat yang dapat dibakar seperti kertas, kayu dan limbah padat yang sukar terbakar seperti kaca atau 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. *Death 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, atau 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.

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* (Pendam Urug Berlapis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pemendamam pada areal tertentu.

2.2. 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 *Simica* (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.

2.2.1. 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. (www.djmmid.com, sekam padi)

2.2.2. 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. 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 (Heru Hartono, 2004). Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat (Heru Hartono, 2004). Tapi jika pembakaran dilakukan secara terus menerus pada suhu di atas 650°C akan menaikkan kristalinitasnya dan 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 bergabung. Biasanya silika amorf mempunyai kerapatan 2,21 g/cm³. (www.dprind.com, Sekam Padi)

Sekam padi mempunyai nilai kalor bahan baku sebesar 3217 kal/g sedangkan nilai kalor arang sebesar 3574 kal/g. Jenkins dan Ebeling dalam Duke (1983) (dalam Bowo Abdi, 2004) menyebutkan bahwa sekam padi mengandung 65,47% *volatiles*; 17,86% abu; 16,67% karbon terikat; 40,96% C; 4,30% H; 35,86% O; 0,02% S dan 0,12% Cl.

Sekam untuk Bahan Bakar Alternatif

Saat ini masih sering ditemukan di sekitar penggilingan padi adalah tumpukan sekam yang makin lama makin banyak dan tidak dimanfaatkan. Penelitian untuk memanfaatkan sekam sebenarnya telah dilaksanakan sejak dahulu, tetapi mungkin belum diminati oleh masyarakat. Ini dikarenakan, melimpahnya minyak tanah sebagai bahan bakar. Kini, ketika minyak tanah makin mahal, saatnya kita memanfaatkan sekam sebagai bahan bakar sekaligus membebaskan penggilingan padi dari limbah.

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 limbah sekam dan menekan konsumsi minyak tanah/kayu bakar. (Ridwan Rahmat, Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2006)

2.3. Tanaman Tebu

1. Nomenclature

Tebu (*Sugar Cane*) berupa ampas tebu (*Bagass*).

2. Sifat tumbuhan dan penyebarannya.

Tanah yang berpori dan kaya akan humus meruakan kepentingan primer bagi berhasilnya tanaman tebu. Dapat berhasil di daerah dataran rendah, di Sumatra (Lampung) dan di pulau Jawa tanaman Tebu dapat tumbuh dengan baik dan subur.

3. Sifat morfologis

Tebu merupakan tanaman yang serbaguna dan mudah dikenal. Bagian tanaman ini yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah airnya yang di olah menjadi Gula.

Tebu ternyata tidak hanya sebagai tanaman yang efisien dalam penggunaan energi tetapi juga sebagai agro komoditi yang efisien lahan. Tebu dapat menghasilkan lebih dari 50 jenis produk selain gula, mulai dari

produk pangan, bahan kimia, bahan mebel, bahan bangunan, energi, pupuk, obat-obatan dan lainnya (Yahya Kurniawan, seminar P3GI, 1999).

Produk pendamping gula tebu dapat dikelompokkan menurut asal bahan yang digunakan menjadi 6 (enam) kelompok :

1. Kelompok produk dari gula
2. Kelompok produk dari pucuk tebu
3. Kelompok produk dari ampas tebu
4. Kelompok produk dari tetes tebu
5. Kelompok produk dari blotong
6. Kelompok produk dari limbah proses lainnya.

1. Kelompok produk gula

Beberapa negara telah giat melakukan penelitian untuk menentukan produk – produk baru derivat sukrosa, yang dikenal dengan sukro chemistry. Sukrosa yang diproduksi sekitar 155 juta ton disamping dikonsumsi langsung berpotensi untuk produksi bahan kimia lainnya (Paryanto, 1999 dalam Yahya Kurniawan 1999). Pada saat ini ada 4 macam produk gula yang telah di produksi secara komersial yaitu sorbitol, citric acid, syrup mills dan dextran.

2. Kelompok pucuk tebu

Produk pucuk tebu yang telah diproduksi secara komersial adalah pucuk tebu kering yang dikenal dengan sebutan *wafer* pucuk tebu (*came top wafer*). Negara pengimpor produk ini adalah Jepang dan Korea. Diperkirakan Jepang mengimpor sekitar 4 juta ton per tahun wafer dari berbagai sumber hijauan seperti rumput alfafa dan sudan grass. Sedangkan negara produsen wafer pucuk tebu antara lain : Taiwan, Thailand, Philipina dan Indonesia.

3. Ampas tebu (*Baggas*)

Ampas tebu pada awalnya digunakan sebagai sumber energi pabrik gula untuk memproduksi uap. Namun kemajuan teknologi telah mampu menekan konsumsi energi di pabrik gula sehingga dapat disisihkan ampas lebih sampai 39% (Azagder, 1983 dalam Yahya Kurniawan, 1999). Produk Ampas yang paling banyak diproduksi adalah pulp dan kertas, kemudian papan artikel dan papan serat. Produksi bagas dunia mencapai lebih dari 2,5 juta ton per tahun.

Beberapa negara juga memproduksi listrik dari ampas tebu secara komersial. Produk ampas lainnya adalah jamur, furfural dan makanan berserat. Bagas atau ampas tebu tersedia di pabrik gula setelah tebu diambil niranya melalui proses pencacahan (*preparasi* tebu) dan pemerahan (ekstraksi) tebu distasiun gilingan. Ampas tebu yang diperoleh

dari proses ekstraksi yang efektif mengandung air sekitar 50% dan padatan terlarut 2 – 3 %.

Ampas tebu secara fisik terutama terdiri dari serat keras dan jaringan parenchym lunak. Sementara secara kimiawi ampas terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin.

4. Kelompok produk tetes tebu

Produk tetes tebu yang paling banyak diproduksi secara komersial adalah alkohol. Lebih dari 784 perusahaan di dunia memproduksi alkohol dari tetes tebu. Negara produsen alkohol terbesar di dunia adalah Brazil dan India, yang memiliki kapasitas produksi 13 juta KL per tahun dan 1,2 juta KL per tahun. Dalam kompleks alkohol ini juga diproduksi CO₂ cair, dry ice dan minyak wangi. Produk tetes lain yang telah diproduksi komersial di beberapa negara adalah yeast dan deviratnya, asam amino seperti MSG dan L-lysine, asam sitrat, asam laktat, aseton, butanol, aconitate dan obat-obatan.

5. Kelompok produk blotong

Blotong karbonisasi digunakan untuk memproduksi semen Portland seperti di Jiangmen Sugar Complex. Sedangkan blotong defekasi / sulphitasi banyak digunakan untuk kompos. Produk lain blotong yang sudah dibuat dalam skala besar adalah *cane wax*, *gas methane* dan pakan sapi (Paturau, 1989 dalam Yahya Kurniawan, 1999).

6. Kelompok produk dari limbah proses lainnya

Dalam kompleks industri pengolahan tetes menjadi produk lainnya dihasilkan limbah misalnya *vinase*, abu ketel. Dalam jumlah yang besar limbah tersebut berpotensi positif apabila bermanfaat sebagai produk baru yang mendatangkan profit dan berpotensi negatif apabila tidak bermanfaat dan mengganggu lingkungan.

Upaya yang dilakukan oleh banyak industri gula terpadu adalah memanfaatkannya menjadi suatu produk, antara lain :

- *Concentrate vinase* untuk pakan ternak
- Pupuk kalium baik dalam bentuk padat atau cair
- Pupuk organik
- Gas methane
- Bahan bangunan seperti bata dan lain lain.

2.3.1. Penanganan Limbah Padat Industri Pengolahan Tebu

Tindakan penanganan terhadap limbah padat sisa proses produksi industri pengolahan tebu merupakan upaya untuk mengendalikan dan mengurangi beban pencemaran yang dapat ditimbulkan akibat dari pencemaran limbah padat sisa proses produksi pengolahan tebu terhadap lingkungan.

2.4. Arang dan arang briket

Arang kayu adalah residu yang terjadi dari hasil penguraian atau pemecahan kayu karena panas yang sebagian besar kimianya adalah karbon (Djarmiko dkk, 1981 dalam Bowo Abdi, 2004). Peristiwa ini dilakukan dengan jalan memanasi langsung atau tidak langsung terhadap kayu di dalam timbunan (*heap*), *kiln*, *retort*, oven dengan atau tanpa udara terbatas, juga dingungkapkan bahwa arang adalah hasil proses pembakaran tanpa udara (distilasi kering) yang mengeluarkan sebagian besar zat non-karbon dalam bentuk cair atau gas, proses pemurnian lebih lanjut akan menghasilkan karbon aktif sedang dengan pemampatan akan menghasilkan arang briket.

Sudrajat (dalam Aida Artati, 2000) menyebutkan arang briket adalah briket kayu yang diolah menjadi arang dengan proses distilasi. Pada industri perkayuan, arang briket dibuat dari serbuk gergajian melalui proses pemampatan sehingga dihasilkan briket kayu atau yang dikenal pula sebagai ogalith. Briket kayu yang diperoleh selanjutnya diolah dengan proses distilasi kering menjadi arang briket. Proses pembuatan arang briket tidak memerlukan perekat tambahan. Dengan bantuan panas pada saat pengempaan, sifat thermoplastis lignin yang ada pada kayu dimanfaatkan sebagai bahan perekat pada proses pembuatan ogalith untuk merekatkan serbuk satu sama lain.

2.4.1. 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 Hartoyo dan Nurhayati (1976) (dalam Bowo Abdi, 2004) 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.

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 dan 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. 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.

2.4.2. 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 yaitu :

1. Kadar air bahan baku pada waktu peng-karbonan.
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 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 (%)
- B: Kadar abu (%)
- C : Kadar zat mudah menguap (%)
- D : Kadar karbon terikat (%)
- E : Berat jenis
- F : Nilai kalor (kal/gram)

1. Rendemen

Nilai rendemen dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan pembuatan arang. Rendemen yang tinggi menunjukkan adanya proses karbonisasi 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 rendemen 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, 1993). 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. Djatmiko dkk. (1981) (dalam Bowo Abdi, 2004) 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) (dalam Bowo Abdi, 2004) mengemukakan bahwa nilai bakar terutama ditentukan oleh berat jenis dan kadar air, tetapi berubah-ubah juga karena kadar lignin dan ekstraktif, seperti resin dan tanin. Juga disebutkan 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 panas pembakaran tersebut di atas, sebab sebagian panas dipakai untuk mengeluarkan air dan menguapkannya.

3. Kadar air

Haygreen dan Bowyer (1989) (dalam Bowo Abdi, 2004) 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, rnengeringkannya dalam tanur pada suhu $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 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 dan 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) (dalam Bowo Abdi, 2004) mendefinisikan berat jenis sebagai perbandingan berat jenis bahan dengan berat jenis air. Berat jenis secara lebih rinci didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan bahan (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/cm^3 atau 1000 kg/cm^3 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 bahan 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 bahan dengan berat jenis rendah.

5. Kadar abu

Abu adalah jumlah sisa setelah bahan organik dibakar dimana komponen utamanya berupa zat mineral, kalsium, kalium, magnesium dan silika. Earl (1974) (dalam Bowo Abdi, 2004) 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 $900^{\circ}C$ pada tempat tertutup, tanpa ada kontak dengan udara luar. Selanjutnya disebutkan bahwa penguapan *volatile matter* ini terjadi sebelum berlangsungnya oksidasi karbon dan kandungan utamanya adalah hidrokarbon dan sedikit nitrogen.

Hartoyo dkk. (1978) dalam (Bowo Abdi, 2004) mengemukakan bahwa besarnya suhu yang digunakan dalam proses pembuatan arang akan mempengaruhi besarnya kadar zat mudah menguap. Juga disebutkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan mengakibatkan semakin rendahnya kadar zat mudah menguap pada arang yang dihasilkan.

7. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*)

Soepamo 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. Arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan karbon terikat tinggi tetapi mempunyai kadar zat abu yang rendah.

2.4.3 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) (dalam Bowo Abdi, 2004) 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.

2.5. Hipotesis

Dalam penelitian ini diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Besarnya tekanan pada pembuatan briket akan berpengaruh terhadap rendemen, sifat fisik dan kimia yang dihasilkan.
2. Jenis bahan akan berpengaruh terhadap sifat fisik-kimia dan rendemen arang yang dihasilkan.
3. Waktu kempa pada pembuatan briket akan berpengaruh terhadap rendemen dan sifat fisik-kimia arang briket yang dihasilkan.

2.6. Rancangan Penelitian

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

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

T1 = 815 psi (3000 pounds)

T2 = 1087 psi (4000 pounds)

T3 = 1359 psi (5000 pounds)

2. Faktor kedua adalah Bahan yaitu campuran sekam padi dan ampas tebu

Masing-masing perlakuan menggunakan ulangan sebanyak tiga kali sehingga dalam penelitian ini dibutuhkan contoh uji sebanyak (3 x 3 x 3), yaitu 27 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 taraf uji tersebut, maka dilakukan lanjutan dengan metode Tukey/HSD (*Honestly Significant Difference*).

Uji lanjut 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 arang briket.kimia arang briket yang dihasilkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan pelaksanaan

Tahapan penelitian pemanfaatan ampas tebu sebagai arang briket adalah sebagai berikut:

- a. Bahan ampas tebu yang didapat dari PT. Madukismo jogjakarta dan sekam padi dari penggilingan gabah perseorangan di daerah maguwoharjo jogjakarta.
- b. Sampel sebanyak 50 gram untuk masing – masing variasi tekanan.
- c. Sistem pengempaan (*press*) pembuatan ogalith menggunakan 3 variasi tekanan : 3000, 4000 dan 5000 pon.
- d. Pengarangan dilakukan dengan pembakaran ogalith menggunakan tungku.
- e. Pengujian kualitas arang briket mencakup rendemen, sifat fisik dan kimia.
- f. Pengujian rendemen ada 3 yaitu ogalith serbuk, arang ogalith dan arang ampas.
- g. Pengujian sifat fisik mencakup nilai kalor dan kadar air.
- h. Pengujian sifat kimia mencakup kadar abu, volatil (kadar zat mudah menguap) dan kadar karbon terikat.

3.2. Bahan penelitian:

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Ampas tebu dan sekam padi.
- 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 %.
- f. Parafin untuk pengujian berat jenis.

3.3. Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat untuk mencetak 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 bahan (campuran ampas tebu dan sekam padi) menjadi ogalith dan alat pencetak ogalith berbentuk silinder besi berdiameter 5,5 cm.

- **Alat pengarang ogalith sangat modern dengan cara pembakaran dengan bahan bakar minyak tanah dan kompresor di UGM Teknologi Hasil Hutan.**

- Kantong Plastik.
- Alat Pengukur suhu (*Thermokoppel*).
- Gergaji tangan kecil untuk memotong contoh uji arang briket.
- Alat penguji sifat fisika – kimia dan rendemen arang briket.
- Jarum sebagai alat bantu untuk mencelupkan contoh uji berat jenis arang briket ke dalam parafin dan air.
- 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.
- Erlenmeyer 50 mL, digunakan untuk menampung larutan indikator methyl orange.
- Pipet, digunakan untuk meneteskan larutan indikator methyl orange.
- Biuret 50 mL, digunakan pada pengukuran hasil titrasi asam yang terjadi pada pengujian nilai kalor arang briket.
- Gelas piala 100 mL, digunakan untuk menampung hasil titrasi asal dalam pengujian nilai kalor.
- Cawan porselen beserta tutupnya untuk pengujian kadar air, kadar abu, berat jenis dan kadar zat mudah menguap 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.
- Timbangan listrik merk Ohaus, dengan ketelitian 10 gram, digunakan untuk menimbang serbuk, ogalith dan contoh uji pada pengujian sifat fisik dan sifat kimia arang briket.
- Kertas label untuk memberi kode pada contoh uji arang briket.
- Alat tulis dan kalkulator.

3.4 Pembuatan briket (*ogalith*)

- Serbuk yang telah ditimbang dengan berat sampel 50 gr dimana @ serbuk ampas tebu 25 gr dan sekam padi 25 gr dicampur, 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 ampas tebu yang disebut ogalith.

3.5. Pengarangan

- Briket hasil campuran sekam padi dan ampas tebu (*ogalith*) disusun pada dapur pengarangan (*retort*). Lamanya pengarangan empat jam dan mengusahakan 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 anginkan ditempat terbuka agar kondisinya seimbang dengan lingkungan sekitarnya.

3.6. Pengujian kualitas arang briket

a. Rendemen

1. Perhitungan rendemen *ogalith* (dari sebuk menjadi *ogalith*)

$$\text{Rendemen}(\%) = \frac{\text{Berat.Ogalith(gram)}}{\text{Berat.ampas(gram)}} \times 100\%$$

2. Perhitungan rendemen arang briket (dari *ogalith* menjadi arang briket).

$$\text{Rendemen}(\%) = \frac{\text{Berat.arang.briket(gram)}}{\text{Berat.ogalith(gram)}} \times 100\%$$

3. Perhitungan rendemen arang briket (dari ampas menjadi arang briket).

$$\text{Rendemen}(\%) = \frac{\text{Berat.arang.briket(gram)}}{\text{Berat.ampas(gram)}} \times 100\%$$

b. Sifat fisik arang briket

b.1. Nilai kalor.

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

b.1.1. Persiapan

- Menimbang contoh uji yang berupa arang seberat 0.9 – 1.1 gram.
- Mengukur panjang kawat nikel dan benang pembakaran.
- Merangkaikan kawat dan benang kedalam alat bom kalorimeter.
- Memasukkan rangkaian ini kedalam alat bom kalorimeter yang sebelumnya telah diisi dengan aquadest hingga mencapai tinggi kurang lebih 1mm.
- Mengisikan oksigen murni (99.5%) kedalam bom silinder tersebut sampai dengan tekanan 30 atmosfer.
- 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.
- Memasang penutup mantel silinder sedemikian rupa sehingga pengaduk bisa berputar bebas dalam panci silinder yang berisi air dan memasang thermometer menghadap kearah peneliti.

b.1.2. Pengukuran kenaikan suhu

- Menjalankan pengaduk selama kurang lebih 10 menit dan mencatat suhu yang terbaca pada thermometer setelah suhu stabil sebagai suhu awal (t_1).
- 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.
- Setelah proses pembakaran ini, suhu akan naik dengan cepat. Pencatatan suhu dilakukan setelah suhu mengalami kestabilan. Suhu tersebut merupakan suhu akhir (t_2).

b.1.3. Pembongkaran

- Menghentikan pengaduk dan membuka mantel silinder secara hati hati. Gas yang ada dalam silinder bom dilepaskan secara hati hati dengan memutar screw dop.
- 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 agak kekuningan/bening. Jumlah milimeter yang digunakan dalam titrasi merupakan koreksi asam.

- Hasil pengamatan selengkapnya kemudian dimasukkan kedalam rumus berikut ini untuk mencari nilai kalornya : $t = t_2 - t_1$

b.2. 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 ± 2 °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:

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

Keterangan : a = berat arang (sampel) kering udara (gram).

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

c. Sifat kimia arang briket

c.1. 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 (*thermolyne*) 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:

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

keterangan : a = berat sampel (gram)

b = berat cawan (gram)

c = berat (cawan + abu) setelah proses pengabuan (gram)

c.2. Kadar zat mudah menguap (*volatile matter*).

Prosedur penentuan zat mudah menguap adalah dengan cara memasukkan contoh uji seberat ± dua 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)

Secara ringkas, prosedur pelaksanaan penelitian pemanfaatan sekam padi dan ampas tebu sebagai briket:

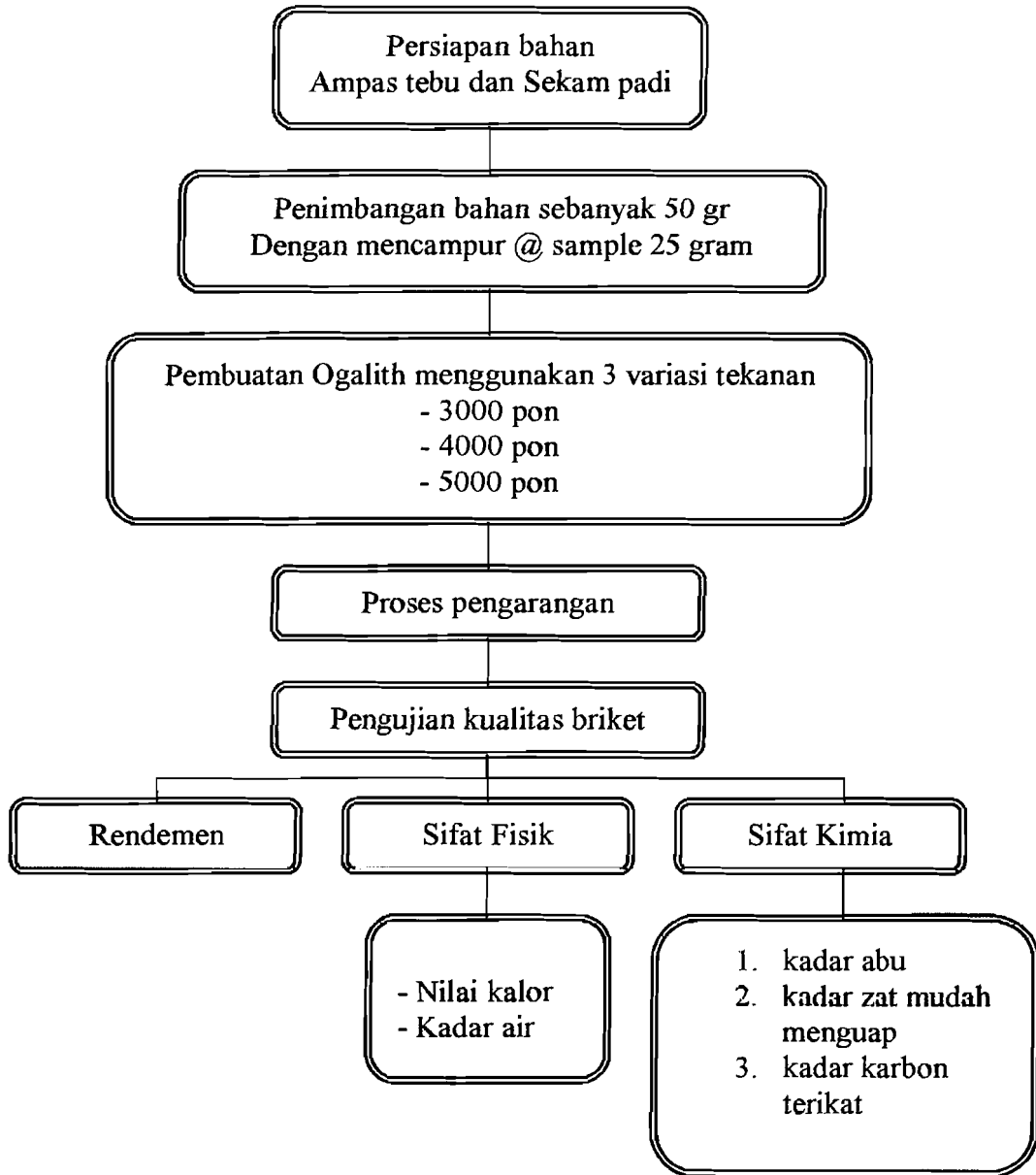


Diagram 3.1 Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat Fisik Arang Briket

1. Nilai Kalor

Hasil perhitungan kalor arang briket dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 nilai kalor kal/gr

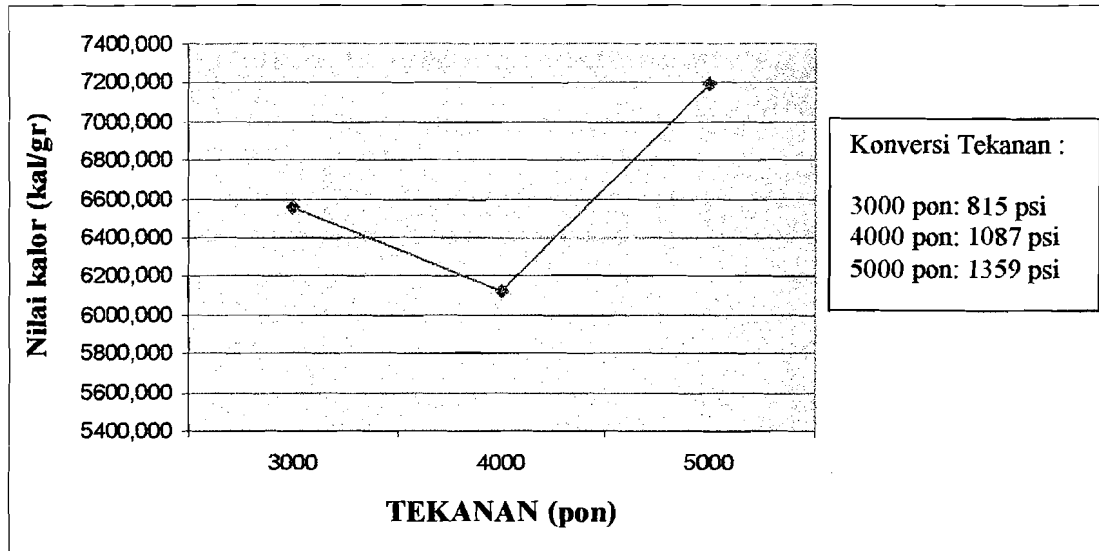
Tekanan	Kalor (kal/gr)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	7125,90213	5712,815	6822,74458	6553,821
4000 pounds	6061,66826	5043,0573	7262,6016	6122,442
5000 pounds	6272,7735	7213,7341	8085,3445	7190,617
Rata-rata	6486,781297	5989,8688	7390,230227	

Tabel 4.2 Analisis varians Nilai kalor

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	1732595,089	2	866297,545	0,996	0,423
Error	5219124,935	6	869854,156		
Total	6951720,024	8			

Dari analisis varians pada tabel 4.2 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14) (tabel pada lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap nilai kalor arang briket.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa terhadap terhadap nilai kalor arang briket dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.1 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap nilai kalor

2. Kadar Air

Hasil perhitungan kadar air arang briket dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3 nilai kadar air (%)

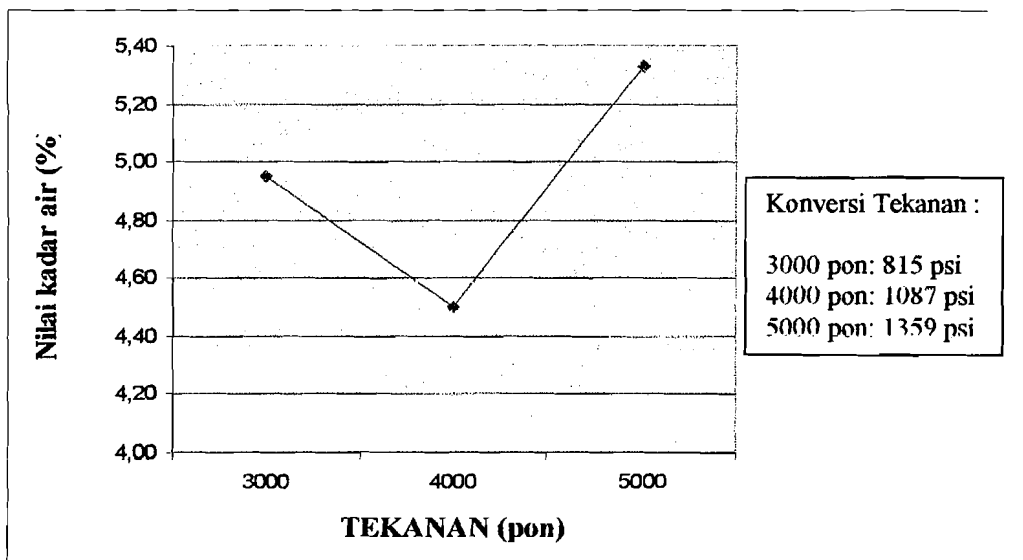
Tekanan	Kadar air (%)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	3,8	4,75	6,3	4,95
4000 pounds	4,5	4,7	4,3	4,50
5000 pounds	4,15	6,35	5,5	5,33
Rata-rata	4,15	5,27	5,37	

Tabel 4.4 Analisis varians Nilai kadar air

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	1,044	2	0,522	0,547	0,605
Error	5,727	6	0,954		
Total	6,771	8			

Dari analisis varians pada tabel 4.4 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14) (tabel pada lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap nilai kadar air arang briket.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap terhadap kadar air arang briket dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.2 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap kadar air



4.2 Sifat Kimia Arang Briket

1. Kadar Abu

Hasil perhitungan kadar abu arang briket dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.5 Nilai kadar abu (%)

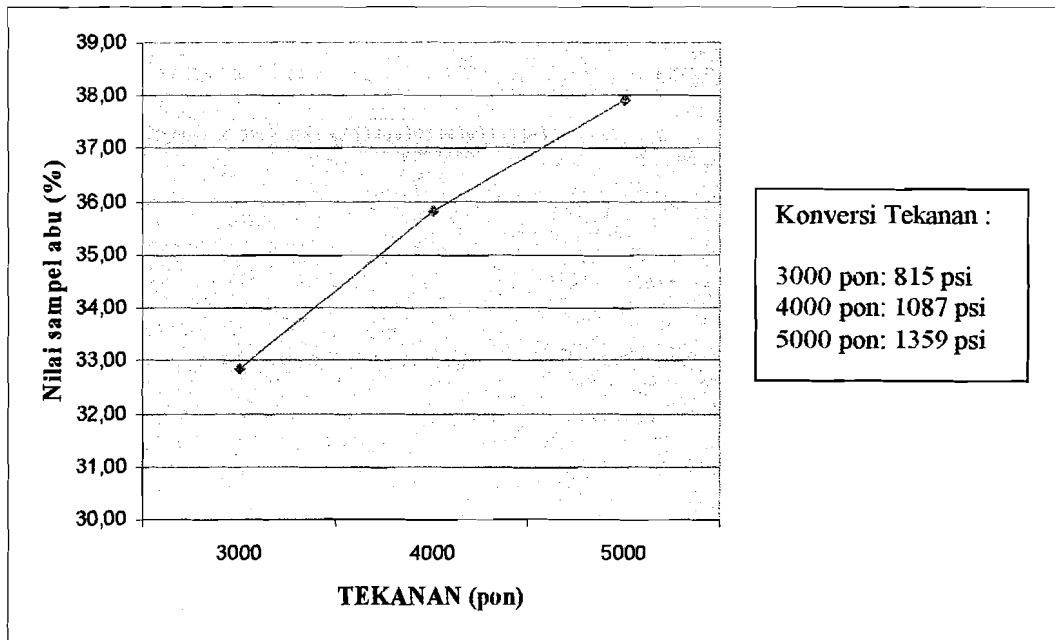
Tekanan	Kadar abu (%)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	28,47	35,33	34,77	32,86
4000 pounds	34,26	39,80	33,38	35,82
5000 pounds	35,08	37,51	41,10	37,90
Rata-rata	32,61	37,55	36,42	

Tabel 4.6 Analisis varians kadar abu

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	38,484	2	19,242	1,613	0,275
Error	71,593	6	11,932		
Total	110,077	8			

Dari analisis varians pada tabel 4.6 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14) (tabel pada lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap kadar abu arang briket.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap terhadap kadar abu arang briket dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.3 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap kadar abu bahan campuran

2. Kadar zat mudah menguap

Hasil perhitungan kadar zat mudah menguap arang briket dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Kadar zat mudah menguap (%)

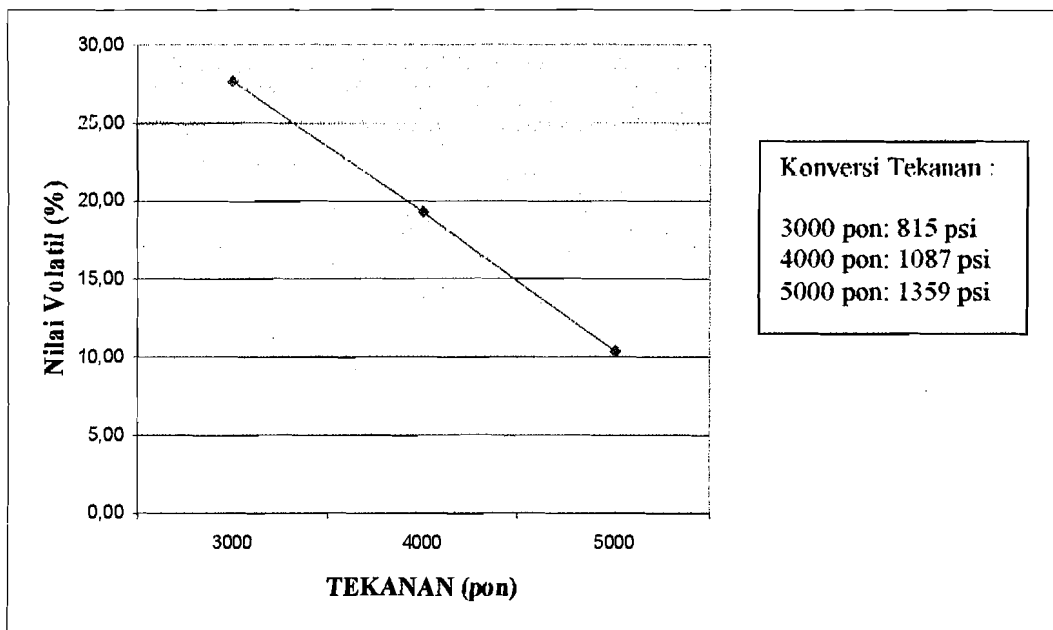
Tekanan	Volatil meter (%)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	35,3	25,45	22,3	27,68
4000 pounds	22,3	6,3	29,2	19,27
5000 pounds	9,07	14,8	7,08	10,32
Rata-rata	22,22	15,52	19,53	

Tabel 4.8 Analisis varians Kadar zat mudah menguap

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	452,544	2	226,272	3,393	0,103
Error	400,119	6	66,686		
Total	852,663	8			

Dari analisis varians pada tabel 4.8 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14) (tabel pada lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap kadar zat mudah menguap arang briket.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap volatile meter arang briket dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.4 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap zat mudah menguap

3. Kadar karbon terikat

Hasil perhitungan kadar karbon terikat arang briket dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.9 Nilai karbon terikat (%)

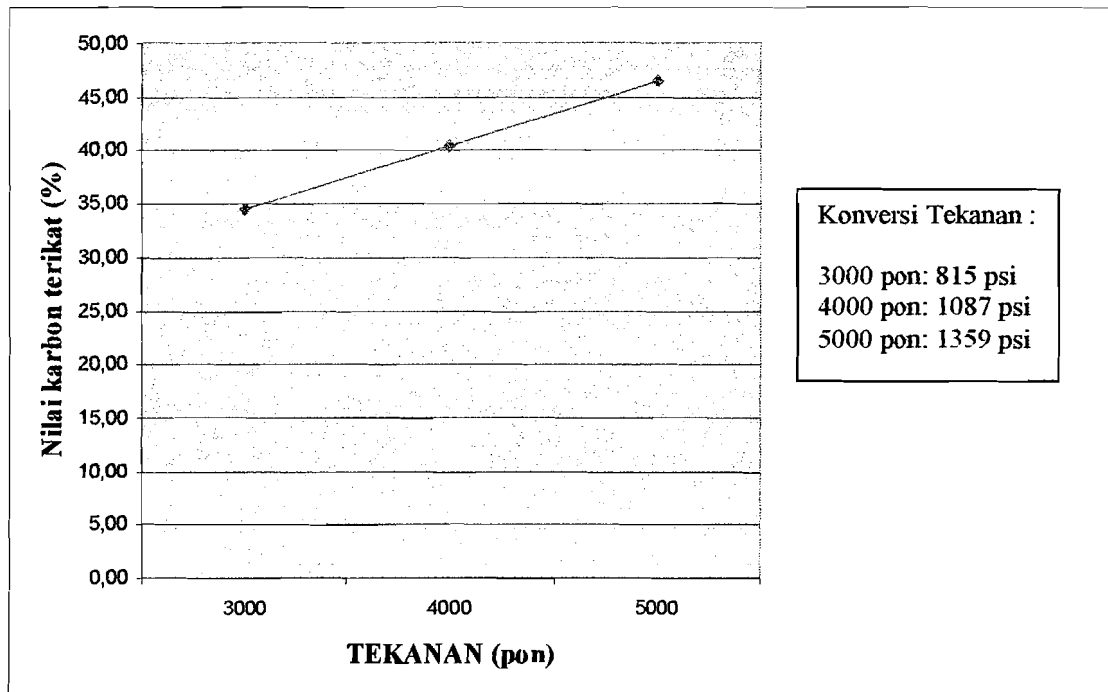
Tekanan	Volatil meter (%)			Rata-rata
	1	2	3	
3000 pounds	32,43	34,47	36,63	34,51
4000 pounds	38,94	49,2	33,12	40,42
5000 pounds	51,7	41,34	46,32	46,45
Rata-rata	41,02	41,67	38,69	

Tabel 4.10 Analisis varians Nilai karbon terikat

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	213,972	2	106,986	3,290	0,108
Error	195,083	6	32,514		
Total	409,055	8			

Dari analisis varians pada tabel 4.10 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14) interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap nilai karbon terikat arang briket.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap kadar karbon terikat arang briket dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.5 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap kadar karbon terikat bahan campuran

4.3 Rendemen Arang Briket

Perhitungan rendemen arang briket meliputi rendemen *ogalith* serbuk, rendemen arang *ogalith* dan rendemen arang serbuk.

1. Rendemen Ogalith Serbuk

Hasil perhitungan rendemen *ogalith* serbuk dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Rendemen Ogalith, *Ogalith* ---- Serbuk

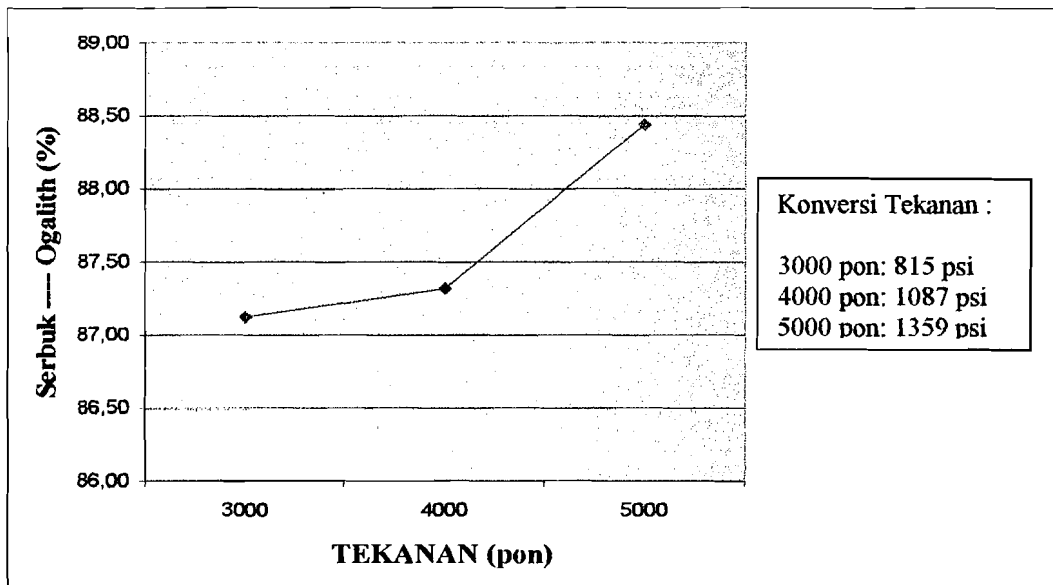
TEKANAN (pon)	Rendemen Ogalith					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
3000	87,2	89,6	85	87	86,8	87,12
4000	88,4	85,4	87,4	88,6	86,8	87,32
5000	90,6	88,4	88,6	90,4	84,2	88,44
Rata-rata	88,73	87,80	87,10	88,67	85,93	

Tabel 4.12 Analisis varians Rendemen, *Ogalith* ---- Serbuk

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	5,061	2,531	0,689	0,521
Error	12	44,048	3,671		
Total	14	49,109			

Dari analisis varians pada tabel 4.12 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14) (tabel pada lampiran), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap rendemen serbuk *ogalith*.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap rendemen serbuk *ogalith* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.6 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap rendemen *ogalith* serbuk

2. Rendemen Arang Ogalith

Hasil perhitungan rendemen arang *ogalith* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.13 Rendemen Arang ---- *Ogalith*

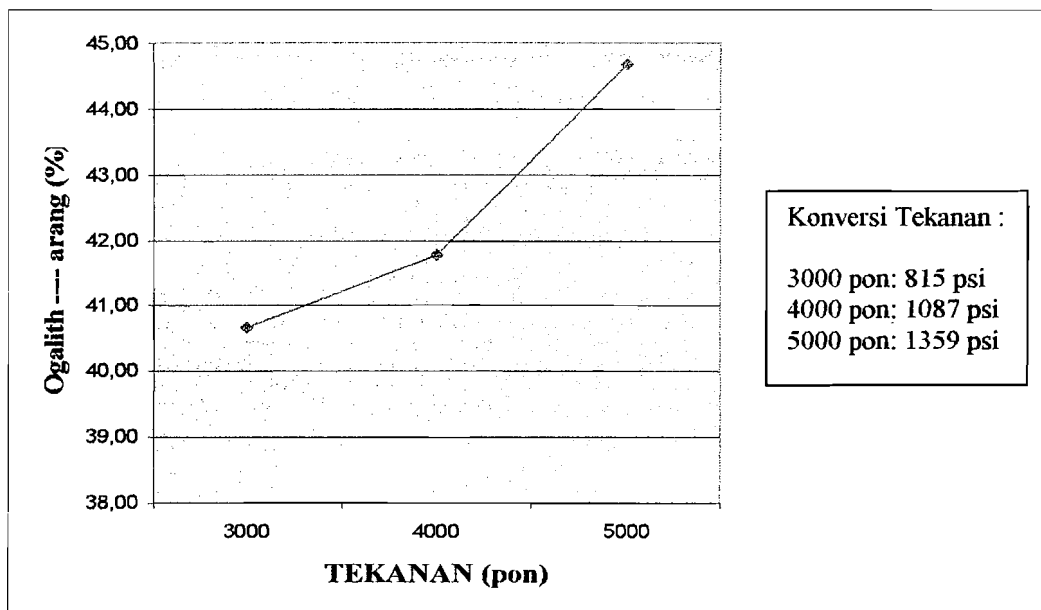
TEKANAN (pon)	Rendemen Ogalith					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
3000	40,83	38,39	43,76	39,54	40,78	40,66
4000	40,5	43,79	41,88	43,34	39,4	41,78
5000	46,14	43,44	43,57	44,69	45,56	44,68
Rata-rata	42,49	41,87	43,07	42,52	41,91	

Tabel 4.14 Analisis varians Rendemen, Arang ---- *Ogalith*

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	43,029	21,515	0,268	0,009
Error	12	35,523	2,960		
Total	14	78,552			

Dari analisis varians pada tabel 4.14 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14), sehingga interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap rendemen serbuk *ogalith*.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap rendemen serbuk *ogalith* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.7 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap rendemen arang ogalith.

3. Rendemen arang serbuk

Hasil perhitungan rendemen serbuk arang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.15 Rendemen arang ---- serbuk

TEKANAN (pon)	Rendemen Ogalth					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
3000	35,6	34,4	37,2	34,4	35,4	35,40
4000	35,8	37,4	36,6	38,4	34,2	36,48
5000	41,8	38,4	38,6	40,4	39,2	39,68
Rata-rata	37,73	36,73	37,47	37,73	36,27	

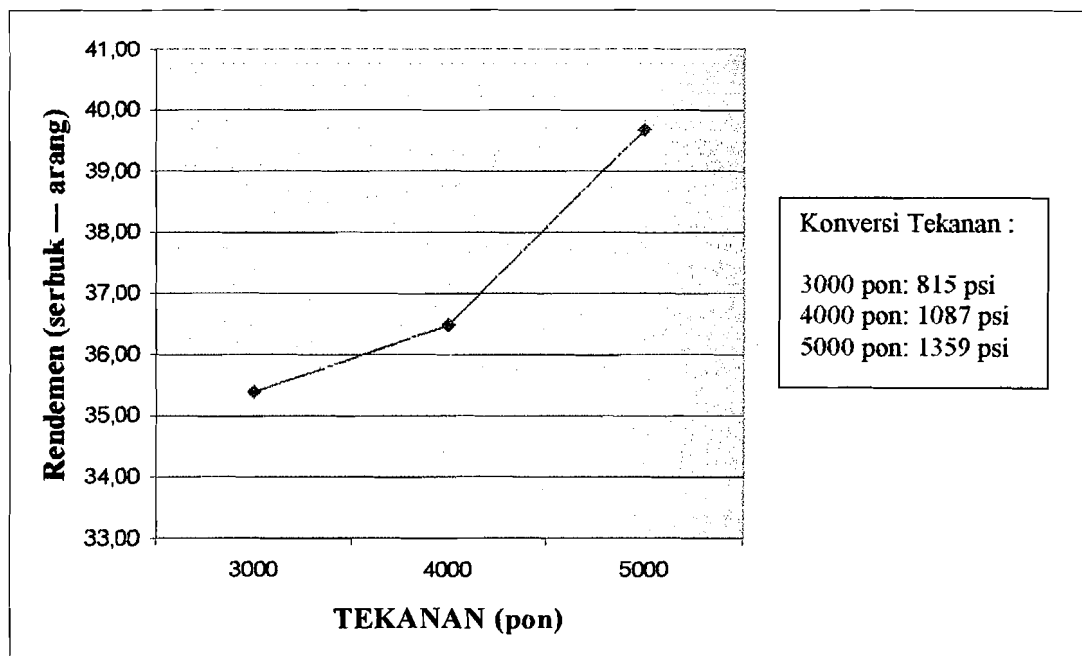
Tabel 4.16 Analisis varians Rendemen, arang ---- serbuk

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	2	49,541	24,771	0,630	0,001
Error	12	23,536	1,961		
Total	14	73,077			

Dari analisis varians pada tabel 4.16 bahwa nilai F hit. lebih kecil dari nilai taraf uji 5% (5,14), interaksi faktor tekanan kempa menunjukkan perbedaan tidak nyata (signifikan) terhadap rendemen arang serbuk.

Analisis varians pada tabel 4.16 memperlihatkan bahwa interaksi faktor tekanan kempa memiliki perbedaan nyata terhadap rendemen arang serbuk. Dapat diartikan bahwa interaksi antara setiap faktor tekanan dan bahan serbuk campuran akan menghasilkan rendemen arang serbuk yang berbeda.

Untuk lebih jelas, hubungan interaksi antara tekanan kempa dan campuran serbuk terhadap rendemen arang serbuk dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.8 Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap rendemen arang serbuk

PEMBAHASAN

4.4. Sifat Fisik Arang Briket

4.4.1. Kadar Air

Arang dengan nilai kadar air rendah akan memiliki nilai kalor tinggi. Arang ini dihasilkan dari jenis bahan yang memiliki kadar air rendah, semakin tinggi kadar air dalam bahan maka dalam proses karbonisasi, akan lebih banyak kalor yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air tersebut menjadi uap sehingga energi yang tersisa dalam arang menjadi lebih kecil.

Dari hasil penelitian didapat nilai kadar air yang berkisar antara 3,8% - 6,35% (tabel 4.3). Nilai terendah terlihat pada tekanan 3000 pon sampel (1) dan tertinggi pada tekanan 5000 pon sampel (2), diketahui nilai rata-rata berkisar 4,95% - 5,33%. Pada kasus ini kadar air arang briket nilainya signifikan, dalam arti nilai tersebut melebihi dari nilai standard inggris (3,5%) tetapi mendekati nilai standard jepang (6%). 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 (Soeparno 1993). Hal ini membuktikan bahwa perlakuan setelah proses karbonisasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas arang briket dalam hal ini kadar air.

Dilihat dari hasil analisis varians tabel 4.4 terlihat signifikan dan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air arang briket pada taraf uji 5% (5,14) (tabel F pada lampiran). Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (1993) bahwa jenis bahan baku dalam hal ini kadar airnya akan mempengaruhi kualitas arang briket yang dihasilkan.

Nilai rata – rata faktor tekanan sebagai berikut :

- (3000 pond) menghasilkan nilai kadar air rata-rata 4,95 %.
- (4000 pond) menghasilkan nilai kadar air rata-rata 4,50 %.
- (5000 pond) menghasilkan nilai kadar air rata-rata 5,33 %.

4.4.2. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas arang briket apabila akan digunakan sebagai bahan bakar. Dalam penelitian ini nilai kalor didapat antara 5043,0573 kal/gram – 8085,3445 kal/gram. Rata – rata nilai kalor berkisar antara 6553,821 kal/gr – 7190,617 kal/gr. Pada table 4.1 nilai kalor tertinggi terdapat pada tekanan 5000 pon sampel (3) dan nilai terendah terdapat pada tekanan 4000 pond sampel (2). Dilihat dari nilai standard inggris (7289 kal/gr) nilai dirasa kurang memenuhi namun untuk nilai standard jepang (6000-7000 kal/gr) yang memenuhi antara lain, tekanan 3000 pond sampel (3), tekanan 4000 pon sampel (1), tekanan 5000 pond sampel (1). Hal ini sangat penting mengingat nilai kalor adalah syarat utama untuk arang industri.

Dari hasil analisis varians tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada faktor tekanan kempa berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kalor arang briket pada taraf uji 5% signifikansi yakni sebesar 5,14.

Nilai rata – rata faktor tekanan sebagai berikut :

- (3000 pond) menghasilkan nilai kalor rata-rata 6553,821 kal/gram
- (4000 pond) menghasilkan nilai kalor rata-rata 6122,442 kal/gram
- (5000 pond) menghasilkan nilai kalor rata-rata 7190,617 kal/gram.

Hasil diatas menunjukkan semakin besar tekanan yang digunakan menyebabkan kenaikan berat jenis arang briket terkait halnya dengan faktor kerapatan bahan, namun pada hasil penelitian yang telah dilakukan nilai menunjukan hasil yang bervariasi.

Nilai kalor yang rendah disebabkan oleh kandungan abu yang cukup tinggi pada sekam padi. Salah satu unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Penyebab lain adalah rendahnya kadar karbon terikat sekam padi Winarni dan Alex (1999) (dalam Bowo Abdi, 2004). Juga dikemukakan bahwa nilai kalor arang berhubungan dengan kadar karbon terikat (*fixed carbon*).

4.5. Sifat Kimia Arang Briket

4.5.1. Kadar Abu

Abu adalah sisa setelah bahan organik dibakar yang komponen utamanya berupa zat mineral, kalsium, kalium, magnesium dan silika. Earl(1990) (dalam Aida Artati, 2000) menyatakan bahwa abu dalam arang

terdiri atas fraksi yang larut dan tidak larut dalam air (terutama terdiri atas silika) berpengaruh tidak baik terhadap kalor arang yang dihasilkan. Dikatakan juga bahwa kadar abu yang rendah berkisar antara 0,8 – 2,3% sedang yang tinggi nilainya diatas 4%. Berdasar pernyataan tersebut maka kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini terbilang sangat tinggi yakni antara 28,47 % dan 41,10 %. Kisaran ini juga berada diatas nilai standard jepang (3 – 6%) maupun inggris (8,26%).

Hasil analisis varians tabel 4.6 menunjukkan bahwa interaksi faktor tekanan kempa arang briket adalah tidak nyata (signifikan) terhadap kadar abu yang dihasilkan pada taraf uji 5%. Nilai terendah terlihat pada tekanan 3000 pond uji sampel pertama, sedang nilai tertinggi pada tekanan 5000 pond uji sample ketiga. Besarnya kadar abu suatu bahan merupakan salah satu indikator kualitas arang briket.

Pada gambar 4.3 terlihat bahwa seiring meningkatnya tekanan maka semakin besar kadar abu yang dihasilkan, seperti dapat dilihat pada hasil rata – rata berikut :

- (3000 pond) menghasilkan kadar abu rata-rata 32,86 %
- (4000 pond) menghasilkan kadar abu rata-rata 35,82 %
- (5000 pond) menghasilkan kadar abu rata-rata 37,90 %

Hal ini sesuai dengan pernyataan Soeparno (2000) yang menyebutkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas arang briket adalah jenis bahan yang digunakan.

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa kadar abu yang tinggi pada arang briket disebabkan karena zat lignin yang ada pada ampas tebu selain daripada faktor tekanan.

4.5.2. Kadar Zat mudah Menguap

Hasil penelitian menunjukkan nilai rata – rata kadar zat mudah menguap arang briket berkisar antara 10,32% –27,68. Kadar zat menguap yang dihasilkan pada penelitian ini tidak seluruhnya dapat memenuhi standar Jepang (25%- 30%) dan Standar Inggris (16,41%). Dimana terlihat pada tabel 4.7 bahwa terdapat nilai yang masih memenuhi tetapi ada juga yang jauh dari nilai standard baik jepang maupun inggris yakni pada tekanan 4000 pond sampel (2) kandungan zat yang ada hanya 6,3%, demikian juga pada tekanan 5000 pond sampel (1) kandungan zat yang ada hanya 9,07% dan sampel (3) kandungan zat yang ada hanya 7,08%.

Kadar zat mudah menguap merupakan parameter yang juga harus diperhatikan dalam menentukan kualitas arang yang dihasilkan selain kadar abu dan kadar karbon terikat. Tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap dipengaruhi oleh jenis bahan baku, menurut pendapat Syachri (1986) (dalam Bowo Abdi, 2004) bahwa bahan baku tidak berpengaruh nyata terhadap kadar zat mudah menguap.

Hasil analisis varians tabel 4.8 menunjukkan bahwa pada faktor tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap kadar zat mudah menguap arang briket pada taraf uji 5%. Faktor ukuran dapat

mempengaruhi kadar zat mudah menguap pada arang briket selain daripada factor tekanan. Hasil penelitian memperlihatkan semakin besar tekanan maka semakin kecil nilai zat mudah menguap yang dihasilkan.

Nilai rata – rata faktor tekanan sebagai berikut :

- (3000 pond) menghasilkan nilai kadar zat mudah menguap 27,68%.
- (4000 pond) mcnghasilkan nilai kadar zat mudah menguap 19,27%.
- (5000 pond) menghasilkan nilai kadar zat mudah menguap 10,32%.

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 Bowo Abdi, 2004) menyebutkan bahwa sekam padi mengandung 40,96 C dan 4,3% H. Kadar zat mudah menguap yang tinggi secara umum lebih disukai karena lebih mudah dinyalakan.

4.5.3. Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat mempunyai pengaruh yang cukup penting untuk menentukan kualitas suatu arang karena kadar karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kadar karbon terikat dalam suatu arang yang semakin tinggi maka akan semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan (Djarmiko dkk., 1981 dalam Aida Artati 2000). Hal ini disebabkan karena setiap ada reaksi oksidasi dari zat karbon yang ada, akan mempertinggi nilai kalornya. Hal

yang sama juga dikemukakan oleh Soeparno (1993) bahwa besarnya kadar karbon terikat berkorelasi positif terhadap nilai kalor.

Penelitian ini menghasilkan arang briket dengan nilai kadar karbon terikat rata-rata berkisar antara 34,51% - 46,45%. Kadar karbon terikat arang briket pada penelitian ini tidak seluruhnya dapat memenuhi standard jepang (60-80%) maupun standard inggris (75,33%). Dari hasil analisis varians tabel 4.10 menunjukkan bahwa pada faktor tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap kadar karbon terikat arang briket pada taraf uji 5%.

Besarnya kadar karbon terikat arang briket juga dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap, dimana semakin rendah kadar zat mudah menguap arang briket maka kadar karbon terikatnya semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno dkk (1999) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar karbon terikat pada arang maka akan semakin rendah kadar zat menguapnya.

Nilai rata – rata faktor tekanan sebagai berikut :

- (3000 pond) menghasilkan kadar karbon terikat 34,51 %.
- (4000 pond) menghasilkan kadar karbon terikat 40,42 %.
- (5000 pond) menghasilkan kadar karbon terikat 46,45 %.

4.6. Rendemen

Nilai rendemen dapat menjadi indikator keberhasilan pembuatan arang. Apabila nilai rendemen terlalu tinggi hal ini menunjukkan adanya proses karbonisasi arang yang kurang sempurna karena bahan baku belum seluruhnya berubah menjadi arang sehingga kualitasnya kurang bagus, dalam hal ini nilai kalornya rendah. Tetapi apabila nilai rendemen terlalu kecil, dari segi ekonomi juga tidak menguntungkan dan akan berpengaruh pada kekerasan arang. Perhitungan rendemen arang briket (Pratomo, 2003) mencakup 3 hal, yakni :

- 1) rendemen *ogalith* serbuk ;
- 2) rendemen arang *ogalith*;
- 3) rendemen arang serbuk.

4.6.1. *Ogalith* serbuk

Hasil analisis varians pada tabel 4.12 menunjukkan pengaruh tekanan yang tidak berpengaruh nyata (signifikan) terhadap rendemen *ogalith* --- serbuk arang briket. Pada tabel 4.11 diketahui nilai *ogalith* --- serbuk berkisar antara 84,2% - 90,6%. Sedangkan rata-rata *ogalith* --- serbuk berkisar 87,12% - 88,44%. Nilai *ogalith* serbuk terendah dan tertinggi terlihat pada tekanan 5000pon, terendah pada sampel (5) dan nilai tertinggi pada sampel (1).

Rendemen *ogalith* --- serbuk terlihat mendekati 100%, hal ini berarti penggunaan tekanan dalam pembuatan *ogalith* --- serbuk

merupakan faktor penting untuk menghasilkan briket yang keras dan padat.

4.6.2. Arang *ogalith*

Hasil analisis varians pada tabel 4.14 menunjukkan pengaruh tekanan yang tidak berbeda nyata (signifikan) terhadap rendemen arang ---
- *ogalith* arang briket Pada tabel 4.3 diketahui nilai arang ---- *ogalith*
berkisar antara 38,39% - 46,14%. Sedangkan rata-rata arang ---- *ogalith*
berkisar 40,66% - 44,68%. Nilai arang ---- *ogalith* terendah pada tekanan
3000 pon sampel (2) dan tertinggi pada tekanan 5000 pon sampel (1).

4.6.3. Arang serbuk

Hasil analisis varians pada tabel 4.16 menunjukkan pengaruh tekanan yang tidak berbeda nyata (signifikan) terhadap rendemen arang ---
- serbuk arang briket Pada tabel 4.15 diketahui nilai arang ---- serbuk
berkisar antara 34,2% - 41,8%. Sedangkan rata-rata arang ---- serbuk
berkisar 35,40% - 39,68%. Nilai arang ---- serbuk terendah pada tekanan
4000 pon sampel(5) dan tertinggi pada tekanan 5000 pon sampel (1).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian mengenai pengaruh tekanan kempa dan komposisi campuran sekam padi dan ampas tebu terhadap kualitas arang briket, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Limbah padat seperti ampas tebu maupun sekam padi dapat dijadikan bahan baku pembuatan arang briket.
- Faktor tekanan berpengaruh tidak nyata terhadap karakteristik fisik dan kimia arang briket yang dihasilkan.
- Nilai rata – rata arang briket untuk:
 - a. Rendemen:
 - *ogalith* --- serbuk berkisar antara 87,12% - 88,44%,
 - *ogalith* --- arang 40,66% - 44,68%,
 - arang --- serbuk 35,40% -39,68%.
 - b. Sifat fisik:
 - Kadar air berkisar antara 4,95% - 5,33% nilai tersebut melebihi standard inggris (3,5%) tetapi mendekati standard jepang (6%),
 - Nilai kalor 6122,442kal/gram – 7190,617kal/gram nilai tersebut memenuhi standard jepang (6000-7000 kal/gr) dan mendekati standard inggris (7289 kal/gr),

- Kadar abu 32,86% - 37,90% nilai tersebut terbilang cukup tinggi dan tidak memenuhi standard jepang (3-6%) ataupun standard inggris (8,26%),
- Volatil meter 10,32% - 27,68% nilai tersebut sebagian memenuhi standard jepang (25-30%) namun tidak untuk standard inggris (16,41%),
- Karbon terikat 34,51% - 46,45% nilai tersebut belum memenuhi standard jepang (60-80%) maupun standard inggris (75,33%).

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disampaikan saran sebagai berikut:

- Pemanfaatan ampas tebu maupun sekam padi sebagai bahan baku arang briket perlu lebih dimasyarakatkan. Selain bahan yang tidak terlalu mahal, bahan relatif mudah didapat melihat arang briket yang dihasilkan kualitasnya telah cukup memadai dan merupakan salah satu alternatif untuk memanfaatkan limbah industri, baik itu industri besar maupun perorangan.
- Untuk hasil maksimal ogalith arang briket dapat dibuat dengan menggunakan tekanan yang lebih besar ataupun dengan tekanan standar dalam waktu yang relatif lebih lama agar mendapatkan kualitas kepadatan yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Artati, Aida. 2000, *Pengaruh Tekanan dan Komposisi Campuran Serbuk Gergaji 'Pinus merkusil Jungh' dengan 'Tectuna grandis' terhadap Rendemen dan Sifat Fisik-Kimia Arang Briket*. Fakultas Kehutanan UGM Jogjakarta
- Astidwiningsih. 2006, *Pemanfaatan Limbah Kayu Sonokeling dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar Briket*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII Jogjakarta
- Azagder D. 1983, *Prospect of sugar industry energy aspects*. The Cuba Institute of Sugar research
- Abdi, Bowo. 2004, *Pengaruh Tekanan Kempa dan Komposisi Campuran Sekam Padi dan Serbuk Gergajian Kayu Damar (Agathis spp) terhadap Kualitas Arang Briket*. Fakultas Kehutanan UGM Jogjakarta
- Djarmiko, B.S. Ketaren, Sri Setyohartini, 1981. *Arang, Pengolahan dan Kegunaannya*. Badan Penerbitan Jurusan Tekonologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor
- Earl, D. E., Andre Meyer Research Fellow. 1990. *A Report on Charcoal*. FAO of The United Nations. Roma
- Hartoyo, Nurhayati. 1976. *Rendemen dan Sifat Arang Beberapa Jenis Kayu Indonesia (Yields and Properties of Charcoal of Several Indonesian Woods)*. Laporan (Report) no. 62, Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor
- Haygreen, J. G., Bowyer, J. L. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

- Hartono. 2004. *Pembuatan SiC dari Sekam Padi* baca di www.dprind.go.id
- Ircham. 1992. *Energi sebagai Usaha Penyelamatan Lingkungan*. Elektroindonesia
- Kurniawan, Yahya. 1999, *Produk Pendamping Gula Tebu*. Seminar P3GI
Pasuruan
- Paryanto, 1999. *Diversifikasi surosa menjadi produk lain*. Seminar nasional
industri Gula Terpadu. Serpong
- Pratomo, B.D. 2003. *Pengaruh Tekanan Kempa dan Ukuran Serbuk Gergaji
terhadap Rendemen dan Sifat Fisik – Kimia Arang Briket Artocarpus
heterophyllus Lamk*. Fakultas Kehutanan UGM Jogjakarta
- Ridwan, R. 2005. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Baca di
www.perhutani.co.id
- Soeparno. 1993. *Pengolahan Arang Secara Sederhana dan Nilai Panas Dari
Setiap Kualitas yang Dihasilkan. Laporan Penelitian*. Fakultas Kehutanan
UGM dan Dekdibud Yogyakarta. Yogyakarta.
- Syachri, 1983, *Beberapa Sifat Kayu dan Limbah Pertanian sebagai Sumberdaya
Energi*. Bogor

LAMPIRAN

NILAI KALOR ...

Kode	3000 Pon	3000 Pond	3000 Pond	4000 Pond	4000 Pond	4000 Pond	5000 Pond	5000 Pond	5000 Pond
Berat Sampel	1,019	1,03	1,01	0,921	0,98	0,908	0,949	1,062	1,012
Berat Cawan	11,609	11,783	11,607	11,916	11,061	11,795	11,789	11,762	11,922
B.Cawan + Abu	11,95	12,014	11,938	12,061	12,096	11,881	12,101	12,019	12,108
Panjang kawat (cm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sisa Kawat (cm)	7,5	5,5	8,2	2,8	5,7	1,5	4,5	5,5	4
Titirasi (ml)	5	3,5	4,5	5,6	3,6	3,6	3,5	3,5	4

Awal	27,72	27,88	28	28,03	28,08	28,16	29,08	28,3	28,4
1	27,76	27,94	28,06	28,11	28,12	28,27	29,16	28,38	28,5
2	27,76	27,96	28,06	28,13	28,12	28,28	29,18	28,39	28,52
3	27,76	27,96	28,06	28,13	28,13	28,29	29,2	28,4	28,52
4	27,78	27,98	28,07	28,13	28,13	28,3	29,2	28,4	28,52
5	27,78	27,98	28,08	28,13	28,13	28,3	29,2	28,4	28,52

30	27,78	28,3	28,3	28,4	28,26	28,5	29,38	28,62	28,7
45	28	28,7	28,72	28,64	28,54	28,88	29,8	29,68	28,9
60	28,54	29,04	29,04	29,1	28,91	29,12	30,1	29,58	29,4
75	28,9	29,24	29,3	29,38	29,12	29,35	30,38	29,92	29,74
90	29,12	29,38	29,48	29,52	29,37	29,5	30,58	30,16	30,02
105	29,28	29,54	29,46	29,7	29,51	29,61	30,74	30,34	30,2

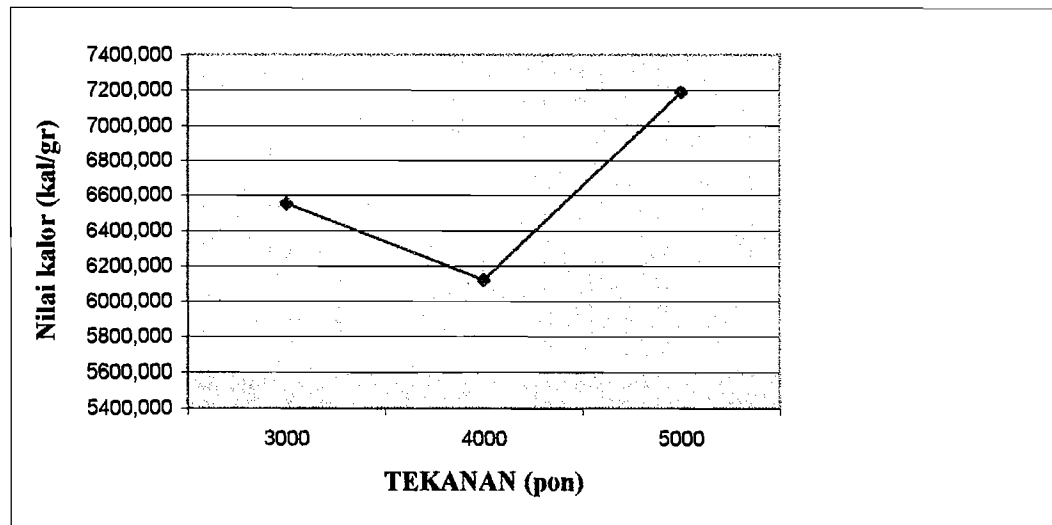
1	29,7	29,8	29,92	30	29,86	29,85	31,06	30,64	30,58
2	29,84	29,92	30,02	30,1	29,98	29,94	31,18	30,82	30,7
3	29,9	29,96	30,06	30,13	30,04	29,96	31,22	30,88	30,76
4	29,92	29,98	30,08	30,15	30,06	29,98	31,24	30,9	30,78
5	29,92	29,98	30,08	30,15	30,06	29,98	31,24	30,9	30,78
6									
7									
Nilai Kalor (kal/gr)	7125,90213	5712,81497	6822,74458	6061,66826	5043,0573	7262,6016	6272,7735	7213,7341	8085,3445

Perhitungan ...

Tekanan (pon)	Nilai Kalor (kal/gr)			rata-rata	std.dev	cv.koef.
	1	2	3			
3000	7125,90213	5712,815	6822,74458	6553,821	743,938	8,810
4000	6061,66826	5043,0573	7262,6016	6122,442	1111,020	5,511
5000	6272,7735	7213,7341	8085,3445	7190,617	906,507	7,932
rata-rata	6486,781297	5989,8688	7390,230227			

Analisis varians nilai kalor

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	1732595,089	2	866297,545	0,996	0,423
Error	5219124,935	6	869854,156		
Total	401644653,409	8			

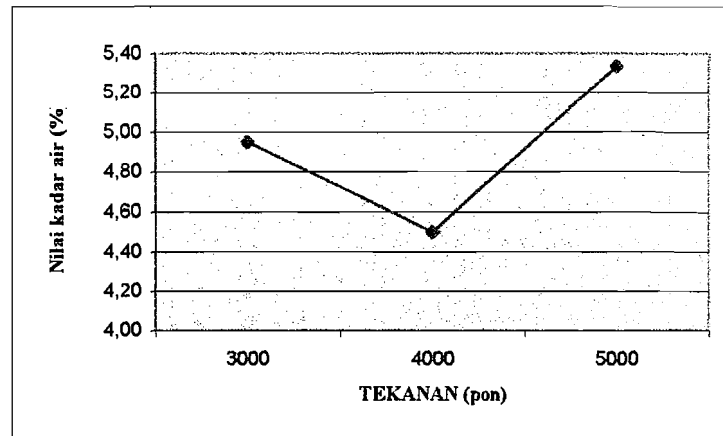


Perhitungan ...

Tekanan (pon)	Kadar air (%)			rata-rata	std.dev.	cv koef.
	1	2	3			
3000	3,8	4,75	6,3	4,95	1,262	3,923
4000	4,5	4,7	4,3	4,50	0,200	22,500
5000	4,15	6,35	5,5	5,33	1,109	4,807
rata-rata	4,15	5,27	5,37			

Analisis varians kadar air

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	1,044	2	0,522	0,547	0,605
Error	5,727	6	0,954		
Total	6,771	8			



Tabel data Volatil ...

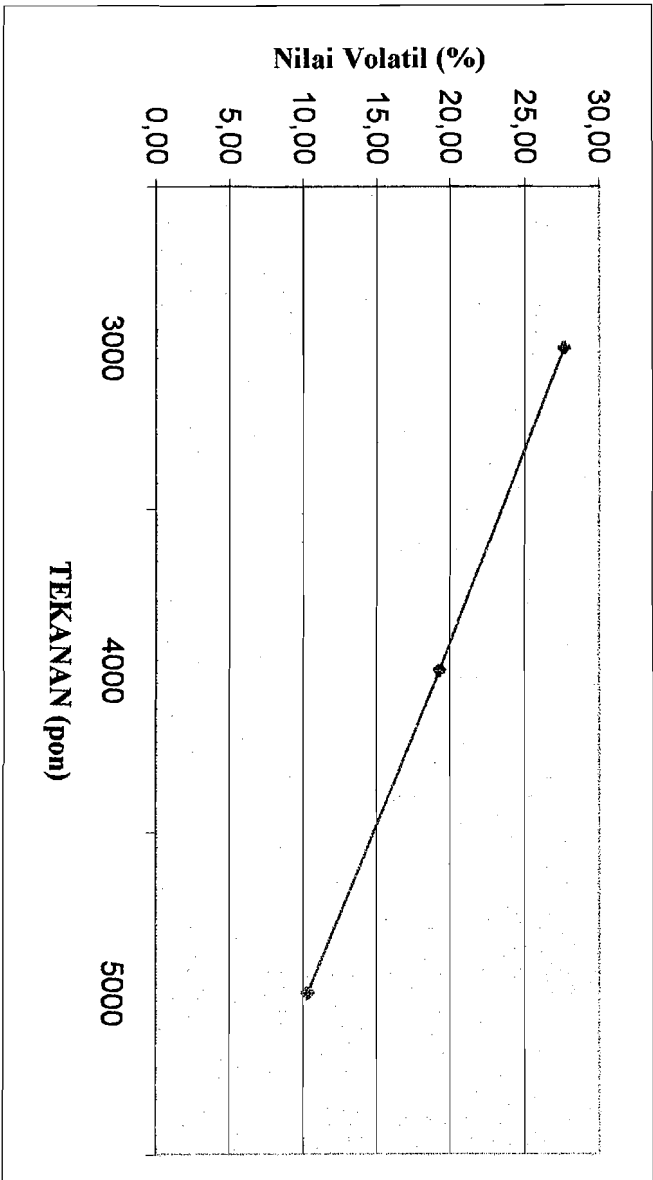
No cawan	Tekanan 3000 pon			Tekanan 4000 pon			Tekanan 5000 pon		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Berat Cawan (gram)	30,043	31,057	30,567	29,490	29,383	31,287	34,094	29,007	30,290
Berat Sampel (gram)	2,009	2,004	2,002	2,005	2,005	2,004	2,001	2,002	2,000
Berat akhir (cawan+sampel) (gram)	31,287	32,478	31,936	30,973	31,167	32,642	35,837	30,612	32,046
BKT sampel (gram)	1,24	1,42	1,37	1,48	1,78	1,36	1,74	1,61	1,76
Nilai volatil meter (%)	35,3	25,45	22,3	22,3	6,3	29,2	9,07	14,8	7,08

Perhitungan ...

Tekanan (pon)	Volatil (%)			rata-rata	std.dev.	cv koef
	1	2	3			
3000	35,3	25,45	22,3	27,68	6,782	4,082
4000	22,3	6,3	29,2	19,27	11,747	1,640
5000	9,07	14,8	7,08	10,32	4,008	2,574
rata-rata	22,22	15,52	19,53			

Analisis varians volatil meter

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	452,544	2	226,272	3,393	0,103
Error	400,119	6	66,686		
Total	826,663	8			



Tabel data Abu ...

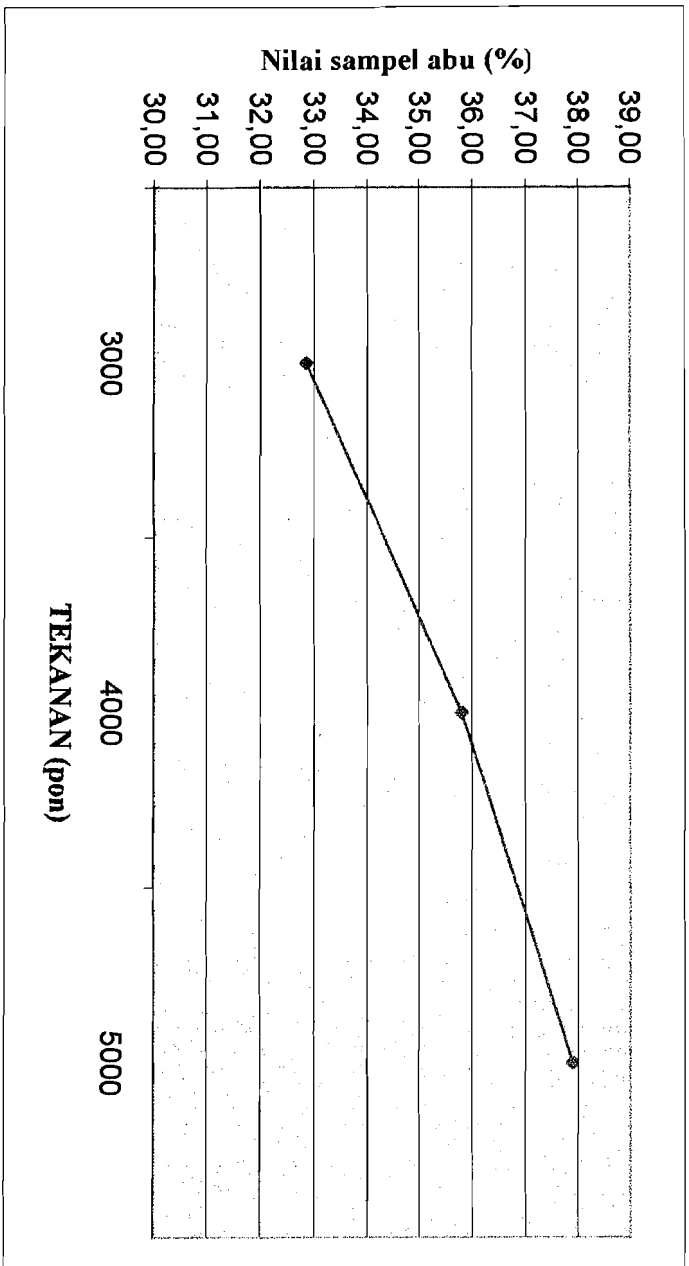
No cawan	Tekanan 3000 pon			Tekanan 4000 pon			Tekanan 5000 pon		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Berat Akhir Volatil (cawan+sampel) (gram)	31,287	32,478	31,936	30,973	31,167	32,642	35,837	30,612	32,046
Berat akhir Abu (cawan+sampel) (gram)	30,615	31,765	31,263	30,177	30,181	31,956	34,796	29,758	31,112
Nilai kadar abu (%)	28,47	35,33	34,77	34,26	39,8	33,38	35,08	37,51	41,1

Perhitungan ...

Tekanan (pon)	Abu (%)			rata-rata	std.dev.	cv koef
	1	2	3			
3000	28,47	35,33	34,77	32,86	3,807	8,631
4000	34,26	39,80	33,38	35,82	3,479	10,296
5000	35,08	37,51	41,10	37,90	3,027	12,519
rata-rata	32,61	37,55	36,42			

Analisis varians kadar abu

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	38,484	2	19,242	1,613	0,275
Error	71,593	6	11,932		
Total	110,077	8			



Nilai Karbon Terikat ...

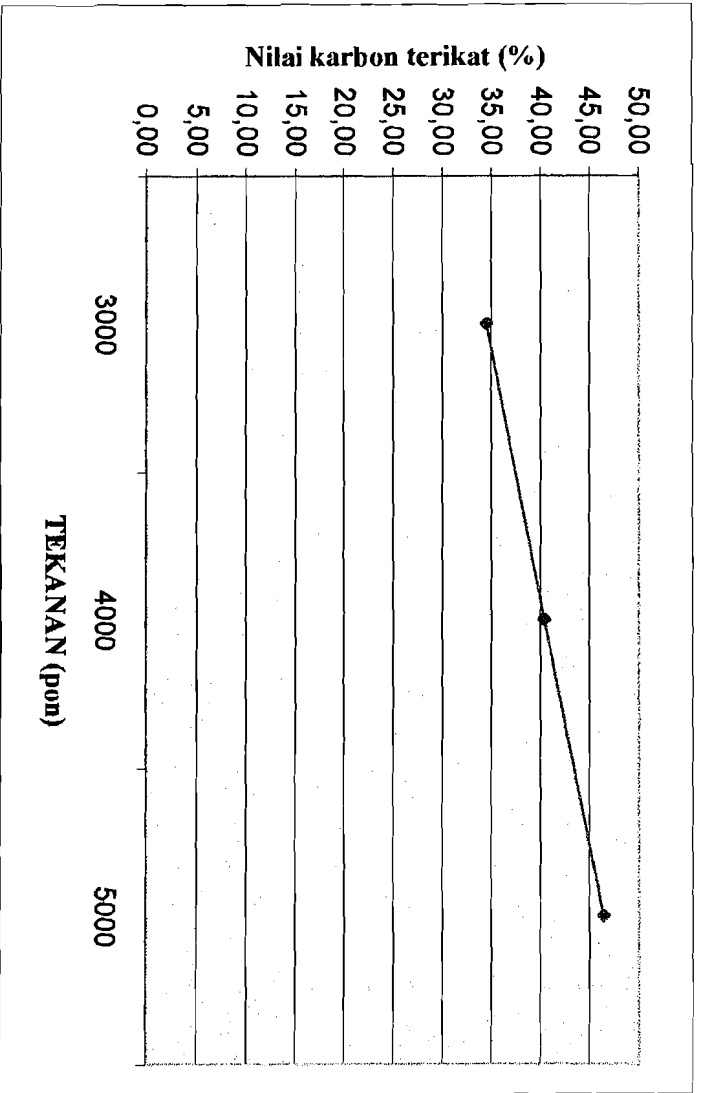
Parameter (%)	3000 pon			4000 pon			5000 pon		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
kadar air	3,8	4,75	6,3	4,5	4,7	4,3	4,15	6,35	5,5
volatil mter	35,3	25,45	22,3	22,3	6,3	29,2	9,07	14,8	7,08
kadar abu	28,47	35,33	34,77	34,26	39,8	33,38	35,08	37,51	41,1
Σ	67,57	65,53	63,37	61,06	50,8	66,88	48,3	58,66	53,68
Nilai karbon terikat (%)	32,43	34,47	36,63	38,94	49,2	33,12	51,7	41,34	46,32

Perhitungan ...

Tekanan (pon)	Kadar karbon terikat (%)			rata-rata	std.dev.	cv koef.
	1	2	3			
3000	32,43	34,47	36,63	34,51	2,100	16,431
4000	38,94	49,2	33,12	40,42	8,142	4,965
5000	51,7	41,34	46,32	46,45	5,181	8,966
rata-rata	41,02	41,67	38,69			

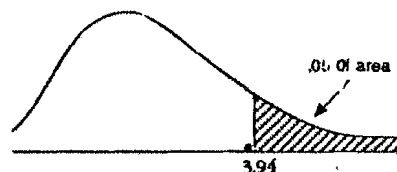
Analisis varians karbon terikat

Source	JK	dB	KT	F hit.	Sig.
Tekanan	213,972	2	106,986	3,290	0,108
Error	195,083	6	32,514		
Total	409,055	8			



Lampiran XII.
TABEL F UNTUK 5%

Values of *F* for *F* Distributions with .05 of the Area in the Right Tail.



Example: For a test at a significance level $\alpha = .05$ where we have 15 degrees of freedom for the numerator and 6 degrees of freedom for the denominator, the appropriate *F* value is found by looking under the 15 degrees of freedom column and proceeding down to the 6 degrees of freedom row; there we find the appropriate *F* value to be 3.94.

Values of $F_{.05}$ †
Degrees of freedom for numerator

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
1	161	200	216	225	230	234	237	238	241	242	244	246	248	248	249	250	251	252	253	254
2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
3	10.1	9.85	9.78	9.72	9.67	9.64	9.61	9.59	9.57	9.56	9.55	9.54	9.53	9.52	9.51	9.50	9.49	9.48	9.47	9.46
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.14	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.85	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.48	4.43	4.40	4.37	4.37
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.55	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.47	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.97	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.75	1.75
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	1.71
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62	1.62
40	4.06	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.06	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00	1.00

† This table is reproduced from M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of Percentage Points of the Inverted Beta (*F*) Distribution," *Biometrika*, Vol. 33 (1943), by Permission of the Biometrika Trustees.

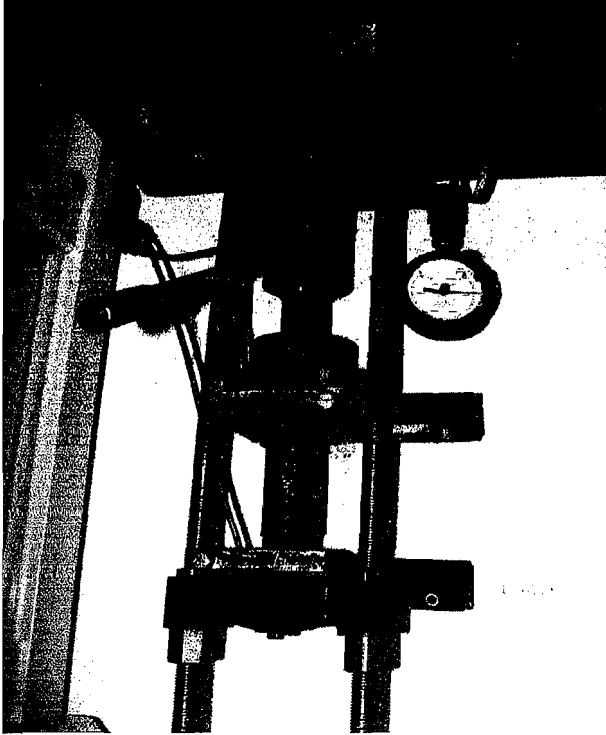
Lampiran XIII.
TABEL F UNTUK 1%

Values of $F_{.01}$ †
Degrees of freedom for numerator

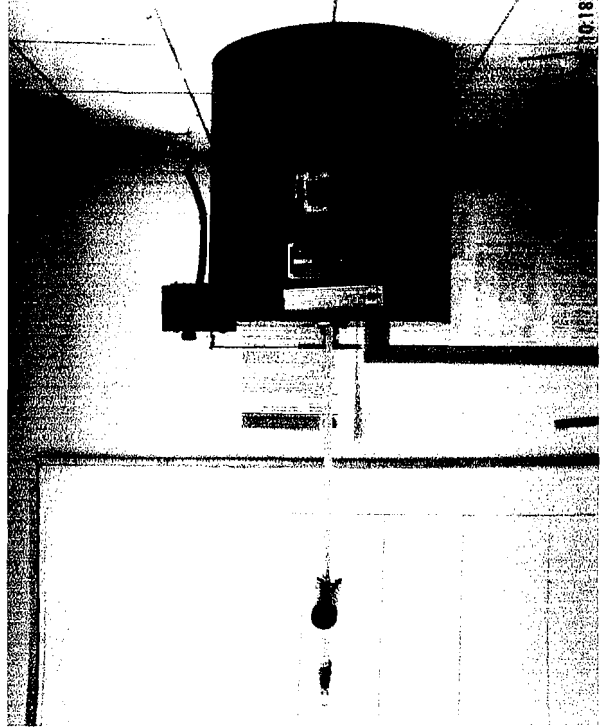
Degrees of freedom for denominator	Degrees of freedom for numerator																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4,052	5,000	5,400	5,625	5,764	5,859	5,928	5,982	6,023	6,056	6,106	6,157	6,209	6,235	6,261	6,287	6,313	6,339	6,366
2	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
3	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	27.1	26.9	26.7	26.6	26.5	26.4	26.3	26.2	26.1
4	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	14.4	14.2	14.0	13.9	13.8	13.7	13.7	13.6	13.5
5	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	9.9	9.7	9.5	9.4	9.3	9.2	9.2	9.1	9.0
6	13.7	10.9	9.7	9.1	8.7	8.4	8.2	8.1	7.9	7.8	7.7	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8
7	12.2	9.5	8.4	7.8	7.4	7.1	6.9	6.8	6.7	6.5	6.4	6.3	6.1	6.1	6.0	5.9	5.8	5.7	5.6
8	11.3	8.6	7.5	7.0	6.6	6.3	6.1	6.0	5.9	5.8	5.6	5.5	5.3	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8
9	10.6	8.0	6.9	6.4	6.0	5.8	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2
10	10.0	7.5	6.5	5.9	5.6	5.3	5.2	5.0	4.9	4.8	4.7	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0	4.0	3.9
11	9.4	7.1	6.2	5.6	5.3	5.0	4.8	4.7	4.5	4.4	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4
12	9.3	6.9	5.9	5.4	5.0	4.8	4.6	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4	3.4	3.3
13	9.0	6.7	5.7	5.2	4.8	4.6	4.4	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.2	3.1
14	8.8	6.5	5.5	5.0	4.7	4.4	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0
15	8.6	6.3	5.4	4.9	4.5	4.3	4.1	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8
16	8.5	6.2	5.2	4.7	4.4	4.2	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7
17	8.4	6.1	5.1	4.6	4.3	4.1	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6
18	8.2	6.0	5.0	4.5	4.2	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5	3.3	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5
19	8.1	5.9	5.0	4.5	4.1	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4
20	8.0	5.8	4.9	4.4	4.0	3.8	3.7	3.6	3.4	3.3	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4
21	8.0	5.7	4.8	4.3	4.0	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.1	3.0	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3
22	7.9	5.7	4.8	4.3	3.9	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3
23	7.8	5.6	4.7	4.2	3.9	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2	3.0	2.9	2.7	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2
24	7.8	5.6	4.7	4.2	3.9	3.6	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2
25	7.7	5.5	4.6	4.1	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1
30	7.5	5.3	4.5	4.0	3.7	3.4	3.3	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0
40	7.3	5.1	4.3	3.8	3.5	3.2	3.1	2.9	2.8	2.6	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8
60	7.0	4.9	4.1	3.6	3.3	3.1	2.9	2.8	2.7	2.5	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
120	6.8	4.7	3.9	3.4	3.1	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5
∞	6.6	4.6	3.7	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3

† This table is reproduced from M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of Percentage Points of the Inverted Beta (F) Distribution," *Biometrika*, Vol. 33 (1943), by Permission of the Biometrika Trustees.

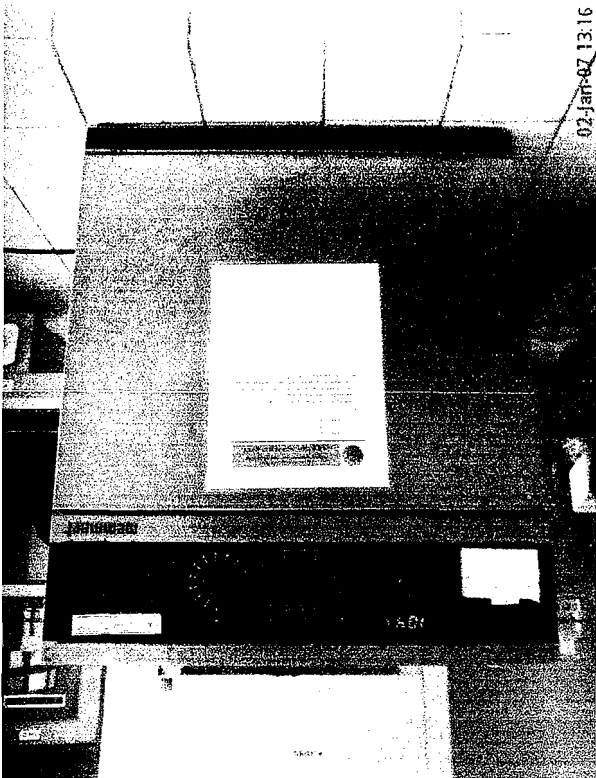
KEMPA



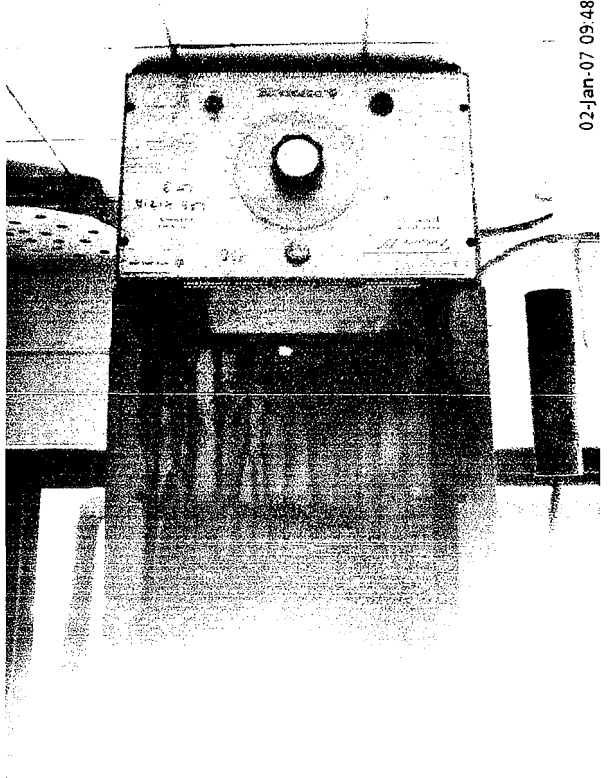
BOM KALORIMETER



OVEN



THERMOLYNE



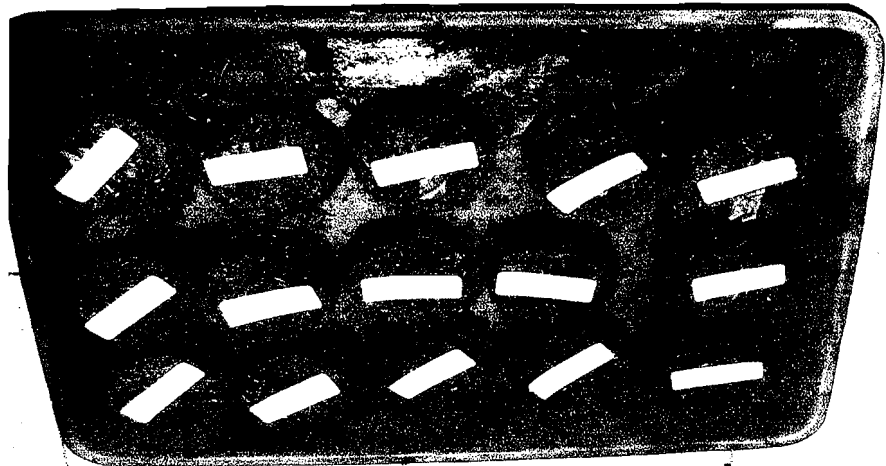
02-Jan-07 13:16

02-Jan-07 09:48

TUNGGU PEMBAKARAN



ARANG BRIKET



OGALITH

