



SKRIPSI - TK 091383

**PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI
BRIKET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF
DENGAN PROSES KARBONISASI DAN NON-
KARBONISASI**

Oleh :

**Yunus Zarkati Kurdiawan
NRP. 2310 100 083**

**Makayasa Erlangga
NRP. 2310 100 140**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP. 1959 07 30 1986 03 2001**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2014**



THESIS - TK 091383

***UTILIZATION OF RICE HUSK WASTE INTO
BRIQUETTES AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE
WITH CARBONIZATION AND NON CARBONIZATION
PROCESS***

By :

**Yunus Zarkati Kurdiawan
NRP. 2310 100 083**

**Makayasa Erlangga
NRP. 2310 100 140**

Advisor

**Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP. 1959 07 30 1986 03 2001**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2014**

PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI BRIKET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DENGAN PROSES KARBONISASI DAN NON-KARBONISASI

Nama Mahasiswa/NRP : Yunus Zarkati Kurdiawan / 2310100083
Makayasa Erlangga / 2310100140
Jurusan : Teknik Kimia FTI-ITS
Nama Pembimbing : Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng

ABSTRAK

Saat ini kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat dan terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak dan gas yang harganya terus meningkat dan ketersediaan yang semakin menipis. Hal ini memaksa manusia untuk mencari sumber energi alternatif untuk mengganti bahan bakar minyak dan gas. Di sisi lain, Indonesia adalah salah satu produsen dan konsumen padi (*Oryza sativa L.*) terbesar karena padi merupakan makanan pokok Indonesia. Fakta ini menunjukkan pula besarnya hasil samping dari produksi padi di Indonesia, yaitu sekam padi. Sekam padi merupakan limbah organik yang jumlahnya terus meningkat dan menyebabkan masalah yang serius bila tidak ada penanganannya. Namun sekam padi selain sifatnya sebagai limbah juga memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 3300-3600 kkal/kg. Berdasarkan tingginya nilai kalor dari sekam padi tersebut, maka bahan ini dapat dijadikan sebagai alternatif bahan bakar, yaitu briket. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi terbaik dan karakteristik briket dari sekam padi yang terdiri dari *heating value*, *volatile matters*, kadar air, kadar abu, dan kuat tekan dengan proses karbonisasi dan non karbonisasi. Pada penelitian ini, briket terbaik adalah briket karbonisasi dengan perbandingan variabel perekat 80:20 yang

memiliki nilai *heating value* sebesar 5190 kkal/kg, kadar air sebesar 7,381%, nilai *volatile matters* sebesar 45,714%, nilai kadar abu sebesar 15,635% , dan nilai kuat tekan sebesar 0,269 kg/cm²

Kata kunci : briket, karbonisasi, tepung tapioka, sekam padi

UTILIZATION OF RICE HUSK WASTE INTO BRIQUETTES AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE WITH CARBONIZATION AND NON-CARBONIZATION PROCESS

Name of Student/NRP : Yunus Zarkati Kurdiawan / 2310100083
Makayasa Erlangga / 2310100140
Major : Teknik Kimia FTI-ITS
Advisor : Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng

ABSTRACT

Nowadays needs and energy consumption continues rising and focusing on oil and gas which are non renewable energy and its cost rising any time. This statement forces us to find another alternative fuel to replace oil and gas needs. In the other hand, Indonesia is one of the largest producer and consumer of rice (*Oryza sativa L.*) because rice is Indonesian primary food. This fact represents the large production of rice byproduct, rice husk. Rice husk is organic waste which continues growing and may causes serious problem if not effectively handled. Furthermore, good value of rice husk is its high heating value between 3300-3600 kkal/kg. Based on the high heating value of rice husk, this materials can be used as an alternative fuel, briquettes. The aim of this research is to find out the best composition and characteristic of rise husk briquettes that consists of heating value, volatile matters, moisture content, ash content, and the compressive strength on carbonization and non-carbonization processes. In this research, the best briquettes is carbonization briquettes with the ratio of rice husk and starch variable of 80:20 that have the heating value of 5190 kcal/kg, moisture content value is 7,381%, volatile matters value is

45,714%, ash content value is 15,635%, and tensile strength value is 0,269 kg/cm²

Key word : *briquettes, carbonization, rice husk, starch*

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan skripsi dengan judul:

**PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI
BRIKET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF
DENGAN PROSES KARBONISASI DAN
NON-KARBONISASI**

Penyusun:

**Yunus Zarkati Kurdiawan
Makayasa Erlangga**

**2310100083
2310100140**

**Surabaya, Juli 2014
Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP. 1959 07 30 1986 03 2001**

Mengetahui,

**Kepala Laboratorium Pengolahan Limbah Industri
Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS**



**Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP. 1959 07 30 1986 03 2001**

**Pemanfaatan Limbah Sekam Padi menjadi Briket sebagai
Sumber Energi Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Non-
Karbonisasi**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Yunus Zarkati Kurdiawan

NRP. 2310 100 083

Makayasa Erlangga

NRP. 2310 100 140

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng (Pembimbing)

2. Prof. Dr. Ir. Nonot Soewarno, M.Eng (Penguji I)

3. Dr. Lailatul Qadariyah, ST, MT (Penguji II)

4. Ir. Nuneek Hendrianto, ST (Penguji III)



Surabaya,

Juli 2014

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia yang dicurahkan kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul :

PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI BRIKET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DENGAN PROSES KARBONISASI DAN NON-KARBONISASI

Dengan ini kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan skripsi ini yaitu :

1. Allah SWT atas berkah berupa ilmu, kesehatan dan anugerahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini tepat waktu.
2. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng selaku ketua jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
3. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng selaku kepala laboratorium Pengolahan Limbah Industri jurusan Teknik Kimia FTI-ITS serta selaku dosen pembimbing kami
4. Bapak Setiyo Gunawan, ST.,PhD selaku koordinator Tugas Akhir dan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
5. Bapak dan Ibu dosen penguji
6. Seluruh civitas akademika jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
7. Rekan-rekan laboratorium Pengolahan Limbah Industri, serta teman se-Angkatan atas dukungan dan kerjasamanya
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini

Kami menyadari bahwa laporan skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat kami perlukan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah	2
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Energi Terbarukan	5
II.2 Biomassa.....	6
II.3 Batubara.....	8
II.4 Sekam Padi	10
II.5 Briket Arang	11
II.6 Proses Pembuatan Briket	12
II.7 Parameter Kualitas Briket.....	13
II.8 Proses Karbonisasi.....	14
II.9 Bahan Perekat	15
II.10 Hasil Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Variabel Penelitian	19
III.1.1 Kondisi Operasi.....	19
III.1.2 Variabel yang dipelajari	19
III.2 Besaran yang diukur.....	19
III.3 Bahan Penelitian.....	20
III.4 Peralatan Penelitian	20
III.4.1 Peralatan Pembuatan Briket	20
III.4.1 Peralatan Analisa Briket	20
III.5 Prosedur Penelitian.....	20

III.5.1 Tahap Persiapan.....	20
III.5.2 Tahap Percobaan.....	22
III.5.3 Tahap Analisa	23
III.6 Diagram Alir Proses	28
III.6.1 Metode Non-Karbonisasi.....	28
III.6.2 Metode Karbonisasi	23
III.7 Gambar Alat	30
III.8 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	30
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Pembuatan Briket	31
IV.2 Hasil Uji Bahan dan Mutu Briket.....	31
IV.2.1 Analisa Kadar Air.....	32
IV.2.2 Analisa <i>Volatile Matter</i>	33
IV.2.3 Analisa Kadar Abu	34
IV.2.4 Analisa <i>Fixed Carbon</i>	35
IV.2.5 Analisa <i>Heating Value</i>	36
IV.2.6 Analisa Waktu Penyalaan.....	38
IV.2.7 Analisa Lama Pembakaran	39
IV.2.8 Analisa Kuat Tekan	40
IV.3 Analisa Ekonomi	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan.....	47
V.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii
APPENDIKS A	
APPENDIKS B	
APPENDIKS C	
LAMPIRAN (Riwayat Hidup Penulis)	

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Potensi energi alternatif Indonesia.....	6
Tabel II.2 Perbandingan sifat batubara dan biomassa	9
Tabel II.3 Standar kualitas briket batubara.....	9
Tabel II.4 Komposisi kimia sekam padi.....	10
Tabel II.5 Penelitian terdahulu	16
Tabel III.1 Jadwal pelaksanaan penelitian.....	30
Tabel IV.1 Hasil uji komposisi sekam padi.....	31
Tabel IV.2 Perbandingan standar kualitas briket hasil penelitian, briket arang kayu sesuai SNI dan batubara	44
Tabel IV.3 Kebutuhan bahan baku dan biaya pembuatan 1kg briket.....	45

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Grafik pertumbuhan konsumsi energi di Indonesia	5
Gambar III.1 Alat pencetak briket.....	30
Gambar IV.1 Kadar air briket tiap variabel bahan perekat.....	32
Gambar IV.2 Kadar <i>volatile matter</i> briket tiap variabel bahan perekat.....	33
Gambar IV.3 Kadar abu briket tiap variabel bahan perekat ...	34
Gambar IV.4 <i>Fixed carbon</i> briket tiap variabel bahan perekat	35
Gambar IV.5 <i>Heating value</i> briket tiap variabel bahan perekat	36
Gambar IV.6 Waktu penyalaan briket tiap variabel bahan perekat	38
Gambar IV.7 Lama pembakaran briket tiap variabel bahan perekat	39
Gambar IV.8 Kuat tekan briket tiap variabel bahan perekat ...	41
Gambar IV.9 Optimasi nilai kalori dan kuat tekan pada tiap variabel briket.....	42
Gambar IV.10 Perbandingan parameter briket pada variabel rasio perekat 80:20	43
Gambar IV.11 Perbandingan parameter briket pada variabel rasio perekat 80:20	43

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi terfokus kepada penggunaan bahan bakar fosil yang cadangannya kian menipis sedangkan pada sisi lain terdapat sejumlah energi alternatif lain yang bisa dikembangkan antara lain energi matahari, energi angin, energi panas bumi, energi biomassa dan lain sebagainya. Diantara sumber-sumber energi alternatif tersebut, energi biomassa merupakan sumber energi yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya.

Biomassa adalah salah satu energi alternatif yang berpotensi besar di Indonesia. Kuantitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan secara maksimal penggunaannya. Indonesia sebagai negara agraris banyak menghasilkan limbah pertanian yang merupakan biomassa. Limbah pertanian yang merupakan biomassa tersebut dapat dijadikan sumber energi alternatif yang melimpah. Salah satu limbah pertanian tersebut adalah sekam padi. Berdasar data BPS tahun 2013 produksi padi di Indonesia sebesar 69,72 juta ton. Produksi yang besar akan menimbulkan limbah sekam padi yang besar pula, tercatat 17,23 juta ton limbah sekam padi yang dihasilkan pada tahun 2013. Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunungan sekam yang semakin lama semakin tinggi. Saat ini pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit sehingga sekam tetap menjadi produk limbah yang mengganggu lingkungan. Limbah tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif yang disebut briket.

Oleh karena itu perlu dikembangkan pembuatan briket dalam upaya pemanfaatan limbah sekam padi. Disamping itu, terdapat beberapa kelebihan yang didapatkan dengan mengolah

bahan bakar menjadi briket. Pertama, cara pembuatan briket relatif mudah, murah, dan tidak memakan waktu yang lama. Kedua, daya panas yang dihasilkan dari pembakaran briket tidak kalah dengan bahan bakar fosil. Disamping itu, briket memiliki kemampuan penyebaran bara api yang baik, tidak mudah padam, dan tidak membutuhkan energi lain untuk membuat pembakaran dapat menyala stabil. Untuk mencapai hal tersebut dilakukan penelitian untuk menghasilkan briket yang berkualitas baik, ramah lingkungan, dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Adanya pemanfaatan sekam padi menjadi briket, diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan, memberikan alternatif sumber bahan bakar yang dapat diperbarui dan bermanfaat untuk masyarakat.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Menipisnya sumber cadangan fosil dunia sehingga perlu mencari sumber energi alternatif salah satunya adalah briket.
2. Melimpahnya limbah biomassa dari pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal khususnya sekam padi.
3. Menciptakan lingkungan bersih dengan mengurangi timbunan limbah padat sekam padi di area pertanian.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui rasio terbaik bahan perekat untuk pembuatan briket dari sekam padi.
2. Mengetahui nilai heating value dan kuat tekan briket dari sekam padi untuk berbagai variabel penelitian.
3. Mengetahui efektifitas waktu bakar tiap 1 kg briket untuk berbagai variabel penelitian.

I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tentang pembuatan briket dari sekam padi sebagai energi alternatif untuk meningkatkan nilai tambah dari sekam padi serta menciptakan lingkungan bersih dari limbah sekam padi di sekitar area pertanian.

I.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah :

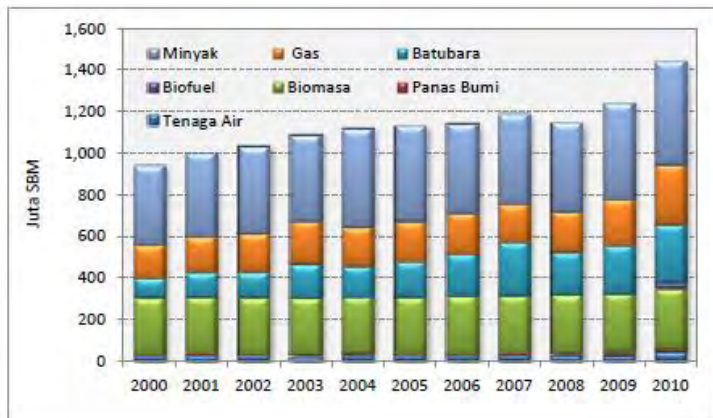
1. Bahan yang digunakan untuk membuat briket adalah sekam padi.
2. Proses yang digunakan adalah proses karbonisasi dan non karbonisasi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Energi Terbarukan

Pemakaian bahan bakar fosil mengalami peningkatan seiring dengan laju penduduk. Di sisi lain cadangan bahan bakar fosil kian menipis dengan harga yang tidak stabil dan isu-isu bahwa bahan bakar fosil menjadi penyebab pemanasan global serta kerusakan lingkungan. Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi yang cukup tinggi di dunia. Konsumsi energi primer Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat, dari 940,04 juta SBM (setara barrel minyak) pada tahun 2000 menjadi 1440,22 juta SBM pada 2010 atau meningkat rata-rata 5,6% per tahun (Gambar II.1).



Gambar II.1 Pertumbuhan konsumsi energi di Indonesia
(Sumber : Buku perencanaan efisiensi dan elastisitas energi 2012)

Dari Gambar II.1 dapat dilihat bahwa minyak bumi merupakan sumber terbesar yang digunakan. Padahal saat ini Indonesia hanya memiliki cadangan terbukti minyak 3,7 miliar barel atau 0,3% dari cadangan terbukti dunia, dengan potensi cadangan energi fosil yang sudah terbatas dan semakin menipis,

pemenuhan kebutuhan energi akan menghadapi kendala yang besar. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pencarian energi alternatif dengan pengembangan sumber energi terbarukan. Berikut merupakan data potensi energi alternatif Indonesia (Tabel II.1) .

Tabel II.1 Potensi energi alternatif Indonesia

Energi Terbarukan	Potensi	Kapasitas Terpasang
Tenaga air	75,6 GW	4200 MW
Panas bumi	27 GW	807 MW
Mini/Mikrohidro	712 MW	206 MW
Biomassa	49,81 GW	445 MW
Energi Surya	4,8 kWh/m ² /hari	8 MW
Energi Angin	3-6 m/detik	0,6 MW

(Sumber : ”Statistik Ekonomi Energi Indonesia”, Pusat Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral)

Jika melihat potensi energi alternatif yang begitu besar pada Tabel II.1, sudah selayaknya pengembangan bidang energi terbarukan menjadi prioritas utama agar krisis energi tidak terjadi di Indonesia.

II.2 Biomassa

Biomassa adalah campuran material organik yang kompleks biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti fosfor, kalsium, besi dan sodium.

(Silalahi, 2000)

Data dari pusat informasi ESDM pada tabel II.1, biomassa memiliki cadangan sebesar 49,81 GW atau setara 255 juta barrel minyak bumi. Potensi biomassa ini sangat besar apabila dijadikan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak, khususnya untuk kebutuhan energi rumah

tangga mensubstitusi penggunaan minyak tanah, kayu bakar dan LPG. Berikut adalah berbagai jenis sumber energi biomassa:

1. Biomassa cair

Biomassa cair biasanya berbentuk bioalkohol seperti metanol, etanol dan biodiesel. Biodiesel dapat digunakan pada kendaraan diesel modern dengan sedikit atau tanpa modifikasi dan dapat diperoleh dari limbah sayur dan minyak hewani serta lemak. Tanaman seperti jagung, gula bit, tebu, dan beberapa jenis rumput dibudidayakan untuk menghasilkan bioetanol sedangkan biodiesel dihasilkan dari tanaman atau hasil tanaman yang mengandung minyak (kelapa sawit, kopra, biji jarak, alga) dan telah melalui berbagai proses seperti esterifikasi.

2. Biomassa padat

Penggunaan biomassa padat biasanya langsung dalam bentuk padatan, baik kayu bakar atau tanaman yang mudah terbakar. Tanaman dapat dibudidayakan secara khusus untuk pembakaran atau dapat digunakan untuk keperluan lain seperti diolah di industri tertentu dan limbah hasil pengolahan yang bisa dibakar dijadikan bahan bakar. Pembuatan briket biomassa juga menggunakan biomassa padat, di mana bahan bakunya bisa berupa potongan atau serpihan biomassa padat mentah atau yang telah melalui proses tertentu seperti pirolisis untuk meningkatkan persentase karbon dan mengurangi kadar airnya.

3. Biogas

Berbagai bahan organik yang dapat melepaskan gas mudah terbakar baik secara proses biologis dengan fermentasi maupun secara fisika-kimia dengan gasifikasi. Biogas dapat dengan mudah dihasilkan dari berbagai limbah dari industri yang ada saat ini seperti produksi kertas, produksi gula, kotoran hewan peternakan, dan sebagainya. Berbagai aliran limbah diencerkan dengan air dan dibiarkan secara alami terfermentasi untuk menghasilkan gas metana.

Residu dari aktivitas fermentasi ini adalah pupuk yang kaya nitrogen, karbon, dan mineral.

(Donald, 2004)

II.3 Batubara

Batubara adalah mineral organik yang terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendapa kemudian mengalami perubahan bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun. Oleh karena itu batubara termasuk dalam kategori bahan bakar fosil. Batubara tergolong dari mineral organik karena berasal dari materi organik yaitu selulosa. Dari tinjauan beberapa senyawa dan unsur yang terbentuk pada saat proses coalification (proses pembatubaraan), maka dapat dikenal beberapa jenis batubara yaitu:

1. Antrasit adalah kelas batu bara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (*luster*) metalik, mengandung antara 86% - 98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.
2. Bituminus mengandung 68% - 86% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya.
3. Sub-bituminus mengandung sedikit karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
4. Lignit atau batu bara coklat adalah batu bara yang sangat lunak yang mengandung air 35-75% dari beratnya.
5. Gambut, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah.

(World Coal Institute, 2005)

Perbandingan sifat batubara dan biomassa ditunjukkan pada tabel II.2

Tabel II.2 Perbandingan sifat batubara dan biomassa

No	Sifat	Batubara	Biomassa
1.	Kadar volatile	Rendah <50 %	Lebih tinggi >50%
2.	Kadar C tetap	Tinggi	Rendah
3.	Kadar abu	Sedang	Tergantung jenis bahan
4.	Nilai Kalor	Tinggi	Sedang, tergantung jenis dan kadar airnya

(Saptoadi, 2004)

Batubara dapat dijadikan briket yang biasa disebut briket batubara. Briket batubara adalah bahan bakar padat yang terbuat dari batubara dengan sedikit campuran seperti jerami, ampas tebu, dan molases. Briket batubara mampu menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah maupun LPG dalam rumah tangga.

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral ada beberapa standar kualitas briket batubara seperti pada tabel II.3 .

Tabel II.3 Standar kualitas briket batubara

No	Jenis Briket Batubara	Moisture content (%)	Volatile matter (%)	Nilai panas (kkal/kg)	Ketahanan terhadap beban (kg/cm^2)
1.	Briket batubara terkarbonisasi Jenis batubara muda	Maks 20	Maks 15	Min 4000	Min 60
2.	Briket batubara terkarbonisasi Jenis bukan batubara muda	Maks 7,5	Maks 15	Min 5500	Min 60

No	Jenis Briket Batubara	Moisture content (%)	Volatile matter (%)	Nilai panas (kkal/kg)	Ketahanan terhadap beban (kg/cm ²)
3.	Briket batubara tanpa karbonisasi	Maks 12	Sesuai batubara	Min 4400	Min 65
4.	Briket bio batubara	Maks 15	Sesuai bahan baku	Min 4400	Mn 65

(Sumber : Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 047 Tahun 2006, standar kualitas Briket Batubara)

II.4 Sekam Padi

Sekam adalah bagian dari bulir padi-padian (*serealia*) berupa lembaran kering bersisik yang melindungi bagian dalam bulir padi. Pada proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butir padi dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan bahan bakar. Ditinjau data komposisi kimiawi, sekam mengandung beberapa unsur kimia penting seperti dapat dilihat pada tabel II.4.

Tabel II.4 Komposisi Kimia Sekam Padi

Komponen	Persentase Kandungan (%)
Kadar Air	9,02
Protein Kasar	3,03
Lemak	1,18
Serat Kasar	35,68
Abu	17,71
Karbohidrat	33,71

(Suharno, 1979)

Sekam memiliki *bulk density* 125kg/m³, nilai kalori antara 3300-3600 kkal/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU

(Houston, 1972).

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20%-30% dari bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan. Oleh karena itu pemilihan bahan sekam padi ini untuk mendayagunakan dan meningkatkan nilai ekonomi sekam. Selain itu penggunaan sekam padi sebagai energi dapat mengurangi penggunaan bahan bakar minyak maupun gas. Untuk lebih memudahkan diversifikasi penggunaan sekam, maka sekam perlu dipadatkan menjadi bentuk yang lebih sederhana, praktis dan tidak voluminous. Bentuk tersebut adalah briket sekam. Briket sekam dapat dengan mudah untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang tidak berasap dengan nilai kalori yang cukup tinggi.

II.5 Briket Arang

Arang adalah bahan padat berpori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur C. Sebagian besar dari pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen dan sulfur

(Ketaran, 1980).

Briket adalah suatu bahan berupa serbuk potongan-potongan kecil yang dipadatkan dengan menggunakan mesin press dengan dicampur bahan perekat sehingga menjadi bentuk solid. Perubahan ukuran material tersebut dilakukan melalui proses penggumpalan dengan penekanan dan penambahan atau tanpa penambahan bahan pengikat.

Syarat mutu briket arang kayu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) meliputi :

1. Kadar air maksimal 8%
2. Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C maksimal 15%
3. Kadar abu maksimal 8%
4. Kalori (atas dasar berat kering) minimal 5000 kkal/kg

II.6 Proses Pembuatan Briket

Proses pembuatan briket merupakan suatu usaha mendapatkan ukuran dan kekuatan briket sesuai dengan kebutuhan. Pembriketan berkaitan dengan proses penggumpalan dan pemadatan partikel arang dengan partikel bahan pengikat, serta antar partikel bahan pengikat sendiri. Pembriketan suatu material pada umumnya terdiri dari beberapa tahap :

1. Penyiapan bahan dasar untuk briket
2. Penggerusan serta penyaringan arang sehingga diperoleh suatu bentuk homogen.
3. Pencampuran bahan pengikat yang berfungsi meningkatkan kekuatan briket.
4. Pembriketan dengan memberikan tekanan pada bahan dengan menggunakan cetakan sehingga diperoleh briket dengan ukuran dan kualitas tertentu.
5. Pengeringan agar diperoleh briket yang benar-benar kering.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas briket yaitu :

1. Tekanan pembriketan

Adonan antara arang dengan bahan perekat dimasukkan di dalam cetakan dengan tekanan yang cukup agar briket padat dan tidak mudah pecah atau hancur. Pemberian tekanan pada briket dapat mengakibatkan pemadatan atau pengecilan volume sehingga luas persinggungan atau luas kontak diperbesar dan memungkinkan terjadinya ikatan antar partikel yang lebih baik.

2. Ukuran partikel arang

Dalam pembuatan briket, serbuk arang harus diperhatikan kehalusannya. Biasanya ukuran serbuk antara 40-80 mesh.

(Widyawati, 2006)

3. Bahan perekat

Arang yang sudah hancur kemudian dicampur dengan sedikit perekat agar bahan campuran dapat digumpalkan, dengan pemakaian perekat maka tekanan yang diperlukan akan jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan briket tanpa memakai bahan perekat.

II.7 Parameter Kualitas Briket

1. Kalori

Nilai kalori briket sangat berpengaruh pada efisiensi pembakaran briket. Makin tinggi nilai kalori briket makin bagus kualitas briket tersebut karena efisiensi pembakarannya tinggi.

(Hartoyo dan Roliadi, 1978)

2. Kadar air

Briket yang berkadar air tinggi akan membutuhkan udara lebih banyak untuk mengeringkan briket tersebut sehingga briket sulit terbakar. Kadar air yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap pembakaran karena panas yang dihasilkan oleh briket akan menguapkan air terlebih dahulu.

(Hartoyo dan Roliadi, 1978)

3. Kandungan zat terbang (*volatile matters*)

Bagian dari briket yang berubah menjadi zat terbang bila briket tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu 950°C disebut kandungan zat terbang atau *volatile matter*. Kadar *volatile matter* $\pm 40\%$ pada pembakaran akan memperoleh nyala yang panjang dan akan memberikan asap yang

banyak namun kadar volatile matter rendah antara 15-25% akan lebih disenangi dalam pemakaiannya karena asap yang dihasilkan lebih sedikit.

(Syamsiro dan Harwin, 2007).

4. Kadar abu

Semua briket mempunyai kandungan zat anorganik yang dapat ditentukan jumlahnya sebagai berat yang tinggal apabila briket dibakar secara sempurna. Zat yang tinggal ini disebut abu. Abu briket sekam padi sebagian besar berasal dari silika yang dikandungnya

(Prasad dan Maiti, 2001).

II.8 Proses Karbonisasi

Karbonisasi biomassa atau yang lebih dikenal dengan pengarangkan adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa serta menghasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam. Prinsip karbonisasi adalah pemanasan suatu material biomassa pada temperatur relatif tinggi tanpa oksigen yang cukup untuk terbakar (jumlah oksigen dibatasi) serta menghasilkan arang dan karbon sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile matter* sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya.

Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan suhu yang tepat akan menentukan kualitas arang. Berdasarkan kisaran suhunya, proses karbonisasi dapat dibagi menjadi :

1. Karbonisasi suhu rendah dimana suhunya berkisar antara 450°C - 700°C .
2. Karbonisasi suhu menengah dimana suhunya berkisar antara 700°C - 900°C .
3. Karbonisasi suhu tinggi dimana suhunya berkisar antara 900°C - 1175°C .

II.9 Bahan Perekat

Bahan perekat adalah bahan pencampur pada pembuatan briket yang terdiri dari bahan perekat organik dan anorganik yang dapat menahan dua benda. Penambahan perekat bertujuan untuk menarik air dan membentuk tekstur antara dua substrat yang akan direkatkan.

Jenis bahan perekat :

1. Bahan perekat organik adalah bahan pencampur pada pembuatan briket yang dapat merembes ke dalam permukaan dengan cara teradsorpsi sebagian ke dalam pori-pori atau celah yang ada, antara lain seperti molase dan larutan kanji (pati tapioka).
2. Bahan perekat anorganik adalah bahan pencampur pada pembuatan briket yang berfungsi sebagai perekat antar permukaan partikel-partikel yang tidak reaktif (*inert*) serta berfungsi sebagai stabilizer selama pembakaran, antara lain seperti natrium silikat.

Semakin besar jumlah pengikat maka semakin meningkatkan kekuatan dari briket sampai batas tertentu. Bahan baku yang sudah menjadi arang, persentase pengikat dalam briket kurang lebih 5% sedangkan untuk bahan baku yang masih mentah bisa mencapai 30%.

(Hartoyo dan Roliadi, 1978)

Kekuatan rekat dipengaruhi oleh sifat perekat, alat yang digunakan, serta teknik perekatan. Pemberian tekanan disamping akan memberikan kekuatan rekat yang kuat, juga meratakan bahan pada permukaan dan memasukkan perekat tersebut dalam pori-pori bahan. Faktor yang mempengaruhi pemilihan dan penggunaan bahan perekat antara lain daya serap terhadap air, harga, serta kemudahan mendapatkannya.

II.10 Hasil Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan perbandingan dan mendukung penelitian ini .

Tabel II.5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Nama Jurnal /Judul Penelitian	Hasil
1.	Feri Puji dan Fathul Alim	Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. 2012. Optimasi Kondisi Operasi Pirolisis Sekam Padi Sebagai briket.	Kondisi Optimal : suhu = 390°C (90 menit) Nilai kalor = 5609,453 kal/gram
2.	Dylla Chandra dan Ragil Purwaningsih	Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI- ITS. 2011. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket Sebagai Sumber Energi Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Non-Karbonisasi.	Briket non- karbonisasi dengan perekat sagu nilai kalor = 6883,18 kkal/kg, kadar air = 5,1%, volatile matter = 88,8% , kadar abu = 6,1% , kuat tekan = 0,952kg/cm ² . Briket karbonisasi dengan perekat sagu nilai kalor = 4112,88 kkal/kg, kadar air = 7,1%,

		volatile matter = 77,4% , kadar abu = 15,5% kuat tekan = 0,611 kg/cm ² .
3.	Siti Jamilatun	Jurnal Rekayasa Proses Vol. 2 No. 2 Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta 2008. Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu
		Dibandingkan dengan briket biomassa lain , briket tempurung kelapa memiliki waktu pembakaran paling lama dengan nilai kalor cukup tinggi yaitu sebesar 5.780 kkal/kg, nyala api yang besar dan relatif mudah dinyalakan.
4.	Pallavi.H.V , Srikantaswamy .S, Kiran B.M, Vyshnavi.D.R and Ashwin.C.A	Journal Dept of Environmental Engineering, AIT, Chikmagalur, India. 2013. Briquetting Agricultural Waste as an Energy Source.
		Nilai kalor briket dari bagasse = 10.439 kJ/kg, coffee husk = 11.380 kJ/kg, campuran bagasse dan coffe husk dengan rasio 3:1 = 11.126 kJ/kg .

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Limbah Industri, Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS dengan proses yang digunakan adalah sistem *batch*. Bahan baku pembuatan briket ini yaitu sekam padi yang diperoleh dari Desa Kedondong, Kecamatan Kebonsari, Madiun.

III.1 Variabel penelitian

III.1.1 Kondisi operasi

- Suhu pengeringan : 100°C
- Suhu karbonisasi : 400°C
- Sekam padi : 30 kg
- Perekat : Tepung Tapioka
- Pelapis : Bentonit

III.1.2 Variabel yang dipelajari

- Proses yang digunakan
 - Metode Karbonisasi
 - Metode Non Karbonisasi
- Ratio komposisi arang sekam padi dan bahan perekat
 - 90 : 10
 - 85 : 15
 - 80 : 20
 - 75 : 25
 - 70 : 30

III.2 Besaran yang diukur

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran besarnya heating value briket dengan menggunakan *Calorimeter Bomb*, serta kuat tekan dengan menggunakan *Universal Testing Machine*

III.3 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang perlu disiapkan dalam penelitian ini, antara lain :

- Sekam padi
- Tepung tapioka
- Bentonit

III.4 Peralatan penelitian

III.4.1 Peralatan pembuatan briket

- Oven
- Furnace
- Cetakan briket
- Neraca analitik
- *Sieve screen 60 mesh*
- Alat penumbuk

III.4.2 Peralatan analisa briket

- Oven
- Desikator
- *Calorimeter bomb*
- *Thermo Gravimetric Analyzer*
- *Universal Testing Machine*

III.5 Prosedur penelitian

III.5.1 Tahap persiapan

1. Persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi. Sekam padi yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Desa Kedondong, Kecamatan Kebonsari, Madiun. Sebelum bahan dikeringkan terlebih dahulu dibersihkan dari material-material tidak berguna, seperti batu, dan material logam. Kemudian dilakukan analisa kadar air yang terkandung dalam bahan baku

2. Analisa komposisi bahan baku

Sekam padi terlebih dahulu dianalisa komposisinya menggunakan *Thermo Gravimetric Analyzer* di Balai Riset dan Standarisasi Industri, Kementerian Perindustrian

3. Pengeringan bahan

Bahan baku selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 24 jam. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dari bahan baku

4. Analisa kadar air

Kadar air yang diperbolehkan 7,57%. Sehingga proses pengeringan boleh dihentikan bila analisa kadar air yang diperoleh dibawah 7,57%

5. Tahap pembakaran

Selain metode non-karbonisasi dengan pengeringan biasa, juga digunakan metode karbonisasi yang diperoleh dengan proses karbonisasi yang sebelumnya dikeringkan terlebih dahulu sesuai dengan perlakuan awal. Tahap pembakaran ini menggunakan *furnace* yang diset dengan temperatur 400°C . Prinsip kerja *furnace* membuat proses pembakaran sekam padi tidak langsung berkontak dengan api dan minim oksigen sehingga sekam padi tidak mengalami pembakaran sempurna yang akan menghasilkan abu, tetapi menjadi arang yang masih terdapat energi di dalamnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar

Tahap-tahap karbonisasi secara rinci adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bahan baku yang sudah dikeringkan dan menstabilkan temperatur *furnace* pada 400°C
- Bahan baku dimasukkan ke dalam *furnace* diatas loyang, hindari sekam padi menumpuk terlalu tebal agar pembakaran dapat merata, lalu ditutup rapat

- Melakukan proses karbonisasi selama 15menit
- Bahan yang telah menjadi arang dikeluarkan dari *furnace* lalu disiram dengan air agar tidak terbentuk abu. Kemudian arang basah tersebut dijemur dibawah sinar matahari untuk dikeringkan

6. Penghalusan bahan baku

Arang sekam padi yang telah dikeringkan dihancurkan menggunakan lesung, dan dihaluskan dengan blender hingga mendapatkan serbuk arang sekam padi

7. Penyaringan

Penyaringan dilakukan dengan menggunakan *sieve screen* 60 mesh. Tujuan penyaringan supaya ukuran partikel yang akan dibuat briket homogen. Sedangkan partikel yang tidak lolos dalam proses penyaringan dihaluskan kembali sampai akhirnya didapatkan ukuran partikel yang bisa lolos dalam penyaringan

III.5.2 Tahap percobaan

1. Pencampuran

Bahan baku yang telah ditreatment selanjutnya dicampur dengan bahan adiktif (perekat), sesuai dengan variabel. Pada penelitian ini digunakan tepung tapioka (kanji) sebagai perekat serta ditambah dengan air panas dengan suhu 90°C

2. Pencetakan briket

Setelah bahan baku dan perekat tercampur rata, kemudian bahan baku dicetak dalam cetakan dan dilakukan pengepresan. Pencetakan bertujuan untuk memperoleh bentuk yang homogen, dan mempermudah dalam penggunaannya. Alat cetak terbuat dari besi *stainless steel* berukuran diameter 10cm dengan tinggi

5,5cm. Setelah briket dicetak, permukaan briket diolesi dengan bentonit

3. Pengeringan briket

Briket selanjutnya dikeluarkan dari cetakan dan dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Proses pengeringan bergantung kondisi cuaca. Pengeringan memakan waktu 2-3 hari bila matahari bersinar penuh

III.5.3 Tahap analisa

Briket yang akan dihasilkan pada penelitian ini akan diuji kadar mutunya dari beberapa aspek, antara lain :

a. Analisis kadar air (ASTM D 3172)

1. Cawan porselin dipanaskan dalam *furnace* 500°C selama 1jam. Lalu dimasukkan dalam oven selama 15 menit dan selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit kemudian timbang berat cawan
2. Masukkan sampel yang akan diuji dalam cawan porselin lalu timbang berat cawan dan sampel tersebut
3. Panaskan cawan berisi sampel dalam oven 100°C selama 24 jam agar kadar air total dalam produk benar-benar habis. Selanjutnya cawan berisi sampel tersebut dimasukkan dalam desikator selama 15 menit. Lalu ditimbang
4. Lakukan perhitungan kadar air dengan menggunakan rumus kadar air (%) :

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{[(b - a) - (c - a)]}{(b - a)} \times 100$$

Keterangan :

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel sebelum dioven 100°C selama 24 jam (g)

c = Berat cawan + sampel setelah dioven 100°C selama 24 jam (g)

b. Analisa kadar *volatile matters* (ASTM D 3172)

1. Cawan berisi sampel yang telah dioven 100°C selama 24 jam dimasukkan dalam *furnace* 900°C selama 15 menit. Selanjutnya dimasukkan oven selama 15 menit dan dimasukkan desikator selama 15 menit. Kemudian timbang berat cawan berisi sampel tersebut
2. Lakukan perhitungan kadar *volatile matters* dengan rumus :

$$\text{Volatile matters (\%)} = \frac{[(c - a) - (d - a)]}{(b - a)} \times 100$$

Keterangan :

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel sebelum dioven 100°C selama 24 jam (g)

c = Berat cawan + sampel setelah dioven 100°C selama 24 jam (g)

d = Berat cawan + sampel setelah difurnace 900°C selama 15 menit (g)

c. Analisa kadar abu (ASTM D 3172)

1. Cawan berisi sampel yang telah dioven 100°C selama 24 jam dimasukkan dalam *furnace* 500°C selama 1 jam. Selanjutnya dimasukkan oven selama 15 menit dan dimasukkan desikator selama 15 menit. Kemudian timbang berat cawan berisi sampel tersebut
2. Lakukan perhitungan kadar *abu* dengan rumus :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{[(d - a) - (e - a)]}{(b - a)} \times 100$$

Keterangan :

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel sebelum dioven 100°C selama 24 jam (g)

d = Berat cawan + sampel setelah difurnace 900°C selama 15 menit (g)

e = Berat cawan + sampel setelah difurnace 500°C selama 1 jam (g)

d. Analisa kadar *fixed carbon* (ASTM D 3172)

Analisa kadar *fixed carbon* dihitung dari residu hasil analisis kadar air, *volatile matters*, dan kadar abu, kemudian melakukan perhitungan dengan rumus :

$$\text{fixed carbon (\%)} = 100\% - \text{kadar air} - \text{kadar abu} \\ - \text{volatile matters}$$

e. Analisa *heating value* (ASTM D 2015)

1. Mempersiapkan sampel yang akan diuji nilai kalornya. Sampel yang akan diuji ditimbang 1gram dan dimasukkan ke dalam cawan
2. Mengisi *calorimeter bucket (bomb head)* dengan *dry bucket* yang berisikan sampel dan kawat kalor sebagai sarana kontak api pada sampel. Mengondisikan kawat kalor sampai menyentuh sampel dan jangan sampai menyentuh penyangga kawat kalor
3. Mengisi *calorimeter bucket (bomb head)* dengan oksigen agar terjadi proses pembakaran pada sampel
4. Memasukkan *bucket (bomb head)* ke dalam *calorimeter*, dimana *bucket (bomb head)* dijepit dengan pengangkat pada kedua sisi lubangnya dan memasukkan ke dalam *calorimeter* yang berisikan air secukupnya (air tidak boleh masuk ke dalam *calorimeter bucket / bomb head*). Untuk memasukkan *bomb head* harus dilakukan secara hati-hati agar sampel tidak tumpah. Kemudian menancapkan kabel sebagai pusat penyalaan api pada *terminal sockets* dari *bomb head* sesuai dengan panjang kawat kalor yang digunakan

5. Menutup *jacket* bagian atas *calorimeter*. Menurunkan *stirrer* sampai ke dalam air tapi jangan sampai menyentuh dasar *calorimeter*, kemudian menyelipkan *drive belt* ke dalam *pulley* dan start motor serta aktifkan 1261 *Digital Thermometer*
6. Membiarkan pengadukan berjalan selama 5 menit untuk mencapai keseimbangan sebelum menekan start untuk menjalankan pembakaran, dimana nantinya data yang digunakan untuk menghitung *heating value* akan ditunjukkan pembacaannya tentang waktu dan temperatur oleh alat 1261 *Digital Thermometer*
7. Membaca dan mencatat temperatur pada interval 1-5 menit, kemudian mencatat juga pada saat tombol start ditekan sampai selesai proses pembakaran
8. Setelah pembacaan temperatur pada proses pembakaran yang terakhir, menghentikan motor, memindahkan *drive belt*, dan mengangkat penutup dari *calorimeter*. Membersihkan *thermistor* dan *stirrer* dengan kain pem nbersih, mengangkat *bomb* keluar dari *calorimeter*, dan membersihkan *bomb* dengan handuk pembersih
9. Membuka *knurledknob* dari *bomb head*, dimana untuk melepaskan tekanan gas pada *bomb head* harus dilepaskan dengan cara memutar tutup *bomb head* secara perlahan-lahan, sehingga tekanan gas habis dan tutup *bomb head* terlepas
10. Mencuci semua permukaan bagian dalam dari *bomb head* dengan air suling
11. Menghitung *heating value*

f. Analisa waktu penyalaan

Analisa ini dilakukan dengan cara membakar contoh briket, kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan briket untuk menyala

g. Analisa lama penyalaan

Analisa ini dilakukan dengan cara membakar contoh briket, kemudian menghitung waktu awal briket menyala hingga briket habis menyala

h. Analisa kuat tekan (ASTM C 39)

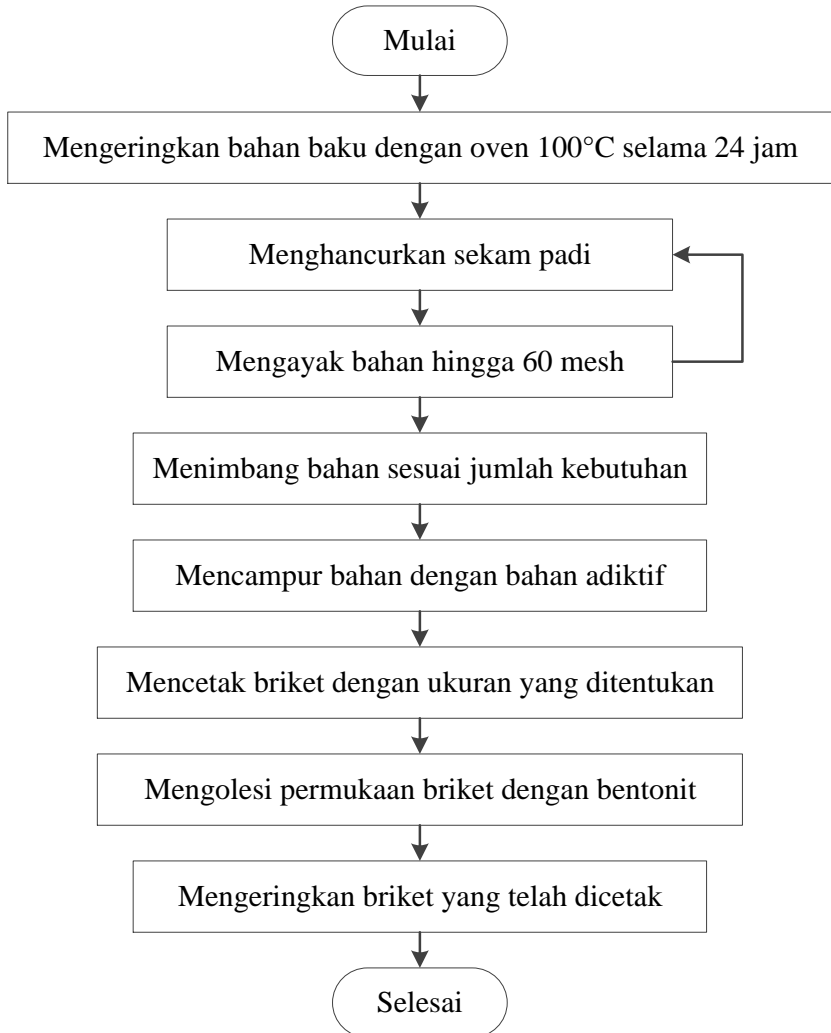
Analisa ini dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* di Laboratorium Struktur Beton dan Bahan Bangunan Teknik Sipil ITS

i. Uji efisiensi termal

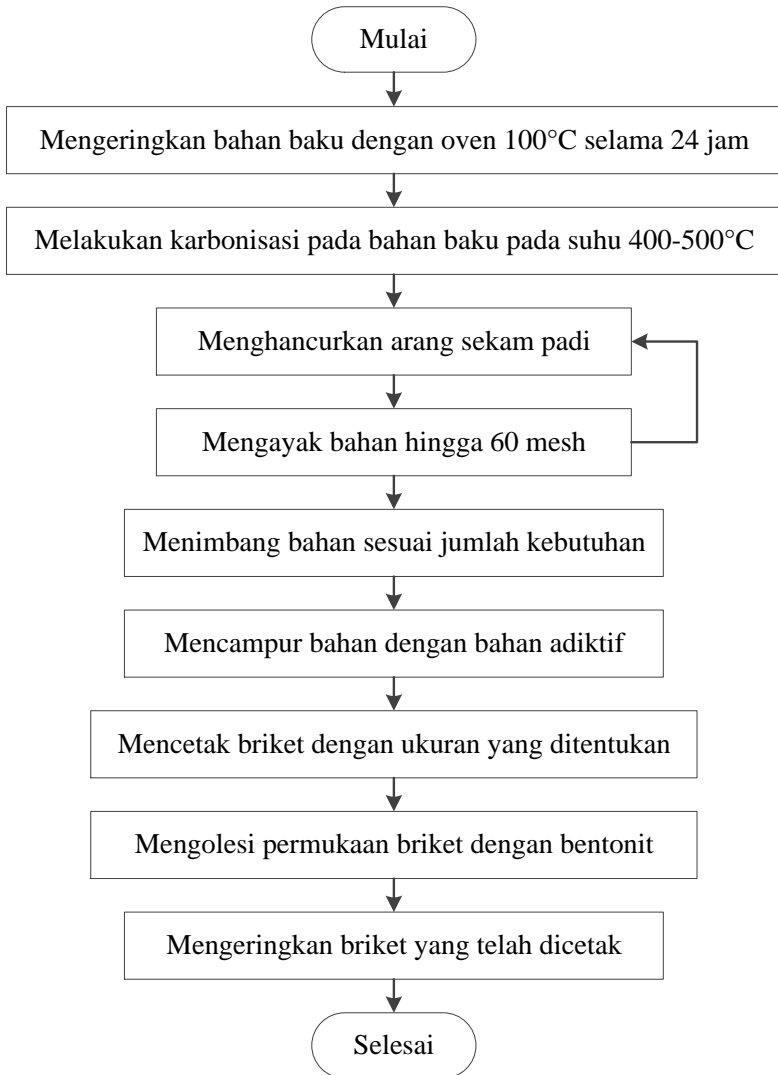
Selanjutnya briket dilakukan pengujian melalui pembakaran secara nyata pada tungku briket yang terbuat dari tanah liat untuk mendapatkan hasil efisiensi pembakaran. Metode yang digunakan untuk pengujian efisiensi termal keseluruhan untuk pembakaran briket pada kompor briket mengacu kepada salah satu metode yang disarankan FAO/RWEDP, 1993a,1993b yaitu metode pengujian pendidihan air.

III.6 Diagram alir proses

III.6.1 Metode Non Karbonisasi



III.6.2 Metode Karbonisasi



III.7 Gambar alat



Gambar III.1 Alat pencetak briket

Keterangan :

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1. Penekan briket | 4. Tuas Hydraulic Pump |
| 2. Tempat input bahan baku | 5. Pressure Gauge |
| 3. Hydraulic Pump | |

III.8 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel III.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	2013	2014					
		Bulan					
	12	1	2	3	4	5	6
1. Studi Literatur							
2. Persiapan Alat dan Bahan							
3. Eksperimen Pembuatan Briket							
4. Analisa Hasil Penelitian							
5. Penulisan Laporan							
6. Seminar dan Publikasi							

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Pembuatan Briket

Pembuatan briket dalam penelitian ini menggunakan bahan baku sekam padi serta tepung kanji sebagai perekat dengan menggunakan metode karbonisasi dan non-karbonisasi. Bahan baku sekam padi diperoleh dari Desa Kedondong, Kecamatan Kebonsari, Madiun.

IV.2 Hasil Uji Bahan dan Mutu Briket

Analisa komposisi kimia dari bahan baku sekam padi

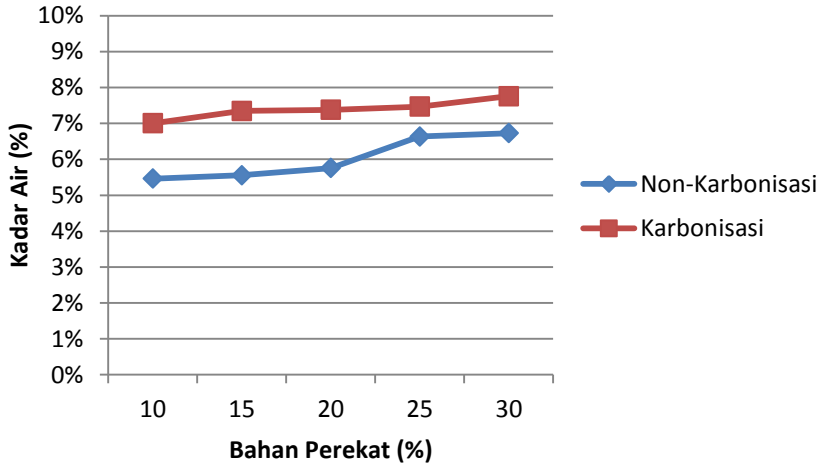
Tabel IV.1 Hasil Uji Komposisi Sekam Padi

Parameter Uji	Hasil Uji (%)
Kadar air	10,84
Kadar abu	27,35
Protein	4,08
Serat Kasar	16,48
Karbohidrat	11,38
Lemak	0,21
Lain-lain	29,66

(Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya)

IV.2.1 Analisa Kadar Air

Analisa kadar air untuk mengetahui kandungan air produk briket. Analisa ini dilakukan dengan memanaskan sampel briket dalam oven dengan temperatur 100°C. Hasil analisa kadar air briket dari sekam padi dapat dilihat pada Gambar IV.1 .

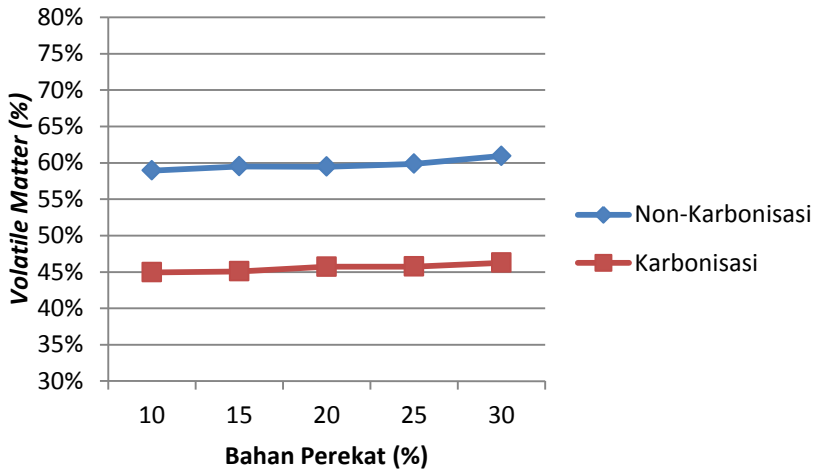


Gambar IV.1 Kadar air briket tiap variabel bahan perekat

Jika dilihat dari Gambar IV.1, kadar air briket menunjukkan kecenderungan pola yang sama yakni semakin tinggi rasio perekat maka semakin tinggi pula kadar air dalam briket. Hal tersebut dapat disebabkan karena penambahan air saat proses pembuatan perekat mempengaruhi peningkatan kadar air dalam briket. Dari Gambar IV.1 juga dapat dilihat bahwa kadar air briket karbonisasi lebih tinggi dari briket non-karbonisasi, hal tersebut disebabkan briket yang telah mengalami karbonisasi mempunyai pori-pori yang lebih besar sehingga sangat mudah menyerap uap air dari udara dan membuat kadar air dalam briket meningkat.

IV.2.2 Analisa *Volatile Matter*

Analisa *volatile matter* dilakukan untuk mengetahui bagian yang hilang dari briket menjadi gas/uap pada saat proses pembakaran dengan suhu 900°C selama 15 menit pada cawan terbuka. Hasil analisa *volatile matter* briket dari sekam padi dapat dilihat pada Gambar IV.2 .



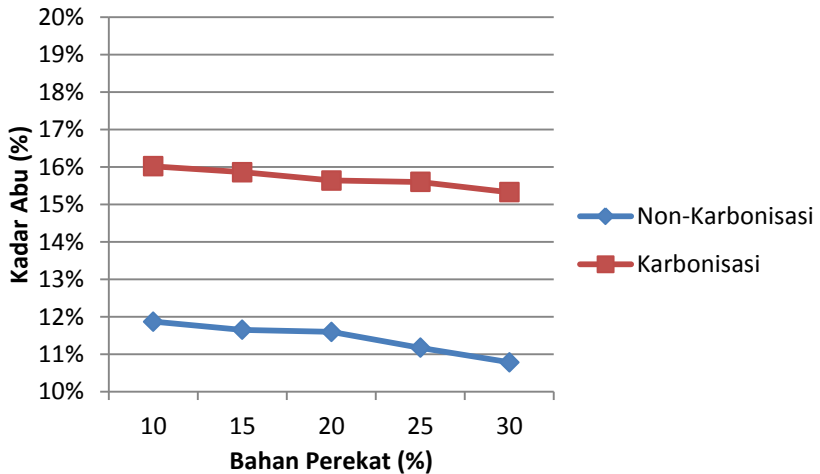
Gambar IV.2 Kadar *volatile matter* briket tiap variabel bahan perekat

Berdasarkan Gambar IV.2, kandungan *volatile matter* dari briket cenderung naik seiring kenaikan rasio bahan perekat. Adanya *volatile matter* dalam bahan perekat menyebabkan briket dengan rasio bahan perekat tertinggi memiliki kandungan *volatile matter* yang tinggi pula. Dari Gambar IV.2, dapat dilihat pula briket yang telah mengalami karbonisasi memiliki *volatile matter* yang lebih rendah daripada briket non-karbonisasi karena zat *volatile matter* dalam bahan baku sekam padi telah teruapkan saat proses karbonisasi. Kandungan *volatile matter* dari briket cenderung lebih besar bila dibanding dengan batu bara yang memiliki kisaran kadar *volatile matter* kurang dari 40%. Ini

dikarenakan pada umumnya biomassa mempunyai kadar *volatile matter* yang lebih tinggi yaitu diatas 50% Briket dengan *volatile matter* yang tinggi akan memiliki kecepatan pembakaran yang semakin tinggi pula, namun asap (polusi) yang ditimbulkan akan semakin banyak sehingga kurang bagus untuk digunakan.

IV.2.3 Analisa Kadar Abu

Abu yang terkandung dalam bahan bakar padat adalah mineral yang tidak dapat terbakar dan tertinggal setelah proses pembakaran dan reaksi-reaksi yang menyertainya selesai. Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar padat karena dapat menurunkan nilai kalor bahan tersebut. Untuk mendapatkan nilai kadar abu, briket yang telah habis kandungan air dan *volatile matter*-nya dibakar dengan temperatur 500°C dalam waktu 1 jam. Hasil analisa kadar abu dapat dilihat pada Gambar IV.3



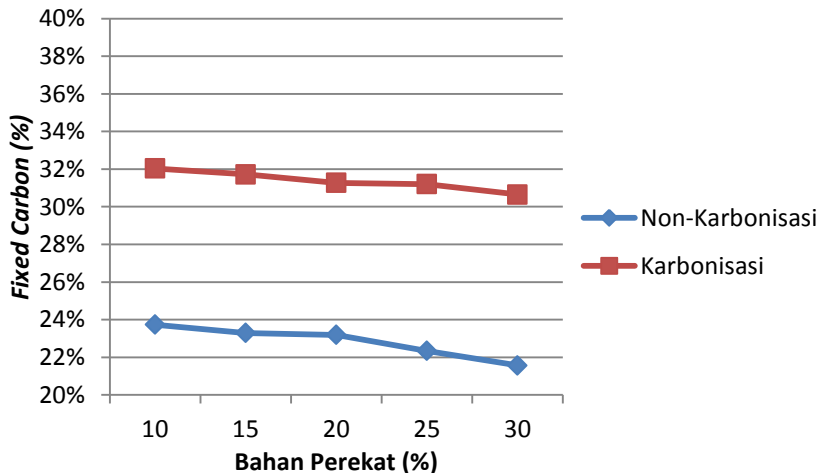
Gambar IV.3 Kadar abu briket tiap variabel bahan perekat

Berdasarkan Gambar IV.3, kadar abu cenderung turun seiring meningkatnya rasio bahan perekat. Kadar abu penelitian ini bila dibandingkan dengan standar kualitas briket batubara

memiliki perbedaan yang relatif tinggi. Dimana briket batubara memiliki standar kadar abu sebesar 5,51%. Hal ini dipengaruhi oleh rendahnya kerapatan dan tingginya kadar perekat yang digunakan. Sesuai dengan pernyataan Sudrajat (1984), briket yang dibuat dari bahan baku berkerapatan rendah akan menghasilkan kadar abu yang tinggi. Hal tersebut dapat terlihat pada briket non-karbonisasi memiliki kadar abu lebih rendah dibanding briket karbonisasi dikarenakan briket non karbonisasi memiliki kerapatan yang lebih tinggi daripada briket karbonisasi. Kadar abu yang dihasilkan briket juga sangat bergantung pada macam bahan dan perekat yang digunakan.

IV.2.4 Analisa *Fixed Carbon*

Fixed carbon adalah komponen yang bila terbakar tidak membentuk gas atau bisa juga disebut kandungan karbon tetap yang terdapat pada bahan bakar padat yang berupa arang. Hasil analisa *fixed carbon* dapat dilihat pada Gambar IV.4

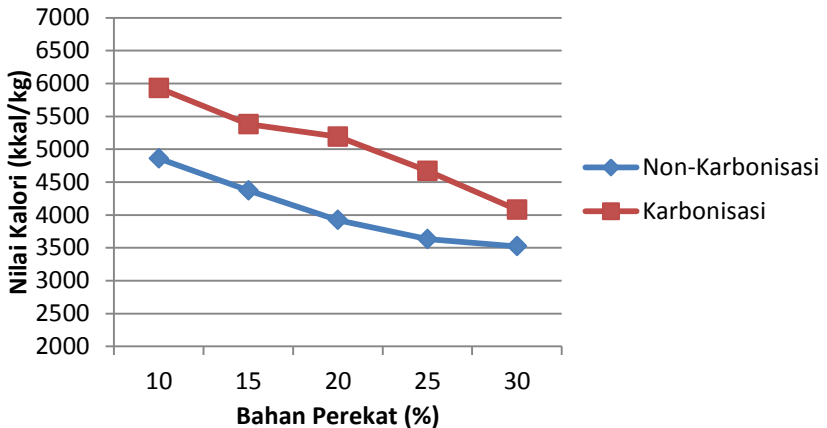


Gambar IV.4 *Fixed carbon* briket tiap variabel bahan perekat

Berdasarkan Gambar IV.4, nilai *fixed carbon* briket cenderung turun seiring kenaikan rasio bahan perekat. Hal tersebut dapat disebabkan karena pengaruh kadar air dan *volatile matter* yang cukup tinggi sehingga menurunkan nilai *fixed carbon* briket. Dari grafik juga dapat diketahui nilai *fixed carbon* briket karbonisasi lebih besar daripada briket non-karbonisasi. Hal tersebut dikarenakan briket karbonisasi memiliki kadar *volatile matter* yang rendah akibat proses karbonisasi. Nilai *fixed carbon* sendiri sangat berpengaruh terhadap nilai kalori briket, semakin tinggi nilai *fixed carbon* maka semakin tinggi pula nilai kalori briket

IV.2.5 Analisa Heating Value

Analisa *heating value* dilakukan untuk mengetahui nilai kalor yang terkandung dalam setiap produk briket. Nilai kalor adalah nilai yang menyatakan jumlah panas yang terkandung dalam bahan bakar. *Heating value* merupakan standar utama untuk bahan bakar. Pengukuran *heating value* dilakukan menggunakan *Bomb Calorimeter*. Hasil analisa *heating value* briket dari sekam padi dapat dilihat pada Gambar IV.5



Gambar IV.5 *Heating value* briket tiap variabel bahan perekat

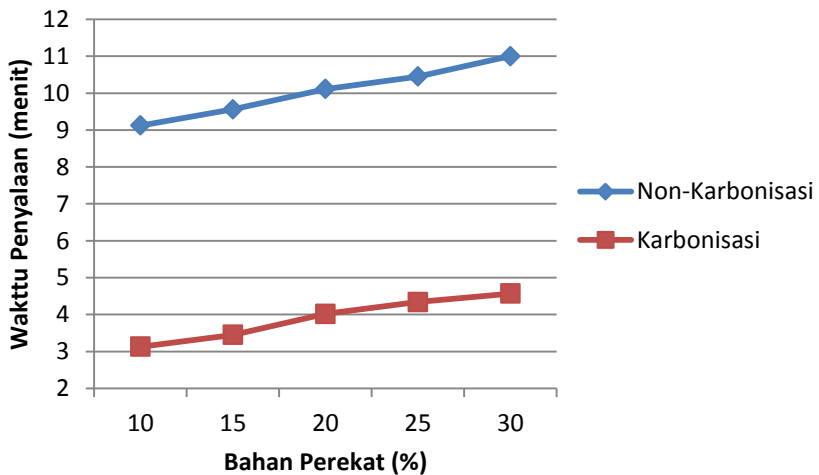
Berdasarkan Gambar IV.5, nilai kalori briket menurun seiring kenaikan rasio bahan perekat. Hal tersebut dapat disebabkan karena semakin banyaknya penambahan bahan perekat, komposisi sekam padi dalam 1 buah briket akan berkurang sehingga nilai kalor dari briket pun menjadi lebih rendah. Selain itu, semakin banyaknya penambahan bahan juga membuat kadar air dalam briket meningkat sehingga menurunkan nilai kalori dari briket. Jika dilihat juga dari grafik di atas nilai kalori dari briket karbonisasi lebih tinggi dari briket non karbonisasi, hal tersebut dikarenakan briket karbonisasi memiliki kandungan *volatile matter* yang rendah serta *fixed carbon* yang tinggi akibat proses karbonisasi sehingga meningkatkan nilai kalori briket. Nilai kalori yang tinggi akan membuat pembakaran lebih efisien karena briket yang diperlukan menjadi lebih hemat.

Dari hasil analisa yang sudah dilakukan nilai kalori bahan sekam padi sebesar 4000 kkal/kg. Kemudian setelah dibentuk briket terjadi kenaikan nilai kalori pada briket non karbonisasi untuk variabel briket dengan perekat yang rendah dan pada briket karbonisasi untuk semua variabel sedangkan briket non-karbonisasi dengan variabel perekat tinggi mengalami penurunan nilai kalori. Nilai kalori briket dapat lebih tinggi dari nilai kalori bahan sekam padi karena adanya penambahan tepung tapioka sebagai perekat. Di sisi lain nilai kalori briket dapat lebih rendah dari nilai kalori bahan sekam padi karena kadar air turut meningkat seiring penambahan bahan perekat seperti pada briket dengan variabel perekat yang tinggi. Oleh karena itu harus dicari perbandingan yang tepat antara sekam padi dan bahan perekat sehingga dapat dihasilkan briket dengan nilai kalori yang tinggi. Hal tersebut bisa didapat dengan melakukan optimasi menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) yang dilakukan dengan bantuan program statistika atau melakukan perhitungan menggunakan persamaan korelasi yang sudah ada dengan cara memasukkan hasil analisa proksimat dan ultimat sampel untuk digunakan sebagai perhitungan nilai kalori

sehingga diperoleh perbandingan variabel yang tepat untuk menghasilkan briket dengan nilai kalori yang tinggi.

IV.2.6 Analisa Waktu Penyalaan

Analisa titik nyala dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan briket untuk menyala. Hasil analisa waktu penyalaan briket dari sekam padi dapat dilihat pada Gambar IV.6

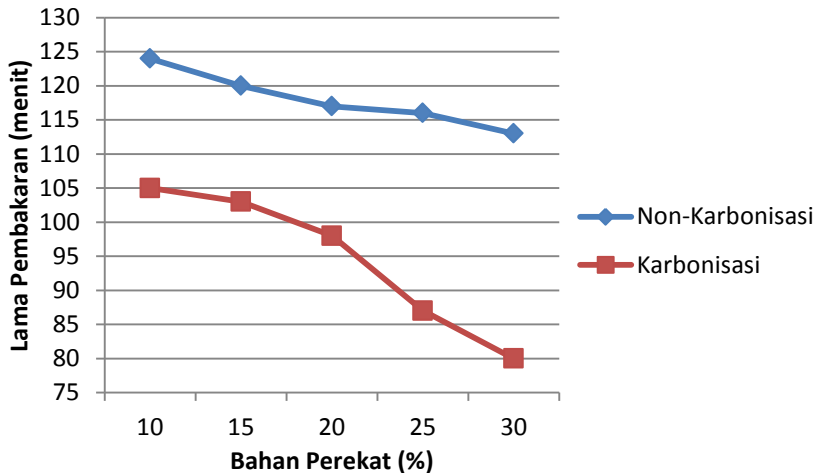


Gambar IV.6 Waktu penyalaan briket tiap variabel bahan perekat

Berdasarkan Gambar IV.6, waktu penyalaan dari briket meningkat seiring penambahan bahan perekat. Hal tersebut dikarenakan briket yang memiliki rasio bahan perekat tinggi memiliki kadar air yang tinggi pula sehingga waktu penyalaan briket lebih lama. Selain itu hal ini dapat disebabkan oleh bentuk yang semakin kompak, rapat, keras, dan berat jenisnya meningkat. Dari Gambar IV.6 juga didapatkan bahwa waktu penyalaan briket karbonisasi lebih cepat dari pada briket non-karbonisasi dikarenakan briket tersebut lebih banyak mengandung *fixed carbon* sehingga lebih cepat menyala saat dibakar.

IV.2.7 Analisa Lama Pembakaran

Analisa lama pembakaran dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan briket terbakar habis menjadi abu. Pada analisa lama pembakaran ini menggunakan sampel briket yang memiliki massa 250 gram. Hasil analisa waktu penyalaan briket dari sekam padi dapat dilihat pada Gambar IV.7



Gambar IV.7 Lama pembakaran briket tiap variabel bahan perekat

Berdasarkan Gambar IV.7, lama waktu pembakaran briket berkurang seiring penambahan rasio bahan perekat. Hal tersebut disebabkan karena briket dengan bahan perekat yang tinggi memiliki *volatile matter* yang tinggi sehingga membuat waktu pembakaran lebih cepat dibandingkan briket dengan rasio bahan perekat yang rendah. Gambar IV.7 juga menunjukkan bahwa briket non-karbonisasi memiliki waktu pembakaran lebih lama dibandingkan briket karbonisasi dikarenakan kerekatan antar partikelnya lebih rapat sehingga membuat briket memiliki waktu pembakaran lebih lama.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi pembakaran suatu bahan bakar padat (Sulistyanto A, 2006) antara lain :

- Ukuran partikel

Salah satu faktor yang mempengaruhi pada proses pembakaran bahan bakar padat adalah ukuran partikelnya. Semakin kecil ukuran partikel dari bahan bakar padat, maka akan semakin cepat pula bahan tersebut untuk terbakar

- Kandungan *volatile matter*

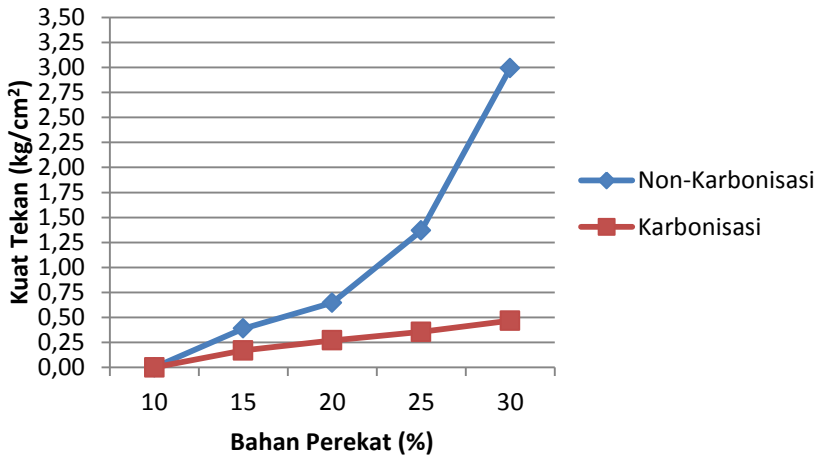
Volatile matter akan mempengaruhi cepat lambatnya suatu bahan padat untuk terbakar. Semakin banyak kandungan *volatile matter* pada suatu bahan bakar padat maka akan semakin mudah bahan bakar padat tersebut untuk terbakar dan menyala

- *Heating value*

Kandungan nilai kalor yang tinggi pada suatu bahan bakar padat akan mempengaruhi pencapaian temperatur yang tinggi pula, sehingga akan mempercepat proses pembakaran

IV.2.8 Analisa Kuat Tekan

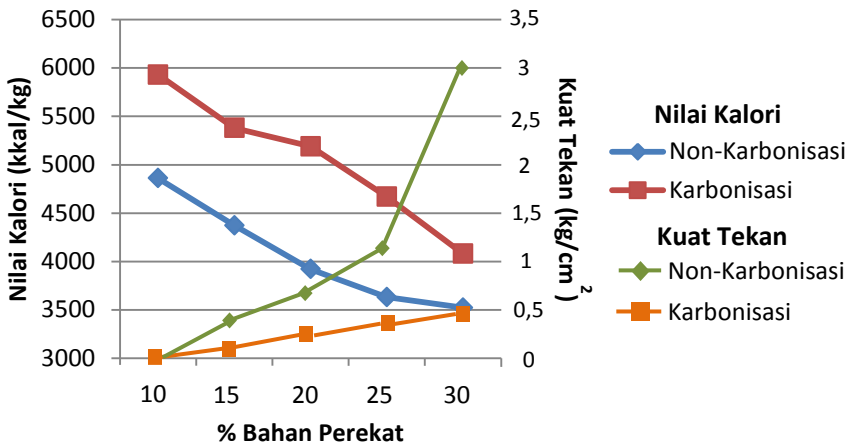
Analisa kuat tekan briket dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya tahan briket yang berpengaruh pada saat pengemasan, pengangkutan dan pemasarannya. Briket yang mempunyai nilai kuat tekan tinggi menunjukkan briket tersebut tidak mudah pecah. Hasil analisa kuat tekan briket dari sekam padi dapat dilihat pada Gambar IV.8 .



Gambar IV.8 Kuat tekan briket tiap variabel bahan perekat

Berdasarkan Gambar IV.8, nilai kuat tekan briket meningkat seiring dengan kenaikan rasio bahan perekat. Hal ini dikarenakan briket dengan rasio bahan perekat yang besar akan meningkatkan gaya adhesi antar partikel bahan sehingga nilai kuat tekan dari briket menjadi lebih besar pula. Kemudian berdasarkan grafik briket non-karbonisasi memiliki nilai kuat tekan lebih besar daripada briket karbonisasi dikarenakan bahan dari briket non -karbonisasi dapat merekat kuat sehingga ketahanan dari briket menjadi lebih besar terhadap tekanan. Dari hasil penelitian ini briket dengan rasio bahan perekat terendah (90:10) sangat rapuh dan mudah hancur sehingga tidak memiliki nilai kuat tekan meskipun mempunyai nilai kalori yang tinggi.

Dari hasil penelitian yang didapat selanjutnya dilakukan optimasi untuk mencari variabel komposisi briket terbaik. Hasil terbaik ditunjukkan oleh briket dengan variabel rasio bahan dan perekat sebesar 80:20 seperti pada Gambar IV.9 .

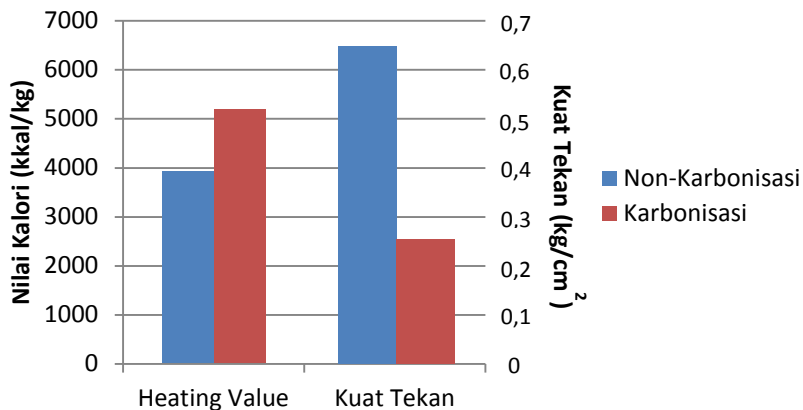


Gambar IV.9 Optimasi nilai kalori dan kuat tekan pada tiap variabel briket

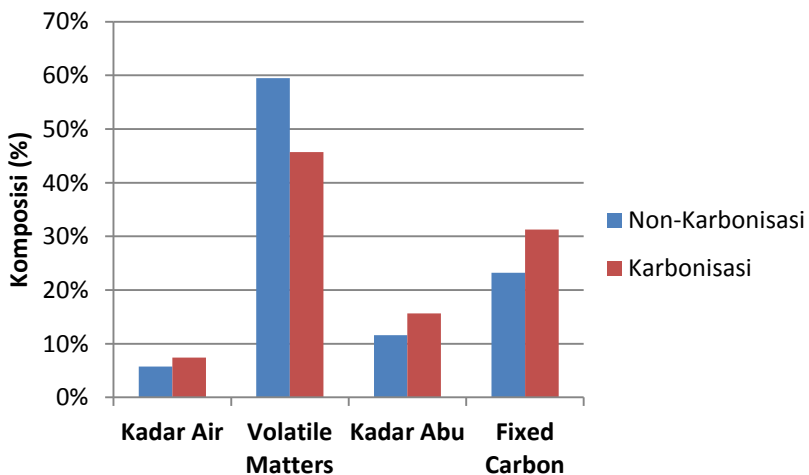
Briket dengan variabel rasio bahan dan perekat sebesar 80:20 mempunyai hasil *heating value* cukup besar serta kuat tekan yang cukup baik. Bila dibandingkan dengan variabel perekat yang lebih rendah, *heating value* dari briket akan lebih besar namun kuat tekan dari briket tersebut sangatlah kecil dan rapuh sehingga tidak dapat membentuk sebuah briket. Begitu pula dengan variabel perekat yang lebih tinggi, kuat tekan dari briket cukup besar namun memiliki *heating value* yang kecil.

Selanjutnya dari segi proses yang digunakan, briket karbonisasi lebih unggul dibandingkan non-karbonisasi. Ini dikarenakan nilai kalor yang cukup besar dan hasil uji pembakaran yang baik, walaupun dari segi proses pembuatan dan nilai kuat tekannya cenderung lebih baik menggunakan proses non-karbonisasi. Kemudian dari beberapa parameter uji lainnya juga menunjukkan bahwa briket karbonisasi dengan variabel bahan dan perekat sebesar 80:20 menghasilkan hasil yang baik. Berikut merupakan perbandingan briket karbonisasi dan non-karbonisasi dengan variabel rasio bahan dan perekat sebesar

80:20 untuk beberapa parameter uji ditunjukkan pada Gambar IV.10 dan IV.11 .



Gambar IV.10 Perbandingan parameter briket pada variabel rasio perekat 80:20



Gambar IV.11 Perbandingan parameter briket pada variabel rasio perekat 80:20

Briket hasil penelitian ini diharapkan memiliki standar kualitas yang bagus sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan bakar. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan perbandingan antara briket hasil penelitian ini dengan standar kualitas batubara dari PT. Bukit Asam dan briket arang kayu SNI. Dari beberapa parameter yang ada dapat dikatakan hasil penelitian briket dengan proses karbonisasi sudah mendekati nilai standar kualitas tersebut sehingga dimungkinkan menjadi alternatif pengganti bahan bakar atau campuran bahan bakar batubara. Berikut perbandingan hasil penelitian dengan batubara dan briket arang kayu sesuai pada Tabel IV.2 .

Tabel IV.2 Perbandingan standar kualitas briket hasil penelitian, briket arang kayu sesuai SNI dan batubara

Parameter	Briket Sekam Padi Non-Karbonisasi	Briket Sekam Padi Karbonisasi	Briket Arang Kayu SNI	Batubara (PT. Bukit Asam)
Nilai kalor (kkal/kg)	3922	5190	5000	6900
Kadar air (%)	5,758	7,381	< 8	12
Volatile matter (%)	59,459	45,714	< 15	36,5
Kadar Abu (%)	11,594	15,635	< 8	<8
Kuat tekan (kg/cm²)	0,646	0,269	-	20

IV.3 Analisa Ekonomi

Bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat 1 kg briket dengan perbandingan bahan perekat 80:20

Tabel IV.3 Kebutuhan Bahan Baku dan Biaya Pembuatan 1kg Briket

Harga Bahan Baku			
Bahan Baku	Kebutuhan (kg)	Harga per kg (Rp)	Jumlah (Rp)
Sekam Padi	1	60	60
Tepung Tapioka	0,25	6500	1625
Bentonit	0,01	4000	40
Jumlah			1725

Jasa dan Maintenance Alat		
Keterangan	Biaya per kg briket (Rp)	Jumlah (Rp)
Jasa	100	100
Air + Listrik	125	125
Maintenance Alat	50	50
Jumlah		275
Total		2000

Berdasarkan referensi, batu bara yang berasal dari PT. Bukit Asam memiliki nilai kalori sebesar 6900 kkal/kg. Bila dibandingkan dengan briket sekam padi karbonisasi yang memiliki nilai kalori sebesar 5190 kkal/kg, maka dapat ditentukan untuk mengganti batu bara sebagai bahan bakar alternatif dibutuhkan briket sekam padi karbonisasi sebanyak 1,33 kg. Sehingga didapatkan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan briket tersebut seharga Rp 2660. Harga ini sangat jauh lebih mahal dibandingkan harga batu bara PT. Bukit Asam yang

seharga Rp 830. Maka dapat disimpulkan bahwa briket sekam padi karbonisasi ini tidak layak untuk menggantikan batu bara sebagai bahan bakar alternatif skala industri.

Namun untuk alternatif bahan bakar skala industri pengganti batu bara dapat menggunakan sekam padi murni. Sekam padi murni memiliki nilai kalori sekitar 4000 kkal/kg. Sehingga untuk menggantikan batu bara, dibutuhkan sekam padi sebanyak 1,725 kg. Bila sekam padi memiliki harga Rp 60/kg, maka harga sekam padi untuk menggantikan 1kg batu bara adalah Rp 103,5. Hal ini menunjukkan sekam padi murni layak untuk menggantikan batu bara sebagai bahan bakar alternatif. Namun, kekurangan dari penggunaan sekam padi secara langsung sebagai bahan bakar alternatif adalah polusi yang dihasilkan jauh lebih besar. Sehingga perlu adanya investasi alat baru untuk mereduksi polusi yang dihasilkan

Sedangkan untuk bahan bakar alternatif skala rumah tangga, bila briket sekam padi karbonisasi dibandingkan dengan 1 kg LPG. LPG memiliki nilai kalori sekitar 1120 kkal/kg sehingga dibutuhkan briket sebanyak 2,158 kg untuk menggantikan LPG. Harga produksi untuk membuat briket sebanyak 2,158 kg briket adalah Rp 4316. Dibandingkan LPG yang memiliki harga 5000/kg, briket sekam padi karbonisasi ini dapat dikatakan layak untuk menggantikan LPG sebagai bahan bakar alternatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Briket sekam padi terbaik hasil penelitian ini adalah briket karbonisasi dengan variabel sekam padi : perekat sebesar 80 : 20 .

2. Nilai kalori dan kuat tekan briket :
Metode non karbonisasi
Variabel sekam padi : perekat = 80 : 20 mempunyai nilai kalori = 3922 kkal ; kuat tekan = $0,646 \text{ kg/cm}^2$
Metode karbonisasi
Variabel sekam padi : perekat = 80 : 20 mempunyai nilai kalori = 5190 kkal ; kuat tekan = $0,269 \text{ kg/cm}^2$

3. Lama pembakaran briket :
Metode non karbonisasi
Variabel sekam padi : perekat = 80 : 20 mempunyai lama pembakaran 117 menit
Metode karbonisasi
Variabel sekam padi : perekat = 80 : 20 mempunyai lama pembakaran 98 menit

V.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan variasi campuran bahan baku atau perekat yang lain untuk mendapatkan karakteristik briket yang lebih baik, serta mencari temperatur dan waktu ideal proses karbonisasi untuk dapat memaksimalkan hasil karbonisasi dari bahan baku

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- BadanPengkajian dan Penerapan Teknologi. 2012. Buku Perencanaan Efisiensi dan Elastisitas Energi. BPPT Press: Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. Standar Mutu Briket Arang Kayu (SNI 01-6235-2000). Jakarta.
- Budiarto, A. 2012. Pemanfaatan Limbah Kulit Biji Nyamplung untuk Bahan Bakar Briket Bioarang sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* Vol. 1, No 1, Halaman 165-174. Semarang.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2006. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025*. Jakarta.
- Donald, L. 2004. *Biomass for Renewable Energy and Fuels*. Encyclopedia of Energy published by Elsevier. Illinois, United States.
- Hartoyo, A. dan Roliadi ,H. 1978. Percobaan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu, Laporan Penelitian hasil Hutan, Report No. 103. Bogor.
- Houston, D.F. 1972. *Rice Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemist. Minnesota.
- Ketaran ,S.G. 1980. *Petunjuk Praktik Pengolahan Hasil Pertanian 3*. Depdikbud. Jakarta.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2006. *Pedoman Pemanfaatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*.
- Prasad C.S and Maiti K.N. 2001. Effect of Rice Husk Ash in Whiteware Compositions. *Ceramic International*.
- Saptoadi, H. 2004. The best composition of coalbiomass briquettes. A two day Collaboration Workshop on Energy, Enviromental, and New Trend in Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering Brawijaya University. Malang.
- Silalahi. 2000. *Penelitian Pembuatan Briket Kayu dari Serbuk Grgajian Kayu*. Bogor.

- Sriharti dan Takiyah Salim. 2011. Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Karakterisasi Briket Limbah Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn), vol 34. Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna LIPI. LIPI press: Subang.
- Syamsiro, M dan Harwin Saptoadi. 2007. Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat. Yogyakarta.
- Widyawati, Prima. 2006. Pengembangan Abu Bagase dan Blotong Sebagai Bahan Baku Briket. Universitas Brawijaya. Malang.
- World Coal Institute. 2005. The Coal Resource A Comprehensive Overview Of Coal. London.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Yunus Zarkati Kurdiawan atau yang akrab dipanggil “Yunus” merupakan anak kedua dari pasangan Bambang Sapto Priyono dan Siti Aisyah. Penulis dilahirkan di kota Palembang pada tanggal 13 November 1992. Penulis mengawali pendidikan formal pertamanya di SD Negeri Dr. Sutomo VI Surabaya. Kemudian melanjutkan pendidikan menengahnya di SMP Negeri 6 Surabaya, dan melanjutkan ke jenjang pendidikan

akhirnya di SMA Negeri 1 Surabaya. Pada tahun 2010 penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikannya dengan memilih jurusan Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan nomor pokok mahasiswa 2310100083. Penulis yang tertarik dengan lingkungan hidup ini memutuskan untuk melakukan penelitiannya di laboratorium Pengolahan Limbah Industri dengan penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Sekam Padi menjadi Briket sebagai Sumber Energi Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Non-Karbonisasi”**

No. HP : 081703321428
Email : yunuszarkati@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Surabaya pada tanggal 22 Juli 1992. Anak kedua dari dua bersaudara ini, mengawali pendidikan dasarnya di SD Nurul Ulum Surabaya. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 3 Surabaya. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Surabaya. Pada tahun 2010 setelah lulus dari SMA, penulis memutuskan untuk memilih Jurusan Teknik Kimia sebagai

background pendidikan sarjananya dengan nomor pokok mahasiswa 2310100140. Penulis yang tertarik dengan bidang pengolahan limbah akhirnya memilih Laboratorium Pengolahan Limbah Industri sebagai laboratorium penelitian skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Briket Sebagai Sumber Energi Alternatif Dengan Proses Karbonisasi Dan Non-Karbonisasi”**

No. HP : 085648396235

Email : makayasa.erlangga@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

APPENDIKS A

CARA PERHITUNGAN ANALISA

1. Analisa kadar air (ASTM D 3172)

Contoh perhitungan analisa kadar air briket non-karbonisasi

- Briket dengan rasio sekam padi dan bahan perekat 90 : 10

Keterangan :

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel sebelum dioven 100°C selama 24 jam (g)

c = Berat cawan + sampel setelah dioven 100°C selama 24 jam (g)

Diketahui : a = 32,37 gram

b = 38,41 gram

c = 38,08 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar air (\%)} &= \frac{[(b-a)-(c-a)]}{(b-a)} \times 100 \\ &= \frac{[(38,41-32,37)-(38,08-32,37)]}{(38,41-32,37)} \times 100 \\ &= 5,464 \%\end{aligned}$$

2. Analisa kadar *volatile matters* (ASTM D 3172)

Contoh perhitungan analisa *volatile matters* briket non-karbonisasi

- Briket dengan rasio sekam padi dan bahan perekat 90 : 10

Keterangan :

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel sebelum dioven 100°C selama 24 jam (g)

c = Berat cawan + sampel setelah dioven 100°C selama 24 jam (g)

d = Berat cawan + sampel setelah difurnace 900°C selama 15 menit (g)

Diketahui :
a = 32,37 gram
b = 38,41 gram
c = 38,08 gram
d = 34,52 gram

$$\begin{aligned}\text{Volatile matters (\%)} &= \frac{[(c-a)-(d-a)]}{(b-a)} \times 100 \\ &= \frac{[(38,08-32,37)-(34,52-32,37)]}{(38,41-32,37)} \times 100 \\ &= 58,94 \%\end{aligned}$$

3. Analisa kadar abu (ASTM D 3172)

Contoh perhitungan analisa kadar abu briket non-karbonisasi

- Briket dengan rasio sekam padi dan bahan perekat 90 : 10
Keterangan :

a = Berat cawan kosong (g)

b = Berat cawan + sampel sebelum dioven 100°C selama 24 jam (g)

d = Berat cawan + sampel setelah difurnace 900°C selama 15 menit (g)

e = Berat cawan + sampel setelah difurnace 500°C selama 1 jam (g)

Diketahui : a = 32,37 gram
b = 38,41 gram
d = 34,52 gram
e = 30,94 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu (\%)} &= \frac{[(d-a)-(e-a)]}{(b-a)} \times 100 \\ &= \frac{[(34,52-32,37)-(30,94-32,37)]}{(38,41-32,37)} \times 100 \\ &= 11,865 \%\end{aligned}$$

4. Analisa *fixed carbon* (ASTM D 3172)

Contoh perhitungan analisa kadar air briket non-karbonisasi

- Briket dengan rasio sekam padi dan bahan perekat 90 : 10

$$\begin{aligned}\text{Fixed carbon (\%)} &= 100\% - \text{kadar air} - \text{kadar abu} \\ &\quad - \text{kadar } \textit{volatile matters} \\ &= 100\% - 5,464\% - 11,865\% \\ &\quad - 58,94\% \\ &= 23,73\%\end{aligned}$$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

APPENDIKS B HASIL ANALISA

1. Proses Non-Karbonisasi

a. Data Analisa Kadar Air

No	Ratio Bahan (%)	Sebelum dioven		Setelah dioven	Kadar Air (%)
		Berat cawan (gram)	berat cawan+sample (gram)	berat cawan+sample (gram)	
		a	b	c	
1.	90 : 10	32,37	38,41	38,08	5,464
2.	85 : 15	32,36	39,2	38,82	5,556
3.	80 : 20	32,39	40,9	40,41	5,758
4.	75 : 25	32,35	38,23	37,84	6,633
5.	70 : 30	32,37	40,1	39,58	6,727

b. Data Analisa Kadar *Volatile Matters*

No	Ratio Bahan (%)	Berat Cawan (gram)	Sebelum difurnace 900 °C	Setelah difurnace 900 °C	Kadar Volatile Matter (%)
			berat cawan+sample (gram)	berat cawan+sample (gram)	
			a	c	
1.	90 : 10	32,37	38,08	34,52	58,940
2.	85 : 15	32,36	38,82	34,75	59,503
3.	80 : 20	32,39	40,41	35,35	59,459
4.	75 : 25	32,35	37,84	34,32	59,864
5.	70 : 30	32,37	39,58	34,87	60,931

c. Data Analisa Kadar Abu

No	Ratio Bahan (%)	Berat Cawan (gram)	Sebelum difurnace	Setelah difurnace	Kadar abu (%)
			500 °C	500 °C	
		berat cawan+sample (gram)	berat cawan+sample (gram)		
a	d	e			
1.	90 : 10	32,37	34,52	30,94	11,865
2.	85 : 15	32,36	34,75	30,77	11,647
3.	80 : 20	32,39	35,35	30,42	11,594
4.	75 : 25	32,35	34,32	31,04	11,168
5.	70 : 30	32,37	34,87	30,70	10,781

d. Data Analisa Fixed Carbon

No	Ratio Bahan (%)	Kadar Air (%)	Kadar Volatile Matter (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Fixed Carbon (%)
1.	90 : 10	5,464	58,940	11,865	23,73
2.	85 : 15	5,556	59,503	11,647	23,29
3.	80 : 20	5,758	59,459	11,594	23,19
4.	75 : 25	6,633	59,864	11,168	22,34
5.	70 : 30	6,777	60,931	10,781	21,56

e. Data Analisa Heating Value

No	Ratio Bahan (%)	Nilai Kalori (kkal/kg)
1.	90 : 10	4860
2.	85 : 15	4373
3.	80 : 20	3922
4.	75 : 25	3631
5.	70 : 30	3523

f. Data Analisa Waktu Penyalaan

No	Ratio Bahan (%)	Waktu Penyalaan (menit)
1.	90 : 10	9,12
2.	85 : 15	9,56
3.	80 : 20	10,11
4.	75 : 25	10,45
5.	70 : 30	11

g. Data Analisa Lama Pembakaran

No	Ratio Bahan (%)	Lama Pembakaran (menit)
1.	90 : 10	124
2.	85 : 15	120
3.	80 : 20	117
4.	75 : 25	116
5.	70 : 30	113

h. Data Analisa Kuat Tekan

No	Ratio Bahan (%)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	kg.force	Luas Silinder	Konversi (kg/cm ²)
1.	90 : 10	10	5,5	0	329,7	0
2.	85 : 15	10	5,5	128	329,7	0,388232
3.	80 : 20	10	5,5	213	329,7	0,646042
4.	75 : 25	10	5,5	451	329,7	1,36791
5.	70 : 30	10	5,5	987	329,7	2,993631

2. Proses Karbonisasi

a. Data Analisa Kadar Air

No	Ratio Bahan (%)	Sebelum dioven		Setelah dioven	Kadar Air (%)
		Berat cawan (gram)	berat cawan+sample (gram)	berat cawan+sample (gram)	
		a	b	c	
1.	90 : 10	26,27	31,41	31,05	7,004
2.	85 : 15	26,28	32,27	31,83	7,346
3.	80 : 20	26,28	30,48	30,17	7,381
4.	75 : 25	26,27	32,83	32,34	7,470
5.	70 : 30	26,29	33,12	32,59	7,760

b. Data Analisa Kadar *Volatile Matters*

No	Ratio Bahan (%)	Berat Cawan (gram)	Sebelum difurnace 900 °C	Setelah difurnace 900 °C	Kadar Volatile Matter (%)
			berat cawan+sample (gram)	berat cawan+sample (gram)	
		a	c	d	
1.	90 : 10	26,27	31,05	28,74	44,942
2.	85 : 15	26,28	31,83	29,13	45,075
3.	80 : 20	26,28	30,17	28,25	45,714
4.	75 : 25	26,27	32,34	29,34	45,732
5.	70 : 30	26,29	32,59	29,43	46,266

c. Data Analisa Kadar Abu

No	Ratio Bahan (%)	Berat Cawan (gram)	Sebelum difurnace 500 °C	Setelah difurnace 500 °C	Kadar abu (%)
			berat cawan+sample (gram)	berat cawan+sample (gram)	
		a	d	e	
1.	90 : 10	26,27	28,74	24,62	16,018
2.	85 : 15	26,28	29,13	24,38	15,860
3.	80 : 20	26,28	28,25	24,97	15,635
4.	75 : 25	26,27	29,34	24,22	15,600
5.	70 : 30	26,29	29,43	24,20	15,325

d. Data Analisa Fixed Carbon

No	Ratio Bahan (%)	Kadar Air (%)	Kadar Volatile Matter (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Fixed Carbon (%)
1.	90 : 10	7,004	44,942	16,018	32,04
2.	85 : 15	7,346	45,075	15,860	31,72
3.	80 : 20	7,381	45,714	15,635	31,27
4.	75 : 25	7,470	45,732	15,600	31,20
5.	70 : 30	7,760	46,266	15,325	30,65

e. Data Analisa Heating Value

No	Ratio Bahan (%)	Nilai Kalori (kkal/kg)
1.	90 : 10	5930
2.	85 : 15	5380
3.	80 : 20	5190
4.	75 : 25	4670
5.	70 : 30	4080

f. Data Analisa Waktu Penyalaan

No	Ratio Bahan (%)	Waktu Penyalaan (menit)
1.	90 : 10	3,13
2.	85 : 15	3,45
3.	80 : 20	4,02
4.	75 : 25	4,34
5.	70 : 30	4,57

g. Data Analisa Lama Pembakaran

No	Ratio Bahan (%)	Lama Pembakaran (menit)
1.	90 : 10	105
2.	85 : 15	103
3.	80 : 20	98
4.	75 : 25	87
5.	70 : 30	80

h. Data Analisa Kuat Tekan

No	Ratio Bahan (%)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	kg.force	Luas Silinder	Konversi (kg/cm ²)
1.	90 : 10	10	5,5	0	329,7	0
2.	85 : 15	10	5,5	56	329,7	0,169851
3.	80 : 20	10	5,5	89	329,7	0,269942
4.	75 : 25	10	5,5	117	329,7	0,354868
5.	70 : 30	10	5,5	154	329,7	0,467091

APPENDIKS C GAMBAR PENELITIAN

1. Sekam Padi



2. Tepung Tapioka



3. Briket Karbonisasi



4. Briket Non-Karbonisasi



5. Alat Pencetak Briket

