



**PENGARUH VARIASI CAMPURAN ARANG SERABUT
KELAPA DENGAN ARANG SEKAM PADI TERHADAP LAJU
PEMBAKARAN BRIKET**

skripsi

disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Prodi Pendidikan Teknik Mesin

oleh

Abide Sito Mura

5201410041

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa tulisan di dalam skripsi atau tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri. Bukan merupakan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 30 Januari 2015



Abide Sito Mura
NIM 5201410041


HALAMAN PENGESAHAN

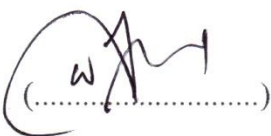
Skripsi ini diajukan oleh:


Nama : Abide Sito Mura
NIM : 5201410041
Program studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
Judul : Pengaruh Variasi Campuran Aranag Serabut Kelapa dengan Arang Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran Briket

Telah dipertahankan didepan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.


Panitia Ujian,

Ketua : Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd. (.....) 
NIP. 196209131991021001

Sekretaris : Wahyudi, S.Pd. M.Eng. (.....) 
NIP. 198003192005011001

Pembimbing I : Drs. Wirawan Sumbodo M.T. (.....) 
NIP. 196601051990021002

Penguji Utama : Widi Widayat S.T., M.T (.....) 
NIP. 197408152000031001

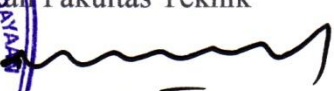
Penguji Kedua : Drs. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd. (.....) 
NIP. 196302131988031001

Ditetapkan di Semarang
Tanggal

: 11 Februari 2015



Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- Hidup ini indah jika saling menghormati dan bersyukur dengan yang ada
- Pecundang dalam kehidupan ialah mereka yang cepat berputus asa dan tak mau bekerja keras
- Jangan tunggu pagi saat sore dan jangan tunggu sore saat pagi.
- Selesaikan pekerjaan dengan cepat agar hemat energi dan kerjakanlah pekerjaan lain dengan sungguh – sungguh.

Persembahan:

Dengan mengucap syukur kepada Allah *Subhanahuwata'alla*, kupersembahkan skripsi ini untuk:

- Ibu dan bapak yang selalu mendoakanku dan memberiku semangat untuk terus bersemangat dan berjuang
- Beberapa orang yang memotivasiku menguatkanmu menyelesaikan skripsi.
- Kawan - kawan PTM 2010.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji kehadirat Allah *Subhanahuwata'alla.*, dengan rahmat, dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Campuran Arang Serabut Kelapa dengan Arang Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran Briket” ini dapat terselesaikan dengan baik untuk memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin.

Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terimakasih disampaikan kepada yang terhormat:

- 1.Drs.Wirawan Sumbodo M.T. dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- 2.Prof. Dr. Faturachman, Rektor Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Harlanu, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik.
- 4.Dr. Muhammad Khumaedi M.Pd., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik yang telah memberikan ijin untuk penelitian ini.
5. Wahyudi S.Pd., M.Eng sebagai Ketua Prodi Teknik Mesin.
- 6.Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Semarang, Januari 2015

Penulis

ABSTRAK

Abide Sito Mura. 2014. Pengaruh Variasi Campuran Arang Serabut Kelapa dengan Arang Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran Briket. Drs. Wirawan Sumbodo M.T.

Arang merupakan suatu padatan yang mengandung 85-95% karbon. Arang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang dipanaskan pada suhu tinggi. Pada saat memanaskan bahan-bahan menjadi arang, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi.

Bahan baku yang dapat digunakan sebagai arang berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon, antara lain: kayu, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, serbuk gergaji, dan batu bara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran arang serabut kelapa dan arang sekam terhadap laju pembakaran briket, nilai kalor, dan laju penurunan massa dengan kecepatan udara konstan pada variasi campuran arang serabut kelapa dengan arang sekam padi. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah briket arang serabut kelapa 15 gr dengan arang sekam padi 85 gr (B1), briket arang serabut kelapa 25 gr dengan arang sekam padi 75 gr (B2), briket serabut kelapa 35 gr dengan arang sekam padi 65 gr (B3), briket serabut kelapa 45 gr dengan arang sekam padi 55 gr (B4), briket arang serabut kelapa 55 gr dengan arang sekam padi 45 gr (B5). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah laju pembakaran, nilai kalor, dan laju penurunan massa terhadap kecepatan udara konstan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Laju pembakaran tertinggi pada briket B1 yaitu sebesar 0,0054 kg/jam. Pada briket B5 menghasilkan laju pembakaran terendah yaitu sebesar 0,00011 kg/jam. Pada briket B4 dapat menghasilkan nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 4135,16 kal/gr, sedangkan nilai kalor yang terkecil pada briket B1 yaitu sebesar 3219,64 kal/gr. Pada pengujian laju penurunan massa terhadap kecepatan udara konstan briket B4 waktu yang paling lama untuk melakukan pembakaran pengurangan massa biobriket sebesar 1 gram sampai briket terbakar habis.

Kata kunci: Arang, serabut kelapa, sekam padi, laju pembakaran

ABSTRACT

Abide Sito Mura. 2014. Effect of Variation Charcoal Coconut Fiber Mixed with Rice Husk Charcoal Briquette Against Burning rate. Drs. Wirawan Sumbodo M.T.

Charcoal is a solid containing 85-95% carbon. Charcoal is produced from materials containing carbon are heated at high temperatures. At the time of heating the ingredients become charcoal, endeavored to prevent leakage of air in the room so that the carbon-containing materials are simply carbonized. Raw materials that can be used as charcoal derived from plants, minerals or waste containing carbon, such as: wood, husks, cobs of corn, coconut shell, coconut husk, sugarcane pulp mill, sawdust, and coal.

This study aims to determine the effect of variations in charcoal mixture of coconut fibers and rice husk briquettes for burning rate, calorific value, and the mass loss with constant air velocity variations charcoal mixture of coconut fibers with rice husk. The independent variables used in the study is charcoal coconut fiber 15 g to 85 g of rice husk (B1), charcoal briquettes coconut fibers 25 grams with 75 grams of rice husk (B2), coconut fiber briquette charcoal 35 g to 65 g of rice husk (B3), briquettes coconut fibers 45 grams to 55 grams of rice husk (B4), coconut fibers charcoal briquette charcoal 55 g to 45 g of rice husk (B5). The dependent variable in this study was the rate of combustion, calorific value, and the mass loss of the constant air velocity.

The results showed that the highest rate of burning briquettes B1 is equal to 0.0054 kg / h. On B5 briquettes produce its low firing rate sebesar 0.00011 kg / h. At B4 briquettes can generate the highest calorific value that is equal to 4135.16 cal / g, while the calorific value of the smallest in the briquette B1 is equal to 3219.64 cal / g. In the test, the mass loss of the constant air velocity briquettes B4 longest time for arson reduction biobriket mass of 1 gram to briket burned out.

Kata kunci: Charcoal, coconut fibers, rice husk, burning rate, briquettes,

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Biomassa sebagai sumber energi	5
2.1.2 Briket sebagai bahan bakar alternatif.....	6
2.1.3 Bahan Bakar	10
2.1.4 Prinsip-prinsip Pembakaran	12
2.1.5 Karakteristik Briket.....	18
2.2 Kerangka Berpikir.....	22
2.3 Hipotesis	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Rancangan Penelitian.....	24
3.2 Jenis Penelitian.....	25
3.3 Variabel Penelitian.....	25
3.4 Alat dan Bahan.....	25

3.5	Prosedur Penelitian	26
3.6	Skema Alat Penelitian.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Hasil	32
4.2	Pembahasan.....	33
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN.....		43
5.1	Simpulan	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sifat bahan dasar	2
Tabel 2.1. sifat dasar arang serabut kelapa	9
Tabel 2.2. sifat dasar arang sekam padi	10
Tabel 4.1. Hasil pengujian kadar air pada biobriket	32
Tabel 4.2. Hasil pengujian laju pembakaran dan nilai kalor pada briket.....	32
Tabel 4.3. Hasil pengujian nilai kalor	33
Tabel 4.4. Hasil pengujian laju pembakaran briket.....	35
Tabel 4.5. Hasil pengujian laju penurunan massa.....	38
Tabel 4.6. Hasil pengujian laju penurunan massa.....	40
Tabel 4.7. Hasil pengujian laju penurunan massa.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kerangka Berfikir.....	23
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2. Spesifikasi Uji	26
Gambar 3.3. Skema Alat Uji Bom kalorimeter.....	30
Gambar 3.4. Skema Alat Uji Laju Penurunan Massa terhadap kecepatan udara konstan	31
Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Nilai Kalor.....	34
Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Laju Pembakaran	36
Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Laju Penurunan Massa dengan Kecepatan Udara 2,2 m/s	39
Gambar 4.4. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Laju Penurunan Massa dengan Kecepatan Udara 2,5 m/s	40
Gambar 4.5. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Laju Penurunan Massa dengan Kecepatan Udara 2,8 m/s	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Penelitian.....	46
Lampiran 2. Perhitungan Nilai Kalor dan Laju Pembakaran.....	48
Lampiran 3. Foto Penelitian.....	57
Lampiran 4. Surat Keterangan Penelitian	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Arang merupakan suatu padatan yang mengandung 85-95% karbon. Arang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang dipanaskan pada suhu tinggi. Pada saat memanaskan bahan-bahan menjadi arang, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi.

Bahan baku yang dapat digunakan sebagai arang berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon, antara lain: kayu, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, serbuk gergaji, dan batu bara.

Di Indonesia proses pembuatan arang masih tergolong tradisional. Pembuatan arang menggunakan drum atau lubang dalam tanah, dengan tahap pengolahan yaitu: bahan yang akan dibakar dimasukkan kedalam lubang atau tungku yang terbuat dari plat besi. Bahan baku dibakar dalam ruangan tertutup. Selain itu, arang juga dapat dihasilkan dengan cara destilasi kering. Bahan baku dipanaskan dalam suatu ruangan vakum. Hasil yang diperoleh berupa residu yaitu arang dan destilat yang terdiri dari metanol dan asam asetat.

Arang dapat digunakan sebagai bahan bakar dengan dijadikan briket. Bahan-bahan yang didapat dari limbah pertanian seperti serabut kelapa dan sekam padi dapat dijadikan arang sebagai bahan baku untuk membuat briket. Serabut

kelapa dan sekam padi dijadikan arang kemudian dicampur dengan variasi komposisi campuran. Campuran arang serabut kelapa dengan arang sekam padi kemudian diberi bahan perekat kemudian dicetak menjadi briket agar dapat digunakan sebagai bahan bakar padat.

Arang serabut kelapa merupakan produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap serabut kelapa. Sebagai bahan bakar, arang lebih menguntungkan dibanding kayu bakar. Arang memberikan kalor pembakaran yang lebih tinggi, dan asap yang lebih sedikit.

Arang dapat ditumbuk, kemudian dikempa menjadi briket dalam berbagai macam bentuk. Briket lebih praktis penggunaannya dibanding kayu bakar. Arang dapat diolah lebih lanjut menjadi arang aktif, dan sebagai bahan pengisi dan pewarna pada industri karet dan plastik.

Arang dari sekam padi mempunyai sifat yang mudah menguap yang baik, sedangkan arang serabut kelapa mempunyai sifat kadar air yang rendah, karbon terikat tinggi, dan nilai kalor yang tinggi. Arang serabut kelapa mempunyai nilai zat yang mudah menguap 39,06% (Patabang, 2012:291), sedangkan menurut Heru arang serabut kelapa memiliki nilai kalor 5267 kal/g, kadar air 1,67%, dan karbon terikat 67,52%. Apabila kedua bahan bakar ini dicampurkan menghasilkan karakteristik briket yang lebih baik sehingga berpotensi untuk dijadikan briket campuran arang serabut kelapa dan arang sekam padi, selanjutnya briket arang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang mudah dinyalakan dengan nilai kalor yang tinggi dan kadar abu yang rendah.

Dari pernyataan di atas adanya peluang untuk menggabung dua hal tersebut, sehingga didapat suatu bahan bakar alternatif berupa briket. Dalam pembuatannya dibutuhkan komposisi yang tepat agar tercipta briket dengan karakteristik yang diinginkan. Dalam penelitian ini, komposisi campuran briket terdiri dari bahan baku utama yaitu arang serabut kelapa dengan arang sekam padi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka diadakan penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Campuran Arang Serabut Kelapa dengan Arang Sekam Padi terhadap Laju Pembakaran Briket”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran arang serabut kelapa dan arang sekam padi terhadap laju pembakaran briket?.
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran arang serabut kelapa dan arang sekam padi terhadap laju penurunan massa terhadap kecepatan udara?.
3. Berapakah besarnya nilai kalor masing-masing komposisi campuran arang serabut kelapa dan arangsekam padi?.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi campuran arang serabut kelapa dan arang sekam padi terhadap laju pembakaran briket.
2. Mengetahui pengaruh variasi campuran arang serabut kelapa dan arang sekam padi terhadap laju penurunan massa pada kecepatan udara konstan.

3. Mengetahui nilai kalor masing-masing komposisi campuran arang serabut kelapa dan arangsekam padi.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan tentang pengaruh laju pembakaran terhadap komposisi bahan pada briket campuran serabut kelapa dengan sekam padi.
2. Memberikan pengetahuan tentang pengaruh laju penurunan massa terhadap komposisi bahan pada briket campuran arang serabut kelapa dengan arang sekam padi.
3. Memberikan pengetahuan tentang nilai kalor pada masing-masing komposisi campuran bahan pada briket.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Biomassa Sebagai Sumber Energi

Potensi biomassa di Indonesia yang dapat digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat banyak dan melimpah. Sumber energi ini dapat diperoleh dari limbah-limbah hasil pertanian, peternakan, kehutanan, perikanan, perkebunan. Limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan semuanya potensial untuk dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif yang *green energy*.

Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan limbah yang cukup besar. Limbah ini dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti bahan bakar nabati. Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar nabati dapat memberikan keuntungan secara langsung, antara lain: (1) peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan, hal ini disebabkan karena kandungan energi yang terdapat pada limbah cukup besar dan akan terbuang percuma jika tidak dimanfaatkan, (2) menghemat biaya karena pembuangan limbah bisa lebih mahal dari pada memanfaatkannya, dan (3) mengurangi keperluan akan tempat penimbunan sampah karena penyediaan tempat penimbunan akan menjadi lebih sulit dan mahal, khususnya di daerah perkotaan, dengan adanya pengolahan limbah tersebut dapat menjaga kelestarian alam.

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai produk utama untuk sumber energi juga dewasa ini dikembangkan secara pesat. Kelapa sawit, kedelai jarak, merupakan beberapa jenis tanaman yang produk utamanya sebagai bahan baku

pembuatan biodiesel. Sedangkan ubi kayu, jagung, sorghum, sago merupakan tanaman-tanaman yang produknya sering ditujukan sebagai bahan pembuatan bioethanol. Selain itu, limbah sekam padi, serabut kelapa, jerami, tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biobriket.

Menurut Borman (1998) dalam Syamsiro dan Saptoadi (2007: B-2) biomassa adalah salah satu jenis bahan bakar padat selain batubara. Biomassa diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu biomassa kayu dan biomassa bukan kayu. Mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari tiga tahap yaitu pengeringan (*drying*), devolatilisasi (*devolatilization*), dan pembakaran arang (*char combustion*).

2.1.2 Briket arang sebagai bahan bakar alternatif

Menurut Saleh (2013: 83), biobriket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu.

Briket merupakan gumpalan-gumpalan arang yang terbuat dari bioarang. Bioarang merupakan arang yang dibuat dari berbagai macam bahan biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput jerami, ataupun limbah pertanian lainnya. Bahan-bahan limbah tersebut dianggap sampah yang tidak berguna sehingga sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Namun, bahan-bahan tersebut sebenarnya dapat diolah menjadi arang, yang selanjutnya disebut biorang. Bioarang ini dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tidak kalah dengan bahan bakar lain. Akan tetapi, untuk memaksimalkan pemanfaatannya, biorang ini masih harus melalui sedikit proses pengolahan sehingga menjadi biobriket.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat biobriket yaitu berat jenis bahan bakar, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, dan tekanan pada saat dilakukan pencetakan. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat biobriket.

Briket dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan kayu bakar yang dewasa ini semakin meningkat konsumsinya. Selain itu harga biobriket relatif lebih murah dan terjangkau oleh masyarakat. Syarat biobriket yang baik adalah biobriket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Selain itu, sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria yaitu mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap, emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun atau tidak berbahaya, kadar air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama, dan menunjukkan laju pembakaran yang baik.

Sabut kelapa merupakan hasil samping dari buah kelapa yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Milawarni (2013: 206) menyatakan bahwa rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, dengan demikian terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi limbah serabut kelapa yang besar belum dimanfaatkan secara maksimal yang dapat meningkatkan nilai tambah limbah serabut kelapa.

Sabut (serabut kelapa atau dalam bahasa Jawa biasa disebut dengan *sepet*) merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35 % dari berat keseluruhan buah. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Serat adalah bagian yang berharga dari sabut.

Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut), dan gabus 175 gram (25 % dari sabut).

Meskipun bentuknya sangat tidak indah, dan seperti sampah, benda ini banyak manfaat. Manfaat dari *sepet* atau sabut kelapa antara lain sebagai berikut: (1) serabut kelapa dapat digunakan sebagai media tanam. Serabut kelapa dapat menahan kandungan air dan unsur kimia pupuk serta dapat menetralkan keasaman tanah. Karena sifat tersebut, sehingga sepet dapat digunakan sebagai media yang baik untuk pertumbuhan tanaman hortikultura dan media tanaman rumah kaca, (2) serabut (sabut) kulit kelapa yang masih muda tidak seistimewa sabut kulit kelapa tua. Hal tersebut terjadi karena kandungan air dalam sabut masih banyak dan sabut belum begitu kuat seratnya. Biasanya sabut kelapa muda dapat dikeringkan dahulu dengan dijemur matahari. Manfaat sabut kelapa ini digunakan sebagai bagian pembuatan souvenir, (3) serabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di luweng atau tungku (di desa-desa), (4) serabut kelapa dapat dimanfaatkan untuk membuat tali, keset, dan (5) limbah serabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku biobriket.

Indonesia sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95 persen) merupakan perkebunan rakyat. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun sosial budaya.

Tabel 2.1 Sifat bahan dasar arang serabut kelapa

Sifat	Arang serabut kelapa
Moisture (%)	1,56
Ash (%)	10,37
Volatile Matter (%)	22,11
Fixed Carbon (%)	67,52
Calor Value (kal/g)	5267

Sumber : Hendra

Menurut Nugraha (2008: 53) sekam padi merupakan lapisan keras yang menutupi kariopsis terdiri dari dua belahan yang saling bertautan disebut lemma dan palea. Pada proses penggilingan padi terdapat antara 16%-26% sekam. Ukuran sekam padi dipengaruhi oleh model/tipe penggilingannya dan dengan penggilingan tipe rol karet sekam yang dihasilkan tidak hancur dan masih mempunyai nilai kalor yang tinggi.

Pengertian di atas dapat diambil simpulan bahwa sekam padi merupakan bagian dari bulir padi-padian yang terdiri dari dua belahan yang dinamakan lema dan palea yang dihasilkan dari proses penggilingan padi. Sekam atau limbah penggilingan padi sering diartikan sebagai bahan buangan atau bahan sisa dari proses penggilingan padi. Proses penghancuran sekam secara alami berlangsung lambat, sehingga tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunung sekam yang semakin lama semakin tinggi.

Menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Penelitian (2006: 1) sekam sebagai limbah penggilingan padi jumlahnya mencapai 20-23% dari gabah. Jika produksi gabah kering giling (GKG) menurut *press release* Badan

Pusat Statistik 1 November 2005 sekitar 54 juta ton maka jumlah sekam yang dihasilkan lebih dari 10,8 juta ton.

Tabel 2.2 sifat bahan dasar arang sekam padi

Sifat	Arang sekam padi
Moisture (%)	2,67
Ash (%)	39,06
Volatile Matter (%)	42,92
Fixed Carbon (%)	15,35
Calor Value (kal/g)	2789

Sumber : Patabang (2012: 291)

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai perekat untuk pembuatan briket berupa tepung kanji. Jenis perekat tapioca beragam kualitasnya tergantung dari proses pembuatannya terutama pencampuran airnya dan pada saat dimasak sampai mendidih. Perekat jenis ini juga banyak digunakan sebagai bahan pengental, bahan pengisi dan bahan pengikat dalam industri makanan, seperti dalam pembuatan sop, pudding, pengolahan sosis daging, dan lain-lain.

2.1.3 Bahan Bakar

Menurut Suprptono (2004: 5) bahan bakar merupakan bahan – bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin dapat berlangsung, sedangkan menurut Cengel dan Boles (2006: 752) setiap bahan yang dapat dibakar untuk melepaskan energi panas disebut bahan bakar. Bahan bakar dibagi menjadi tiga yaitu bahan bakar padat, bahan bakar cair, dan bahan bahan bakar gas.

Tujuan dari proses pembakaran pada bahan bakar adalah untuk memperoleh energi panas (*heat energy*). Hasil pembakaran bahan bakar yang berupa energi panas dapat di ubah kebentuk energi lain, misalnya: energi untuk

penerangan, energi mekanis, dan sebagainya. Dari hasil pembakaran bahan bakar akan di dapatkan suatu bentuk energi yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Energi alternatif adalah istilah yang merujuk kepada semua energi yang dapat digunakan dan bertujuan untuk menggantikan bahan bakar konvensional tanpa akibat yang tidak diharapkan dari hal tersebut. Umumnya, istilah ini digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar hidrokarbon yang mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat emisi karbon dioksida yang tinggi, yang berkontribusi besar terhadap pemanasan global.

Selama beberapa tahun, apa yang sebenarnya dimaksud sebagai energi alternatif telah berubah akibat banyaknya pilihan energi yang dapat dipilih dengan tujuan yang berbeda dalam penggunaannya. Istilah "alternatif" merujuk kepada suatu teknologi selain teknologi yang digunakan pada bahan bakar fosil untuk menghasilkan energi. Teknologi alternatif yang digunakan untuk menghasilkan energi dengan mengatasi masalah dan tidak menghasilkan masalah seperti penggunaan bahan bakar fosil. Energi alternatif sebagai energi yang digunakan untuk menghentikan penggunaan sumber daya alam atau perusakan lingkungan. Dalam sejarahnya, transisi penggunaan energi alternatif berdasarkan faktor ekonomi, hadirnya suatu sumber energi baru bertujuan untuk menggantikan sumber energi yang semakin lama semakin langka, dan mahal (tidak ekonomis). Salah satu energi alternatif adalah biobriket.

Biobriket merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan sebagian dari penggunaan minyak tanah. Biobriket merupakan bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa

bahan organik. Bahan baku pembuatan arang biobriket pada umumnya berasal dari tempurung kelapa, serbuk gergaji, dan bungkil sisa pengepresan biji-bijian (Budiman dkk., D12-2).

Briket biomassa merupakan energi alternatif yang *green energy*. Manfaat briket adalah sebagai pengganti bahan bakar minyak untuk pembakaran dan sebagai pengganti arang aktif atau arang kayu sehingga mengurangi proses pembabatan hutan. Manfaat lain yang diperoleh dari pembuatan biobriket adalah supaya didapatkan nilai kalor yang lebih tinggi jika bahan baku pembuat briket langsung dibakar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran biobriket lebih sedikit daripada arang konvensional sehingga meminimalisir pencemaran udara. Pada kondisi tertentu dapat menggantikan fungsi minyak tanah dan kayu bakar sebagai sumber energi bahan bakar untuk keperluan rumah tangga.

2.1.4 Prinsip-Prinsip Pembakaran

Menurut Suprpto (2004: 35) pembakaran adalah persenyawaan secara kimia dari unsur-unsur bahan bakar dengan zat asam yang kemudian menghasilkan panas dan disebut *heat energy*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembakaran merupakan oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas, atau proses pembakaran dapat menghasilkan suatu panas.

Proses pembakaran bahan bakar dapat terjadi secara sempurna, namun pembakaran juga dapat terjadi secara tidak sempurna. Pembakaran sempurna bahan bakar terjadi hanya jika ada pasokan oksigen yang cukup. Reaksi pembakaran merupakan salah satu contoh proses dimana terjadi reaksi kimia. Reaksi pembakaran memegang peranan yang sangat penting dalam pembangkitan

energi yang terkandung dalam bahan bakar untuk diubah menjadi energi panas atau energi termal. Untuk sistem dimana tidak terjadi reaksi kimia maka energi yang dipunyai oleh suatu zat akan terdiri dari energi dalam sensible (berubah dengan perubahan P dan T) dan energi dalam laten (berubah karena adanya perubahan fasa).

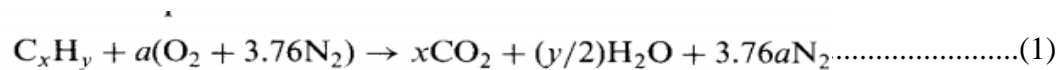
Oksigen (O_2) merupakan salah satu elemen bumi paling yang jumlahnya mencapai 20.9 % dari udara. Setiap proses pembakaran bahan bakar memerlukan oksigen. Bahan bakar padat atau cair harus diubah ke bentuk gas sebelum dibakar. Diperlukan panas atau energi termal untuk mengubah cairan atau padatan menjadi gas. Bahan bakar gas akan terbakar pada keadaan normal jika terdapat udara yang cukup.

Selain oksigen, di bumi hampir 79% udara (tanpa adanya oksigen) merupakan nitrogen, dan sisanya merupakan elemen lainnya. Nitrogen dianggap sebagai pengencer yang menurunkan suhu yang harus ada untuk mencapai oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran.

Adanya gas nitrogen dalam pembakaran dapat mengurangi efisiensi pembakaran dengan cara menyerap panas dari pembakaran bahan bakar dan mengencerkan gas buang sisa pembakaran. Nitrogen juga dapat mengurangi transfer panas pada permukaan alat penukar panas, nitrogen juga dapat meningkatkan volume hasil samping pembakaran, yang juga harus dialirkan melalui alat penukar panas sampai ke cerobong.

Proses pembakaran akan terjadi jika unsur-unsur bahan bakar teroksidasi. Proses ini akan menghasilkan panas (*energy thermal*) sehingga disebut sebagai

proses oksidasi eksotermis. Apabila oksigen yang dibutuhkan untuk proses pembakaran diperoleh dari udara, dimana udara terdiri dari 21% oksigen dan 79% nitrogen, maka reaksi stokiometrik pembakaran hidrokarbon murni C_xH_y dapat ditulis dengan persamaan (Turns, 2000: 19):



Persamaan ini telah disederhanakan karena cukup sulit untuk memastikan proses pembakaran yang sempurna dengan rasio ekivalen yang tepat dari udara. Jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka hasil persamaan diatas CO_2 dan H_2O . Juga sering terbentuk hidrokarbon tak jenuh, formal dehidra dan kadang-kadang didapat juga karbon.

Berdasarkan proses pembakarannya, pembakaran dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

- a) Pembakaran sempurna merupakan pembakaran yang terjadi apabila semua konstituen bahan bakar dapat terbakar sepenuhnya. Dengan kata lain pembakaran yang terjadi jika karbon terbakar dengan oksigen yang cukup.
- b) Pembakaran tak sempurna merupakan pembakaran yang terjadi apabila konstituen bahan bakar tidak dapat terbakar sepenuhnya. Dengan kata lain pembakaran yang terjadi jika karbon terbakar dengan oksigen tidak cukup.
- c) Pembakaran dengan udara berlebih merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang berlebih, sehingga dalam pembakaran menghasilkan unsur oksigen.

Secara teoritis proses pembakaran akan terjadi secara komplet/sepurna apabila jumlah udara yang tersedia adalah cukup, sehingga semua unsur karbon berubah menjadi karbondioksida CO_2 . Semua unsur hidrogen H berubah menjadi air H_2O .

Tetapi pada prakteknya/actual proses pembakaran berlangsung tidak sempurna yaitu tidak memenuhi syarat seperti di atas (timbulnya C, H_2 , CO_2 , OH atau unsur yang lain). Hal ini disebabkan karena kekurangan oksigen, kualitas campuran bahan bakar dan udara yang tidak baik.

Pembakaran tidak sempurna didefinisikan sebagai proses pembakaran yang jumlah oksigennya tidak memenuhi jumlah udara stoikiometris/teoritis untuk pembakaran sempurna. Sedangkan pembakaran stoikiometris/teoritis adalah apabila bahan bakar terbakar sempurna dengan jumlah udara minimum. Udara minimum ini disebut sebagai udara teori. Dengan kata lain pembakaran stoikiometri adalah pembakaran sempurna tanpa menyisakan O_2 dalam produk pembakarannya.

Untuk menjamin sempurnanya proses pembakaran atau menurunkan temperature pembakaran pada praktisnya, maka disuplai udara dalam jumlah yang berlebih. Kelebihan jumlah udara dibandingkan jumlah udara teoritis disebut udara lebih (*excessair*).

Kondisi campuran reaksi pembakaran juga dapat dinyatakan sebagai berikut (Turns, 2000: 19)

$$(A/F)_{\text{stoic}} = \left(\frac{m_{\text{air}}}{m_{\text{fuel}}} \right)_{\text{stoic}} ; \dots\dots\dots(2)$$

Untuk menghitung rumus udara lebih adalah sebagai berikut (Turns, 2000: 19):

$$\% \text{Udara lebih} = \frac{1-\phi}{\phi} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$\phi = \frac{(A/F)_{\text{stoic}}}{(A/F)} = \frac{(F/A)}{(F/A)_{\text{stoic}}} \dots\dots\dots(4)$$

Mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari tiga tahap yaitu pengeringan (*drying*), devolatilisasi (*devolatilization*), dan pembakaran arang (*char combustion*). Proses pengeringan akan menghilangkan moisture, devolatilisasi yang merupakan tahapan pirolisis akan melepaskan volatile, dan pembakaran arang yang merupakan tahapan reaksi antara karbon dan oksigen, akan melepaskan kalor.

Tahapan dalam pembakaran bahan bakar padat antara lain :

a. Pengeringan (*drying*)

Bahan bakar mengalami proses kenaikan temperatur yang akan mengakibatkan menguapnya kadar air yang berada pada permukaan bahan bakar tersebut, kadar air yang berada di dalam pori-pori bahan bakar tersebut akan menguap.

b. Devolatilisasi (*devolatilization*)

Proses pengeringan akan dilanjutkan dengan proses devolatilasi. Devolatilisasi yaitu proses bahan bakar mulai mengalami dekomposisi setelah terjadi pengeringan. Setelah pengeringan, bahan bakar mulai mengalami dekomposisi, yaitu pecahnya ikatan kimia secara termal dan zat yang mudah menguap akan keluar dari partikel. Bahan yang mudah menguap (*volatile matter*) merupakan hasil proses devolatilasi.

c. Pembakaran arang (*char combustion*)

Sisa dari pirolisis adalah arang (*fixed carbon*) dan sedikit abu, kemudian partikel bahan bakar mengalami tahapan oksidasi arang yang memerlukan 70%-80% dari total waktu pembakaran.

Menurut Sulistyanto (2006:78) faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat yaitu ukuran partikel, kecepatan aliran udara, jenis bahan bakar, dan temperatur udara pembakaran:

a. Ukuran partikel

Salah satu faktor yang mempengaruhi pada proses pembakaran bahan bakar padat adalah ukuran partikel bahan bakar padat yang kecil. Dengan partikel yang lebih kecil ukurannya, maka suatu bahan bakar padat akan lebih cepat terbakar.

b. Kecepatan aliran udara

Laju pembakaran biobriket akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur. Dengan kata lain, apabila kecepatan aliran udara mengalami kenaikan maka akan diikuti kenaikan temperature dan laju dari pembakaran biobriket naik dalam satu rentang waktu.

c. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan *volatile matter* (zat-zat yang mudah menguap) dan kandungan *moisture* (kadar air). Semakin banyak kandungan *volatilematter* pada suatu bahan bakar padat maka akan semakin mudah bahan bakar padat tersebut untuk terbakar dan menyala. Kandungan air yang dimiliki bahan bakar juga mempengaruhi proses pembakaran. Kandungan air yang semakin banyak pada bahan bakar akan memperlambat proses pembakaran.

4. Temperatur udara pembakaran

Kenaikan temperatur udara pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran. Temperatur udara pembakaran yang rendah menyebabkan semakin pendek waktu pembakaran yang terjadi.

2.1.5 Karakteristik Briket

Biobriket terdiri dari beberapa komponen yaitu nilai kalor, kandungan air (*moisture content*), zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan kadar abu (*ash*). Bahan bakar padat memiliki parameter yang akan dibahas antara lain sebagai berikut:

1. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan ukuran panas atau energi yang dihasilkan dan diukur sebagai nilai kalor kotor atau *gross calorific value* atau nilai kalor netto atau *nett calorific value*. Perbedaannya ditentukan oleh panas laten kondensasi dari uap air yang dihasilkan selama proses pembakaran.

Nilai kalor merupakan jumlah kalor yang dikandung setiap satu kilogram bahan bakar apabila pembakaran terjadi secara sempurna. Pembakaran sempurna merupakan peristiwa pembakaran dimana semua konstituen bahan bakar habis terbakar yakni unsur C menjadi CO₂ dan unsur H menjadi H₂O. Nilai kalor bahan bakar terdiri dari HHV (*highest heating value*/ nilai kalor atas) dan LHV (*low heating value*/nilai kalor bawah).

Semakin tinggi berat jenis bahan bakar, makin rendah nilai kalor yang diperolehnya. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur kalor disebut kalorimeter bom (Bomb Kalorimeter). Besarnya nilai kalor dapat dirumuskan sebagai berikut (Patabang, 2012: 289):

$$\text{HHV} = \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

HHV= Highest heating Value (kal/gram)

ΔT = kenaikan suhu pembakaran di dalam bom kalori meter (°C)

EEV = energi ekivalen saat terjadi pembakaran (kal/°C)

e_1 = koreksipanasakarena pembentukan asam (kal)

e_2 = koreksipanasapembakaran dari kawat pembakar (kal)

e_s = koreksi sulfuryangadadalam bahanbakar (kal/g)

m = berat contoh (g)

2. Kadar air (Moisture)

Kandungan air dalam bahan bakar, air yang terkandung dalam kayu atau produk kayu dinyatakan sebagai kadar air. Kandungan air dalam bahan bakar padat harus diangkut, dan disimpan bersama-sama bahan bakar. Kadar air akan menurunkan kandungan panas per kg bahan bakar, dan kandungannya berkisar antara 0,5 hingga 10%. Kadar air pada bahan bakar dapat meningkatkan kehilangan panas, karena penguapan dan pemanasan berlebih dari uap, membantu pengikatan partikel halus pada tingkatan tertentu, membantu radiasi transfer panas.

3. Kadar Abu (Ash)

Abu atau disebut dengan bahan mineral yang terkandung dalam bahan bakar padat yang merupakan bahan yang tidak dapat terbakar dalam proses pembakaran. Abu adalah bahan yang tersisa apabila bahan bakar padat (kayu) dipanaskan hingga berat konstan. Abu merupakan kotoran yang tidak akan terbakar. Kandungannya berkisar antara 5% hingga 40%. Kadar abu pada bahan bakar padat akan menyebabkan beberapa hal dalam proses pembakaran, yaitu:(a) kadar abu mempengaruhi kapasitas handling dan pembakaran, (b) kadar abu akan meningkatkan biaya handling, (c) kadar abu akan mempengaruhi efisiensi pembakaran dan efisiensi boiler, dan (d) kadar abu menyebabkan penggumpalan dan penyumbatan.

4. Volatile Matter (Zat-zat yang mudah menguap)

Bahan yang mudah menguap dalam batubara adalah metan, hidrokarbon, hydrogen, karbon monoksida, dan gas-gas yang tidak mudah terbakar, seperti karbon dioksida dan nitrogen. Bahan yang mudah menguap merupakan indeks

dari kandungan bahan bakar bentuk gas didalam batubara. Kandungan bahan yang mudah menguap berkisar antara 20 hingga 35%. Bahan yang mudah menguap akan mempengaruhi bahan bakar antara lain: (a) bahan yang mudah menguap akan berbanding lurus dengan peningkatan panjang nyala api, dan membantu dalam memudahkan penyalaan bahan bakar padat, (b) bahan yang mudah menguap akan mengatur batas minimum pada tinggi dan volum tungku, (c) bahan yang mudah menguap akan mempengaruhi kebutuhan udara sekunder dan aspek-aspek distribusi, dan (d) bahan yang mudah menguap akan mempengaruhi kebutuhan minyak bakar sekunder.

Volatille matter merupakan salah satu karakteristik yang terkandung dari suatu biobriket. Komponen yang pertama adalah uap air muncul sesaat setelah temperature mencapai 100°C untuk rentang temperature operasi sampai 900°C dan komponen H_2 , CO_2 , CO , CH_4 . Semakin banyak kandungan *volatille matter* pada biobriket maka akan semakin mudah biobriket untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat.

5. Fixed Carbon (FC)

Kandungan *fixed carbon* yaitu komponen yang bila terbakar tidak membentuk gas yaitu karbon tetap atau disebut FC (fixed carbon), atau bias juga disebut kandungan karbon tetap yang terdapat pada bahan bakar padat yang berupa arang (char). Fixed carbon merupakan bahan bakar padat yang tertinggal dalam tungku setelah bahan yang mudah menguap didistilasi. Kandungan utamanya adalah karbon tetapi juga mengandung hidrogen, oksigen, sulfur dan

nitrogen yang tidak terbawa gas. Fixed carbon memberikan gambaran perkiraan kasar terhadap nilai panas bahan bakar padat.

6. Laju Pembakaran Briket

Laju pembakaran briket adalah kecepatan briket habis sampai menjadi abu dengan berat tertentu (Santosa dkk., 9). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa laju pembakaran merupakan massa biobriket dibagi dengan waktu pembakaran. Laju pembakaran dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Santosa dkk., 9):

$$\text{Laju Pembakaran briket (g/detik)} = \frac{\text{berat briket (g)}}{\text{waktu sampai briket habis (detik)}} \dots\dots\dots(5)$$

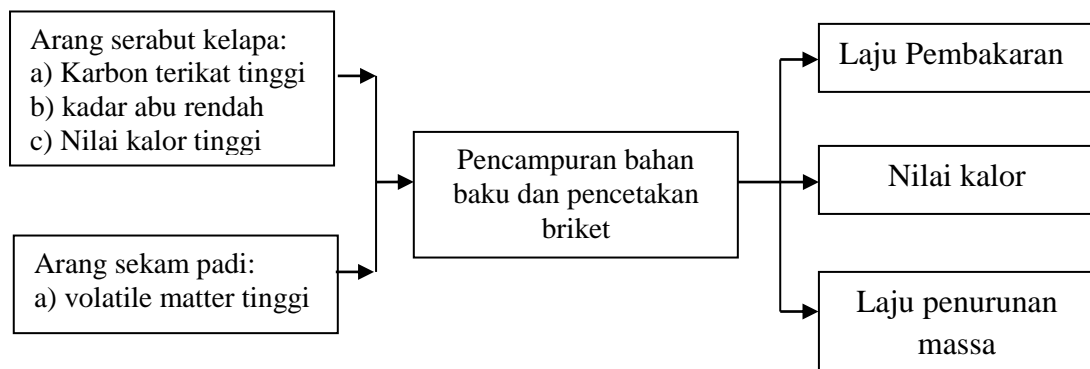
2.2 KERANGKA BERFIKIR

Arang sekam padi mempunyai sifat yang mudah terbakar, sedangkan arang serabut kelapa memiliki sifat yang kadar air dan kadar abu yang rendah, selain itu mempunyai nilai kalor dan nilai karbon terikat yang tinggi. Pencampuran arang serabut kelapa dengan arang sekam padi yang masing-masing memiliki sifat yang baik apabila dicampurkan dan dicetak menjadi briket akan menghasilkan briket yang memiliki sifat yang lebih baik.

Laju pembakaran yang terjadi pada saat pembakaran briket dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kecepatan udara dan kadar air (*moisture*) dari bahan bakar. Kandungan kadar air pada campuran arang serabut kelapa dengan arang sekam padi akan mengurangi kandungan air briket karena nilai kandungan air yang dikandung arang serabut kelapa kecil. Semakin besar kadar

air dalam briket akan mengakibatkan semakin lama terjadi pembakaran begitu pula sebaliknya semakin kecil kadar air yang dikandung bahan bakar akan mempercepat terjadi laju pembakaran.

Besarnya nilai kalor pada briket juga dipengaruhi oleh kadar air dari bahan bakar. Santosa dkk. menyatakan bahwa semakin kecil nilai kadar air, maka semakin tinggi nilai kalornya, dengan demikian Semakin tinggi kadar air maka semakin rendah nilai kalor yang dikandung bahan bakar.



Gambar 2.1. Kerangka Berfikir

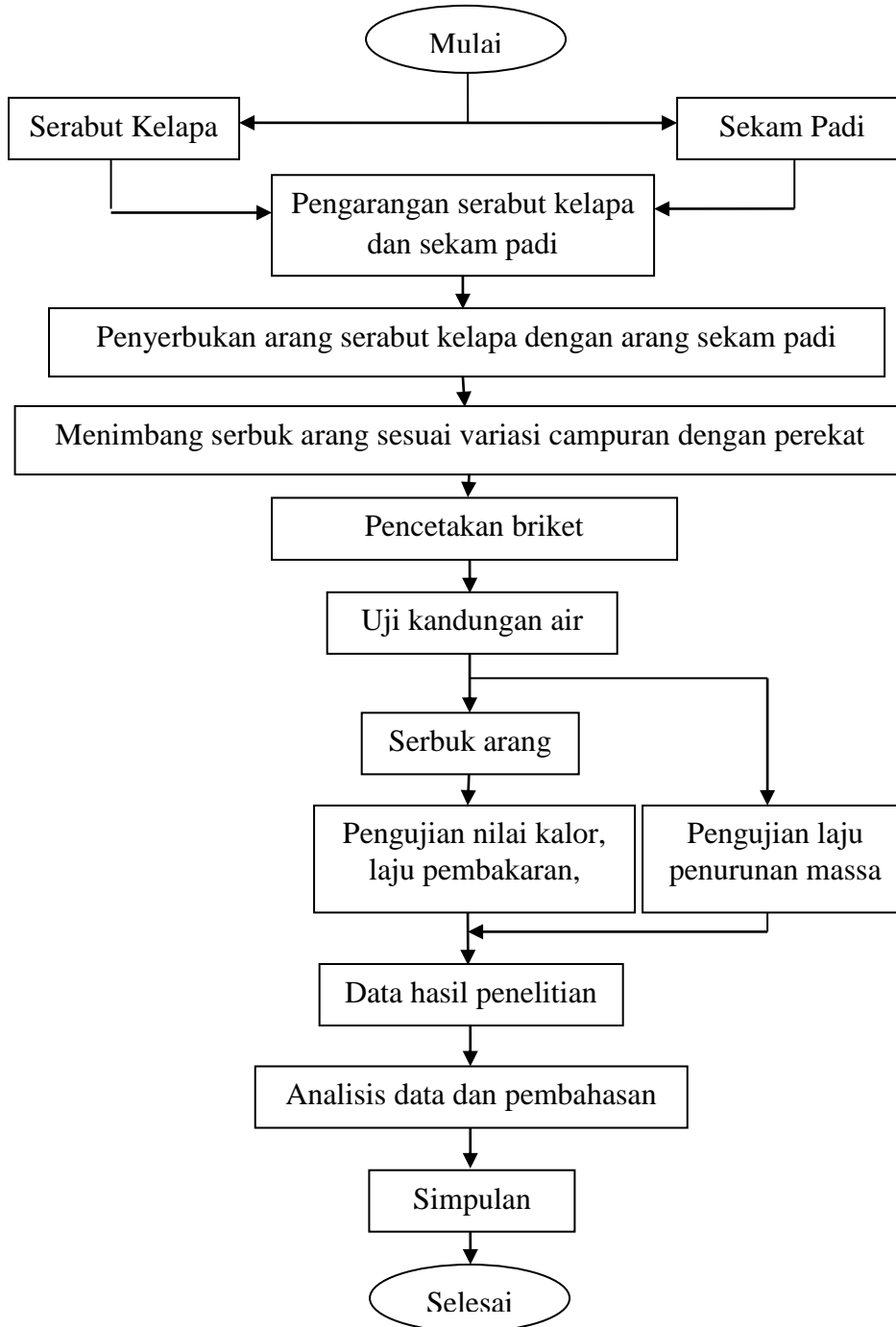
2.3 HIPOTESIS

Hipotesis pada penelitian ini adalah ada pengaruh variasi campuran arang serabut kelapa dengan arang sekam padi terhadap nilai kalor, laju penurunan massa, dan laju pembakaran.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah B1 (arang serabut kelapa 15 gr dengan arang sekam padi 85 gr), B2 (arang serabut kelapa 25 gr dengan arang sekam padi 75 gr), B3 (arang serabut kelapa 35 gr dengan arang sekam padi 65 gr), B4 (arang serabut kelapa 45 gr dengan arang sekam padi 55 gr), dan B5 (arang serabut kelapa 55 gr dengan arang sekam padi 45 gr).

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar air, nilai kalor, laju penurunan massa, dan laju pembakaran.

3.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

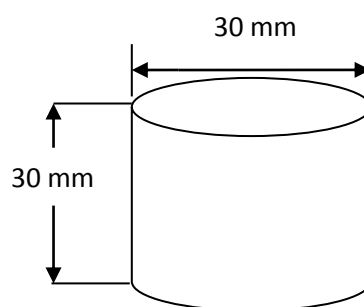
1) Bom Kalorimeter, dengan spesifikasi alat sebagai berikut:

- | | |
|-------------------|----------------|
| a. Merk Mesin | : PAAR |
| b. Model | : PAAR 1755 EF |
| c. Volt | : 220 |
| d. Hertz | :50 |
| e. Negara Pembuat | : USA |
| f. Tahun | :1987 |

- 2) Moisture Meter, untuk mengukur kandungan air biobriket
- 3) *Stop watch*, alat untuk menghitung waktu pengurangan berat spesimen
- 4) *Oven*, untuk mengeringkan biobriket.
- 5) Alat Cetak, untuk menekan dan membentuk bahan biobriket menjadi bentuk silinder
- 6) *Blower*, untuk mensuplai udara masuk ke ruang bakar
- 7) Timbangan digital, untuk mengukur berat bahan biobriket dan penurunan berat saat pembakaran
- 8) Anemometer, untuk mengukur kecepatan udara saat pengujian
- 9) Termometer, untuk mengukur suhu pembakaran

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Arang serabut kelapa
- 2) Arang sekam padi
- 3) Tepung kanji



Gambar 3.2. Ukuran Spesimen Uji

3.5 Prosedur Penelitian

Pembuatan Briket:

- a) Mempersiapkan bahan-bahan seperti serabut kelapa, sekam padi, dan tepung kanji,
- b) Mengarangkan serabut kelapa dan sekam padi,
- c) Menghaluskan/menggiling bahan baku (arang serabut kelapa dengan arang sekam padi) sehingga menjadi seperti serbuk,
- d) Mengukur perbandingan campuran arang serabut kelapa dengan sekam padi yaitu: (1) serabut kelapa 15 gr dengan sekam padi 85 gr, (2) serabut kelapa 25 gr dengan sekam padi 75 gr, (3) serabut kelapa 35 gr dengan sekam padi 65 gr, (4) serabut kelapa 45 gr dengan sekam padi 55 gr, dan (5) serabut kelapa 55 gr dengan sekam padi 45 gr,
- e) Melarutkan tepung kanji sebanyak 30 gr dengan air yang sudah mendidih dari massa campuran arang yang digunakan,
- f) Mencampur setiap sampel dengan perekat,
- g) Pencetakan ke dalam alat cetak dengan ukuran : diameter (D) = 30 mm, Tinggi (t) = 30 mm,
- h) Sampel dikeluarkan dari cetakan,
- i) Briket yang sudah jadi kemudian dioven pada temperatur 200° C selama 1 jam untuk mengurangi kandungan air,

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a) Mempersiapkan perlengkapan alat dan instrument pengujian yang akan digunakan.
- b) Memastikan semua instrumen bisa bekerja dengan baik untuk mendapatkan hasil yang optimal dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

1. Prosedur Pengukuran kadar air (moisture)

- a. Menghidupkan moisture meter,
- b. Menancapkan probe moisture meter ke dalam briket,
- c. Membaca hasil pengukuran.

2. Pengukuran laju penurunan massa terhadap kecepatan udara konstan pada briket

- a) Memasang dan menyetel alat-alat yang digunakan,
- b) Menempatkan briket yang akan di uji pada tempat yang terhubung dengan timbangan *hoist*,
- c) Menghidupkan *thermocouple* dan sensor yang terletak pada biobriket,
- d) Menghidupkan blower dan mengatur kecepatan aliran udara dengan valve,
- e) Menghidupkan anemometer,
- f) Membakar briket campuran serabut kelapa dengan sekam padi sesuai dengan variasi komposisi arang serabut kelapa 15 gr dengan 85 gr arang sekam padi,
- g) Memulai pengujian dan pengamatan dengan membuka valve dengan laju aliran udara yaitu 2.2 m/s,
- h) Melakukan pengukuran waktu setelah briket terbakar seluruhnya,
- i) Mencatat waktu yang dibutuhkan untuk pengurangan massa briket seberat 1 gr,
- j) Mengulangi pengujian dengan campuran serabut kelapa dengan sekam padi dengan arang sekam padi dengan variasi komposisi B2, B3, B4, dan B5.

3. Pengukuran nilai kalor

Prosedur pengukuran nilai kalor :

- a) Sampel ditimbang 1 g berbentuk serbuk dan dimasukkan ke dalam cawan,

- b) Menyiapkan 2 liter air/aquades kemudian memasukan ke dalam oval bucket,
- c) Memasang kawat sepanjang 10 cm sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule* dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*.
- d) Mengisi bom kalorimeter dengan oksigen, pada tekanan 35 atmosfer,
- e) Masukkan bom kalorimeter tersebut ke dalam vessel yang berisi 2 liter air, selanjutnya masukkan vessel ke dalam *water jacket*,
- f) Jalankan aliran listrik pemanas dan alat pendingin, atur skala dari "initial balance" sampai lampu dan amperemeter dari pemanas berjalan secara otomatis (suhu vessel dan jacket sama).

Pengukuran secara otomatis dilakukan untuk mengukur suhu awal, kenaikan suhu dan nilai kalor ekivalen dari hasil penembakan dalam bom kalorimeter.

4. Prosedur pengujian laju pembakaran:

- a) Sampel ditimbang 1 g berbentuk serbuk dan dimasukkan ke dalam cawan,
- b) Menyiapkan 2 liter air/aquades kemudian memasukan ke dalam oval bucket,
- c) Memasang kawat sepanjang 10 cm sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule* dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*.
- d) Mengisi bom kalorimeter dengan oksigen, pada tekanan 35 atmosfer,
- e) Masukkan bom kalorimeter tersebut ke dalam vessel yang berisi 2 liter air, selanjutnya masukkan vessel ke dalam *water jacket*,
- f) menyalakan bom kalorimeter,

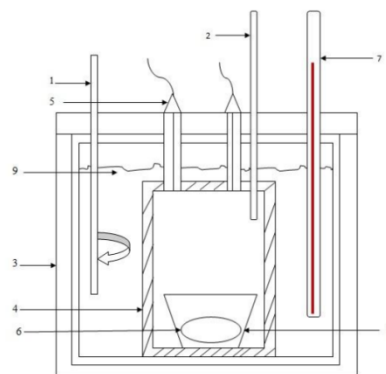
- g) menjalankan stopwatch,
- h) mencatat waktu yang dibutuhkan sampai proses dalam bom kalorimeter selesai.

Perhitungan laju pembakaran dengan membagi sampel dengan waktu yang dibutuhkan dari penembakan dalam bom kalorimeter.

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap akhir adalah sebagai berikut:

- 1) Buka penutup tabung oxygen bomb setelah pengujian.
- 2) Mengangkat oval bucket dari tabung bomb.
- 3) Bersihkan combustion capsule dan masukkan bahan bakar yang akan di uji.
- 4) Memastikan semua instrument penelitian telah dilakukan
- 5) Meringkas semua hasil penelitian

3.6 Skema Alat Uji

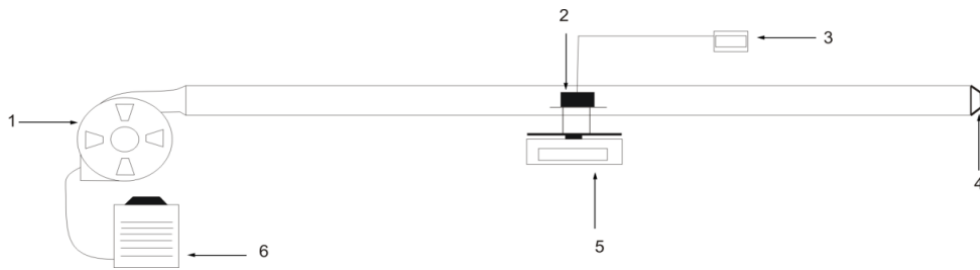


Gambar 3.3. Skema Alat Uji Bom kalorimeter

Keterangan Gambar Skema Alat Uji;

1. Pengaduk;
2. Katup Oksigen;
3. Kalorimeter;
4. Bom;
5. Kawat Penyala;
6. Bahan Bakar atau Briket;

7. Thermometer;
8. Cawan;
9. Air Pendingin;



Gambar 3.4 Skema Alat Uji Laju Penurunan Massa terhadap kecepatan udara konstan

Keterangan Gambar Skema Alat Uji;

1. Blower
2. Briket
3. Termometer digital
4. Anemometer
5. Timbangan digital
6. Regulator

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan anantara variasi campuran briket arang serabut kelapa dengan arang sekam padi maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Laju pembakaran tertinggi pada briket B1 0,0057 kg/jam. Pada briket B5 menghasilkan laju pembakaran terendah yaitu sebesar 0,00011 kg/jam.
2. Pada briket B4 dapat menghasilkan nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 4135,16 kal/gr, sedangkan nilai kalor yang terkecil yaitu sebesar 3229,09 kal/gr pada B1.
3. Pada pengujian laju penurunan massa terhadap kecepatan udara konstan briket B4 memiliki waktu yang paling lama untuk melakukan pembakaran pengurangan massa briket sebesar 1 gram sampai terbakar habis.

5.2 SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yaitu antara lain:

1. Apabila mencampurkan komposisi arang serabut kelapa dengan arang sekam padi sebaiknya pada komposisi campuran 45 gr arang serabut kelapa dengan 55 gr arang sekam padi.
2. Diperlukan pengujian gas buang hasil pembakaran atau uji emisi

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Penelitian. 2006. Giliran Sekam untuk Bahan Bakar Alternatif. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. 28, No. 2: 1-3
- Budiman, S., Sukrido, dan Arli Harliana. Tanpa Tahun. *Pembuatan Biobriket Dari Campuran Bungkil Biji Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.) Dengan Sekam Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Semarang.
- Cengel. Yunus. A. and M.A. Boles. 2006. *Thermodynamics An Engineering Approach*. New York: Mc Graw-Hill, Inc.
- Hendra, Djeni. Tanpa Tahun. *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif*.
- Maharsa, Luthfi dan Muhammad. 2012. Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Pada Biobriket Kulit Mete dan Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran. *ROTASI*. Vol. 14, No. 4: 15-22.
- Milawarni. 2013. *Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa dan Polipropilen Bekas untuk Bahan Pembuatan Genteng Komposit Polimer*. Prosiding SNYUBe. Politeknik Negeri Lhokseumawe
- Nugraha, Sigit. 2008. *Pemanfaatan Sekam sebagai Bahan Bakar Murah*. Balai Besar penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Patabang, Daud. 2012. Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*, Vol. 3 No. 2: 286-292 .
- Saleh, Asri. 2013. Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (*Zea Mays L.* *Jurnal Teknosains*, Vol. 7, No. 1: 78-89
- Santosa, Mislaini R., dan Swara Pratiwi Anugrah. Tanpa Tahun. *Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket dari kotoran sapi dan Limbah Pertanian*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Kampus Limau Manis, Padang
- Sulistiyanto, Amin. 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. *MEDIA MESIN*, Vol. 7, No. 2: 77-84.
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Semarang. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Syamsiro, M., dan Harwin Saptoadi. 2007. *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat*. Seminar Nasional Teknologi 2007. Yogyakarta

Turns, Stephen R. 2000. *An Introduction To Combustion*.Singapore: Mc Graw-Hill, Inc.

LAMPIRAN 1. Tabel Hasil Penelitian

Tabel 1. Hasil Pengamatan Pengujian Nilai Kalor Variasi Campuran Briket Arang Serabut Kelapa dengan Arang Sekam Padi

Pengujian ke 1

Briket	ΔT ($^{\circ}C$)	EEV (Kal/ $^{\circ}C$)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	e_s (kal/gr)	m (g)	Hasil (kal/g)	Waktu (menit)
B1	1,3340	2.413,5	5,94	5,98	0,0	1,0	3.219,64	11
B2	1,6782	2.413,5	1,01	1,15	0,0	1,0	4.050,56	18
B3	1,6923	2.413,5	19,01	19,09	0,0	1,0	4.084,43	24
B4	1,7150	2.413,5	19,21	19,32	0,0	1,0	4.139,25	39
B5	1,6983	2.413,5	19,55	19,78	0,0	1,0	4.099,07	53

Pengujian ke 2

Briket	ΔT ($^{\circ}C$)	EEV (Kal/ $^{\circ}C$)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	e_s (kal/gr)	m (g)	Hasil (kal/g)	Waktu (menit)
B1	1,3450	2.413,5	6,02	5,7500	0,0	1,0	3.245,88	10
B2	1,6320	2.413,5	21,38	21,3900	0,0	1,0	3.938,84	18,1
B3	1,6925	2.413,5	20,10	19,3200	0,0	1,0	4.084,06	24
B4	1,7152	2.413,5	19,91	19,5500	0,0	1,0	4.139,27	38
B5	1,6979	2.413,5	20,01	19,5500	0,0	1,0	4.097,42	51

Pengujian ke 3

Briket	ΔT ($^{\circ}C$)	EEV (Kal/ $^{\circ}C$)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	e_s (kal/gr)	M (g)	Hasil (kal/g)	Waktu (menit)
B1	1,3350	2.413,5	6,0200	5,75	0,0	1,0	3.221,75	10,2
B2	1,6124	2.413,5	21,1000	20,93	0,0	1,0	3.891,35	18,9
B3	1,6922	2.413,5	19,9100	19,55	0,0	1,0	4.083,76	23,8
B4	1,7100	2.413,5	19,9100	19,78	0,0	1,0	4.126,95	38,8
B5	1,6981	2.413,5	19,0100	19,55	0,0	1,0	4.098,90	52,5

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

Nilai Kalor (cal/g)				
Briket	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata - Rata
B1	3.219,64	3.245,89	3.221,75	3.229,09
B2	4.050,56	3.938,84	3.891,36	3.960,25
B3	4.084,43	4.084,07	4.083,76	4.084,08
B4	4.139,25	4.139,28	4.126,96	4.135,16
B5	4.099,07	4.097,42	4.098,90	4.098,46

Laju Pembakaran (kg/jam)				
Briket	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata - Rata
B1	0,0054	0,006	0,0058	0,0057
B2	0,0033	0,0033	0,0031	0,0032
B3	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
B4	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
B5	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kandungan Air Pada Briket

NO	Jenis Briket	Kandungan air/Moisture (%)					Rata-rata
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Pengujian 4	Pengujian 5	
1	B1	16,4	16	17,8	20,7	18,9	17,96
2	B2	20,5	17,5	17,9	18,8	18	18,54
3	B3	21,1	19,5	19,5	19,2	17,8	19,42
4	B4	23,6	15,5	17,5	19,8	17,8	18,84
5	B5	23,1	19,9	18,1	19,6	18,9	19,92

Lampiran 2. Perhitungan Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

Contoh perhitungan variasi campuran Briket arang serabut kelapa dengan arang sekam padi adalah sebagai berikut:

Perhitungan untuk Nilai Kalor:

Untuk Percobaan ke 1: Komposisi campuran arang serabut kelapa 15 gr dengan arang sekam padi 85 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,3340 °C	0	5,94	2 cm = 2 X 2,3 = 4,6	11

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,3340 \times 2413,5) - (5,94 - 4,6)}{1} - 0 \\ &= 3219,64 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{11 \text{ menit}} \\ &= 0,09 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0054 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 2: Komposisi campuran arang serabut kelapa 15 gr dengan arang sekam padi 85 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,3450	0	6,020	2,5 cm x 2,3 = 5,75kal	10

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,3450 \times 2413,5) - (6,02 - 5,75)}{1} - 0 \\ &= 3.245,88 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{10 \text{ menit}} \\ &= 0,1 \text{ gr/menit} \\ &= 0,006 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 3: Komposisi campuran arang serabut kelapa 15 gr dengan arang sekam padi 85 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,3350	0	6,020	2,5 cm x 2,3 = 5,75kal	10,2

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,3350 \times 2413,5) - (6,02 - 5,75)}{1} - 0 \\ &= 3.221,75 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{10,2 \text{ menit}} \\ &= 0,09 \text{ gr/menit} \\ &= 0,058 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 1: Komposisi campuran arang serabut kelapa 25 gr dengan arang sekam padi 75 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6782	0	20,71	9 X 2,3 = 20,7000 kal	18

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6782 \times 2413,5) - (20,71 - 20,7000)}{1} - 0 \\ &= 4050,56 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{18 \text{ menit}} \\ &= 0,05 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0033 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 2: Komposisi campuran arang serabut kelapa 25 gr dengan arang sekam padi 75 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6320	0	21,38	9,3 X 2,3 = 21,93	18

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6320 \times 2413,5) - (21,38 - 21,39)}{1} - 0 \\ &= 3.938,84 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\
 &= \frac{1 \text{ gram}}{18 \text{ menit}} \\
 &= 0,055 \text{ gr/menit} \\
 &= 0,0033 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 3: Komposisi campuran arang serabut kelapa 25 gr dengan arang sekam padi 75 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6124	0	21,1	9,1 X 2,3 = 20,93 kal	18,4

$$\begin{aligned}
 \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\
 &= \frac{(1,6124 \times 2413,5) - (21,1 - 20,93)}{1} - 0 \\
 &= 3.891,35 \text{ kal/gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\
 &= \frac{1 \text{ gram}}{18,4 \text{ menit}} \\
 &= 0,054 \text{ gr/menit} \\
 &= 0,0031 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 1: Komposisi campuran arang serabut kelapa 35 gr dengan arang sekam padi 65 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6923	0	19,01	8,3 X 2,3 = 19,09 kal	24

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6923 \times 2413,5) - (19,01 - 19,09)}{1} - 0 \\ &= 4.084,43 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{24 \text{ menit}} \\ &= 0,041 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0025 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 2: Komposisi campuran arang serabut kelapa 35 gr dengan arang sekam padi 65 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6925	0	20,1	8,4 X 2,3 = 19,32	24

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6925 \times 2413,5) - (20,1 - 19,32)}{1} - 0 \\ &= 4.084,0688 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{24 \text{ menit}} \\ &= 0,041 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0025 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 3: Komposisi campuran arang serabut kelapa 35 gr dengan arang sekam padi 65 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e _s (kal/gr)	e ₁ (kal)	e ₂ (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6922	0	19,91	8,5 X 2,3 = 19,55	23'56''39

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6922 \times 2413,5) - (19,91 - 19,55)}{1} - 0 \\ &= 4.083,76 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{23,5 \text{ menit}} \\ &= 0,042 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0025 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 1: Komposisi campuran arang serabut kelapa 45 gr dengan arang sekam padi 55 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e _s (kal/gr)	e ₁ (kal)	e ₂ (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,7150	0	19,21	8,4 X 2,3 = 19,32	38

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,7150 \times 2413,5) - (19,21 - 19,32)}{1} - 0 \\ &= 4.139,25 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1 \text{ gram}}{38 \text{ menit}} \\
 &= 0,026 \text{ gr/menit} \\
 &= 0,0015 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 2: Komposisi campuran arang serabut kelapa 45 gr dengan arang sekam padi 55 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,7152	0	19,91	8,5 X 2,3 = 19,55	38

$$\begin{aligned}
 \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\
 &= \frac{(1,7152 \times 2413,5) - (19,91 - 19,55)}{1} - 0 \\
 &= 4.139,27 \text{ kal/gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\
 &= \frac{1 \text{ gram}}{38 \text{ menit}} \\
 &= 0,026 \text{ gr/menit} \\
 &= 0,0015 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 3: Komposisi campuran arang serabut kelapa 45 gr dengan arang sekam padi 55 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,7100	0	19,91	8,6 X 2,3 = 19,78	38

$$\begin{aligned}
 \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\
 &= \frac{(1,7100 \times 2413,5) - (19,91 - 19,78)}{1} - 0
 \end{aligned}$$

$$= 4.126,95 \text{ kal/gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{38 \text{ menit}} \\ &= 0,025 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0015 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 1: Komposisi campuran arang serabut kelapa 55 gr dengan arang sekam padi 45 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6983	0	19,78	8,5 X 2,3 = 19,55	53

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6983 \times 2413,5) - (19,78 - 19,55)}{1} - 0 \\ &= 4.099,07 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{53 \text{ menit}} \\ &= 0,018 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0011 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 2: Komposisi campuran arang serabut kelapa 55 gr dengan arang sekam padi 45 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6979	0	20,01	8,5 X 2,3 = 19,55	53

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6979 \times 2413,5) - (20,01 - 19,55)}{1} - 0 \\ &= 4.097,42 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{53 \text{ menit}} \\ &= 0,018 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0011 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk Percobaan ke 3: Komposisi campuran arang serabut kelapa 55 gr dengan arang sekam padi 45 gr.

Berat Contoh (gr)	EEV (kal/°C)	Kenaikan Suhu ΔT (°C)	e_s (kal/gr)	e_1 (kal)	e_2 (kal)	Lama pembakaran (menit)
1	2413,5	1,6981	0	19,01	8,5 X 2,3 = 19,55	52,5

$$\begin{aligned} \text{HHV} &= \frac{(\Delta T \times \text{EEV}) - (e_1 - e_2)}{m} - e_s \\ &= \frac{(1,6981 \times 2413,5) - (19,01 - 19,55)}{1} - 0 \\ &= 4.098,90 \text{ kal/gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa sampel uji}}{\text{Waktu sampai briket habis}} \\ &= \frac{1 \text{ gram}}{52,5 \text{ menit}} \\ &= 0,019 \text{ gr/menit} \\ &= 0,0011 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 3. Foto Penelitian

Limbah Serabut Kelapa



Limbah sekam padi



Pengarangan serabut kelapa



Pengarangan sekam padi



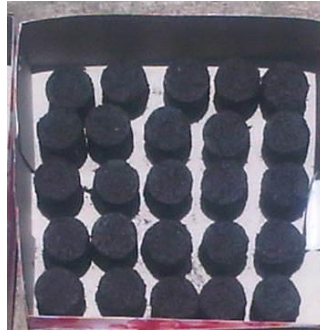
Arang serabut kelapa dan arang sekam padi



Arang serabut kelapa dan sekam padi



B1 (15 gr arang
serabut kelapa
dengan 85 gr arang
sekam padi)



B2 (25 gr arang
serabut kelapa
dengan 75 gr arang
sekam padi)



B3 (35 gr arang
serabut kelapa
dengan 65 gr arang
sekam padi)



B4 (45 gr arang
serabut kelapa
dengan 55 gr arang
sekam padi)

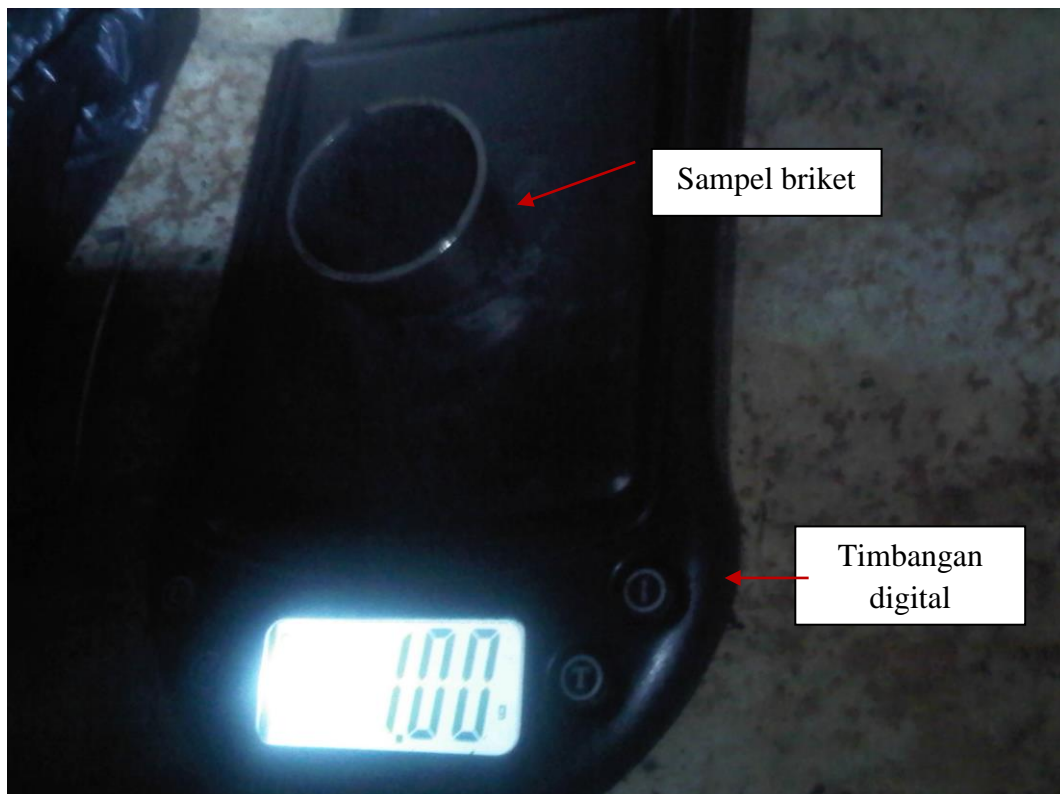


B5 (55 gr arang
serabut kelapa
dengan 45 gr arang
sekam padi)

Briket setelah dicetak



Pengukuran Kadar Air



Menimbang berat satu gram biobriket sebagai sampel



Kawat Pembakaran sepanjang 10 cm



Memasang kawat pembakaran sepanjang 10 cm



kawat pembakaran sepanjang 10 cm yang sudah terpasang



Memberi oksigen pada *combustion capsule*



Memasukkan bom kalorimeter ke dalam vessel



Bom Kalorimeter



Alat uji laju penurunan massa



Pengukuran laju penurunan massa

LAMPIRAN 4. Surat Keterangan Penelitian