

**ABSTRAK DAN EXECUTIVE SUMMARY
PENELITIAN TEMATIK UNGGULAN**

DIPA – 023.04.2.414995/2013 , 05 -12-2012



**TEKNOLOGI PEMBUATAN BRIKET AMPAS TEBU DAN SERBUK
GERGAJIAN KAYU SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF
YANG RAMAH LINGKUNGAN**

Tahun ke 2 dari rencana 2 . tahun

**Ir. Digdo Listyadi Setiawan, M.Sc. /0017066802
Mahros Darsin S.T, M.Sc/0022037002
Dr. Nasrul Iminnafik ST, M.T/0014117104
Hary Sutjahjono ST, M.T/0005126806**

**UNIVERSITAS JEMBER
NOPEMBER 2014**

**TEKNOLOGI PEMBUATAN BRIKET AMPAS TEBU DAN SERBUK GERGAJIAN
KAYU SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF
YANG RAMAH LINGKUNGAN**

Peneliti : Ir. Digdo Listyadi Setiawan, M.Sc.¹, Mahros Darsin S.T, M.Sc²,
Dr. Nasrul Ilminnafik ST, M.T³, Hary Sutjahjono ST, M.T⁴
Mahasiswa Terlibat : Arif Rahmat, Imron Rosyadi, Moh. Yunus
Sumber Dana : DIPA – 023.04.2.414995/2013
^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik Universitas Jember

ABSTRAK

Sampah kebun merupakan sampah organik yang mengandung lignoselulosa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, dan jerami (Dewi R.G. and Siagian U., 1992). Jumlah sampah kebun yang melimpah serta penanganannya yang masih sederhana, mendorong timbulnya suatu pemikiran baru untuk meningkatkan nilai gunanya. Komponen lignoselulosa merupakan polimer alami dengan berat molekul tinggi yang kaya energi sehingga jumlah sampah kebun yang banyak ini berpotensi sebagai sumber energi (Winaya, N.I. 2010). Sampah kebun yang digunakan sebagai bahan bakar berupa briket (eko-briket) lebih bersifat ramah lingkungan dibandingkan dengan briket batubara (Syamsiro M dan Saptoadi H. 2007). Akan tetapi, nilai kalor yang terkandung di dalamnya lebih rendah, yaitu hanya sebesar 6.513 KJ/kg, setara dengan 1.563,12 kal/g (Husada, T.I., 2008). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan dengan cara menambah bahan lain yang memiliki nilai kalor tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat briket dari ampas tebu dan serbuk gergajian kayu sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Pada tahun kedua juga dilakukan pembuatan briket seperti pada tahun pertama, namun perbedaannya terletak pada variasi suhu karbonisasi dan kondisi suhu tekan panas yang divariasi pula dan dilanjutkan karaktersasi lebih lanjut terhadap briket tersebut. Pengaruh massa jenis briket terhadap kekuatan mekanik briket. Pengaruh distribusi porositas briket terhadap ukuran pori. Pengaruh suhu karbonisasi dan aktifasi campuran ampas tebu dan serbuk gergajian terhadap kualitas briket serta lamanya waktu karbonisasi terhadap sifat mekanik briket. Hasil penelitian menunjukkan : a). Pengaruh variasi ukuran partikel mampu meningkatkan kualitas nilai kalor. Semakin kecil ukuran partikel maka nilai kalor akan semakin tinggi. b). Variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap laju pembakaran. Semakin kecil ukuran partikel maka laju pembakaran akan semakin melambat. c). Variasi ukuran partikel memberikan pengaruh terhadap ignition time. Semakin kecil ukuran partikel maka ignition time menjadi lebih lama. d). Pengaruh variasi ukuran berpengaruh terhadap waktu pembakaran. Semakin kecil ukuran partikel dapat meningkatkan waktu pembakaran (burning time). e). Nilai kalor dalam penelitian ini berbanding terbalik dengan laju pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin lambat laju pembakarannya. Sedangkan ignition time dalam penelitian ini berbanding lurus dengan burning time. Semakin lama ignition time maka semakin lama burning time, f). Nilai kalor dalam penelitian ini berbanding terbalik dengan ignition time. Sedangkan laju pembakaran dalam penelitian ini berbanding lurus dengan burning time. Semakin lambat laju pembakaran maka burning time semakin lama, g). Variasi temperatur pirolisis yang dilakukan pada penelitian ini hingga temperatur 390°C, mampu meningkatkan nilai kalor briket arang ampas tebu. Sedangkan proses pirolisis menyebabkan dimensi arang lebih seragam sehingga briket yang terbentuk lebih rapat dan kompak

Keyword : Briket, sifat mekanik, nilai kalor, karbonisasi, ampas tebu dan serbuk kayu

**TEKNOLOGI PEMBUATAN BRIKET AMPAS TEBU DAN SERBUK GERGAJIAN
KAYU SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF
YANG RAMAH LINGKUNGAN**

Peneliti : Ir. Digdo Listyadi Setiawan, M.Sc.¹, Mahros Darsin S.T, M.Sc²,
Dr. Nasrul Ilminnafik ST, M.T³, Hary Sutjahjono ST, M.T⁴
Mahasiswa Terlibat : Arif Rahmat, Imron Rosyadi, Moh. Yunus
Sumber Dana : DIPA – 023.04.2.414995/2013
Kontak Email : digdo_listya@yahoo.co.id
Desiminasi : Seminar Nasional Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan
Energi, Universitas Hasanuddin Makasar , 23 – 26 September
2014

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik Universitas Jember

Executive Summary

1. Latar Belakang

Ketersediaan energi fosil yang makin langka di Indonesia mendorong pemerintah untuk mencari sumber energi alternatif. Berdasarkan data ESDM (Energi dan Sumber Daya Mineral) tahun 2006 dalam Hambali dkk (2007), pemakaian energi di Indonesia didominasi oleh minyak bumi yaitu sebesar 52,5%, sedangkan penggunaan gas bumi sebesar 19%, batubara 21,5%, air 3,7%, panas bumi 3%, dan energi terbarukan hanya sekitar 0,2% dari total penggunaan energi. Oleh karena itu, apabila terus dikonsumsi dan tidak ditemukan teknologi baru untuk meningkatkan *recovery*-nya, diperkirakan cadangan minyak bumi Indonesia akan habis dalam waktu 23 tahun, gas bumi dalam waktu 62 tahun, dan batubara dalam waktu 146 tahun. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas manusia. Hal ini berarti pula peningkatan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan. Komposisi sampah di negara-negara berkembang seperti Indonesia, didominasi oleh sampah organik, yaitu di atas 70%. Sampah kebun merupakan sampah organik yang mengandung lignoselulosa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, dan jerami (Dewi R.G. and Siagian U., 1992). Jumlah sampah kebun yang melimpah serta penanganannya yang masih sederhana, mendorong timbulnya suatu pemikiran baru untuk meningkatkan nilai gunanya. Komponen lignoselulosa merupakan polimer alami dengan berat molekul tinggi yang kaya energi sehingga jumlah sampah kebun yang banyak ini berpotensi sebagai sumber energi (Winaya, N.I. 2010). Sampah kebun yang digunakan sebagai bahan bakar berupa briket (eko-briket) lebih bersifat ramah lingkungan dibandingkan dengan briket batubara (Syamsiro M dan

Saptoadi H. 2007). Akan tetapi, nilai kalor yang terkandung di dalamnya lebih rendah, yaitu hanya sebesar 6.513 KJ/kg, setara dengan 1.563,12 kal/g (Husada, T.I., 2008). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan dengan cara menambah bahan lain yang memiliki nilai kalor tinggi.

Oleh karena itu perlu dicari bahan energy alternative lain yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat, salah satu energy alternative pengganti bahan bakar minyak dan gas elpiji adalah briket. Briket selain murah harganya dibandingkan dengan harga bahan bakar minyak maupun elpiji, juga terbukti memiliki sifat ramah lingkungan. Bahan bakar briket merupakan salah satu alternative yang dapat diambil, dikarenakan pemakaian kompor yang berbahan bakar briket ini akan lebih murah daripada penggunaan kompor yang berbahan bakarnya atau gas (Abdullah, 1980). Bahan yang digunakan untuk membuat briket diharapkan mudah didapat, memiliki nilai kalor cukup tinggi, tidak menimbulkan gas-gas beracun, dan murah harganya serta mudah cara pengolahannya.

Ampas tebu dan serbuk gergajian kayu, selama ini hanya dianggap sebagai limbah, namun hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan, pemanfaatan serbuk gergajian kayu dapat menurunkan bahan bakar minyak hingga 80%. Tidak hanya itu, produk limbah ini dapat menjadi energy alternatif yang ramah lingkungan. Penggunaan ampas tebu dan serbuk kayu sebagai bahan briket belum dilakukan masyarakat. Untuk itu, dalam penelitian ini kami berkonsentrasi pada campuran ampas tebu dan serbuk kayu yang berasal dari pabrik gula dan pabrik penggergajian kayu yang selanjutnya dikarbonasi pada suhu 140⁰C- 200⁰C dan memperhatikan latar belakang di atas, kami melakukan penelitian mengenai teknologi pembuatan bahan bakar briket sebagai perwujudan energy alternative bagi masyarakat umumnya.

2. Metode Penelitian

A. Pembuatan Briket

Secara garis besar, proses pembuatan semua jenis briket adalah sama, yaitu dilakukannya pemberian tekanan sehingga serbuk bahan baku menjadi padat. Pada bagian ini akan dijelaskan pembuatan briket dari ampas tebu dan serbuk gergajian kayu tahap demi tahap mulai dari proses pengurangan sampai dengan proses perencanaan alat cetak sehingga bisa menjadi referensi bagi masyarakat yang ingin membuat sendiri alat cetak dan mesin pressnya. Langkah-langkah pembuatan briket ampas tebu dan gergajian kayu :

1. Proses pengurangan
2. Proses penggilingan

3. Proses pengayakan
4. Proses pencampuran dan pengadukan
5. Proses pencetakan
6. Proses pengeringan

B. Parameter yang Diamati

B.1. Nilai kalor.

Pengukuran kualitas nilai kalor dilakukan untuk setiap perlakuan pada setiap kali ulangan. Kualitas nilai kalor dapat diukur dengan menggunakan alat *parr oxygen bomb calorimeter* (kal/gr).

Cara pengujian kualitas nilai kalor pada briket bioarang ampas tebu dan serbuk gergajian adalah dengan menimbang bahan sebanyak 0.15 gram dan diletakkan dalam cawan platina dan ditempatkan pada ujung tangkai penyala yang sudah dipasang kawat penyala, kemudian dimasukkan ke dalam tabung bom dan ditutup dengan erat. Oksigen diisikan ke dalam tabung dengan tekanan 30 bar dan dimasukkan ke dalam tabung kalorimeter yang sudah diisikan air sebanyak 1250 ml, kemudian ditutup dengan alat pengaduknya. Pengaduk air pendingin dihidupkan selama 5 menit dan dicatat temperatur yang tertera pada termometer. Penyalaan dilakukan dan dibiarkan selama 5 menit, kemudian dicatat kenaikan suhu pada termometer. Dihitung nilai kalor dengan persamaan:

$$HHV = \frac{(\Delta T - 0,05) \times C_v}{4,187} \text{ kal/g}$$

HHV = kal/g

Dimana : T1 = Temperatur sebelum pengeboman (0C)

T2 = Temperatur setelah pengeboman (0C)

HHV = Kualitas nilai kalor (kal/g)

Cv = Panas jenis *bomb calorimeter* = 73529.6 (kJ/kg 0C)

0.05 = Kenaikan temperatur kawat penyala (0C)

B.2. Densitas

Perhitungan berat jenis dapat didasarkan pada berat kering tanur, berat basah, dan pada berat kering udara. Sudrajat (1983) menyatakan bahwa berat jenis kayu sangat berpengaruh

terhadap kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, dan nilai kalor briket. Dijelaskan juga bahwa briket dengan kerapatan tinggi menunjukkan nilai kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu, karbon terikat, dan nilai kalor yang lebih tinggi dibanding briket dengan kerapatan rendah. Pada penelitian ini pengukuran berat jenis dilakukan pada berat kering udara yang ditentukan dengan rumus:

$$\rho = \frac{\text{Berat briket (g)}}{\text{Volume briket (cm}^3\text{)}}$$

Di mana ρ = massa jenis (g/cm³)

B.3. Kadar abu

Penentuan kadar abu dilakukan untuk setiap perlakuan pada setiap kali ulangan. Cara pengujian kadar abu adalah dengan terlebih dahulu memanaskan cawan porselen ke dalam oven dengan suhu 1050C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Diletakkan 2 gram bahan ke dalam cawan porselen kemudian dimasukkan ke dalam tungku pengabuan dan dibakar secara perlahan selama 4 jam sampai suhu pembakaran akhir 580 – 600⁰C sehingga semua karbon hilang. Didinginkan cawan beserta isinya ke dalam desikator kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat abu. Besarnya kadar abu dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{W_1}{W_2} \times 100\%$$

Dimana: W1 = Berat abu (gram).

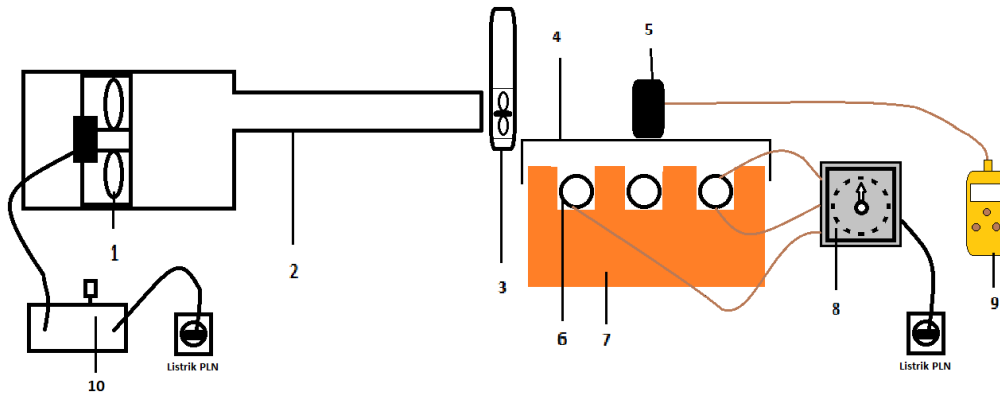
W2 = Berat sampel yang dikeringkan (gram).

B. 4. Burning time dan Ignition time

Alat untuk pengujian burning time dan ignition time ditunjukkan pada Gambar 1 Adapun prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan dan menyetel laju udara fan 0,6 m/s menggunakan anemometer.
2. Merangkai dan menyetel suhu elemen pemanas menggunakan termo start pada posisi suhu 200⁰C
3. Meletakkan briket di atas elemen pemanas dengan jarak antara briket ke elemen pemanas 10 mm.
4. Mencatat waktu yang dibutuhkan untuk pengapian dan dilanjutkan Mencatat waktu pembakaran.

5. Mengulangi 3x pengujian semua briket ampas tebu pada masing-masing variasi.



Gambar 1. Skema Alat Uji Pembakaran

Keterangan :

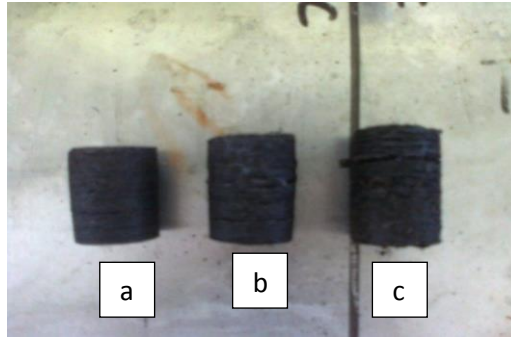
- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Fan | 7. Elemen pemanas |
| 2. Saluran udara | 8. Batu bata |
| 3. Anemometer | 9. Termostart |
| 4. Jaring-jaring kawat | 10. Termometer reder |
| 5. Briket | 11. Pengatur arus |

3. Pemaparan Hasil

3.A. Variasi Ukuran Partikel Briket

3.A.1 Hasil Penelitian

Pembuatan briket dilakukan dengan pengarangn ampas tebu dengan suhu 200°C . Arang ampas tebu dihancurkan hingga menjadi butiran-butiran kecil kemudian diayak dengan variasi ukuran mesh yang ditentukan. Lalu dicampur dengan perekat dan diracik sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, briket dibuat dengan menggunakan penekanan 150 kg/cm^2 atau gaya penekannya 420 kg dengan menggunakan alat penekan dan dicetak dalam bentuk silinder dengan diameter 19 mm dengan berat total komposisi 5 gram. Hasil dari briket berbagai variasi ukuran partikel ditunjukkan pada Gambar 2. Briket pada Gambar 2 kemudian diuji untuk mendapatkan karakteriatik pembakaran. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2. a. Briket mesh 70, b. Briket mesh 50, c. Briket mesh 30

Tabel 1. Karakteristik Briket

No	Nama Briket	Karakteristik Briket				
		Densitas (g/cm ³)	Ignition Time (s)	Burning Time (s)	Laju Pembakaran (g/s)	Nilai Kalor (cal/g)
1	M 30	0.57	17.75	987.94	0.0018	4892.52
2		0.58	34.62	1068.84	0.0019	4893.53
3		0.57	22.47	792.60	0.002	4892.63
4	M 50	0.61	32.07	1291.53	0.0017	5137.59
5		0.61	30.31	1210.34	0.0018	5136.89
6		0.6	24.34	843.53	0.0017	5138.69
7	M 70	0.69	43.81	1323.04	0.0017	5238.21
8		0.68	35.65	1274.02	0.0017	5237.91
9		0.68	34.21	920.11	0.0016	5239.61

Keterangan :

M 30 = Ukuran partikel 30 mesh

M 50 = Ukuran partikel 50 mesh

M 70 = Ukuran partikel 70 mesh

3.A.2. Rendemen

Rendemen merupakan banyaknya arang yang terbentuk setelah pirolisis yang dibandingkan terhadap berat ampas tebu sebelum dilakukan pirolisis. Berdasarkan hasil pengujian rendemen didapatkan rata-rata pengurangan massa ampas tebu menjadi arang ampas tebu sebesar 46.93 % seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Ini disebabkan pada proses pirolisis, ampas tebu dipanaskan pada suhu 200⁰C sehingga kandungan zat-zat yang ada di dalam ampas tebu terlepas seperti air, tar dan lain-lainnya menyebabkan massa yang ada di dalam ampas tebu berkurang.

3.A.3. Kepadatan

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kepadatan tertinggi untuk briket sebesar 0.69 g/cm³ diperoleh dari ukuran mesh 70. Hal ini disebabkan dengan ukuran partikel yang lebih kecil memungkinkan untuk lebih banyak menempati ruang-ruang kosong yang ada didalam briket sehingga kerekatan antar partikel semakin tinggi. Semakin besar kepadatan maka volume atau ruang yang diperlukan akan lebih kecil untuk berat briket yang sama. Apabila dibandingkan dengan nilai kepadatan briket arang buatan Jepang (1,0g/cm³-1,2g/cm³),

Amerika (1 g/cm^3), dan Inggris ($0,48 \text{ g/cm}^3$) maka nilai kepadatan briket yang dihasilkan memenuhi standar (Triono A, 2006).

3. A.4. Ignition Time

Waktu pengapian adalah waktu yang dibutuhkan untuk membakar briket hingga muncul titik nyala api (David dkk 2013).. Briket diuji pada alat prototype pembakaran dengan suhu elemen pemanas 200°C . Pengambilan data dilakukan ketika pada briket muncul titik bara api atau warna merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengapian meningkat dari ukuran partikel yang paling besar hingga yang paling kecil. Pada ukuran mesh 30, waktu pengapian rata-rata didapatkan 24,94 detik dan waktu pengapian terlama diperoleh pada ukuran mesh 70 dengan waktu pengapian rata-rata 37,89 detik.

3.A.5. Burning Time

Waktu pembakaran menunjukkan bahwa durasi pembakaran meningkat dari ukuran partikel yang lebih besar hingga yang lebih kecil. Dengan ukuran mesh 30, rata-rata waktu pembakaran adalah 15 menit 49,79 detik sedangkan untuk ukuran mesh 50 dan mesh 70 waktu pembakarannya adalah 18 menit 35,13 detik dan 19 menit 32,39 detik. Peningkatan waktu pembakaran dengan perbedaan ukuran partikel dapat dikaitkan dengan peningkatan densitas yang mengakibatkan berkurangnya porositas. Pengurangan celah udara antar partikel yang berdekatan bisa menghambat perambatan api karena konduktivitas termal yang rendah.

3.A.6. Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan laju oksidasi dikarenakan membutuhkan oksigen dalam reaksinya. Dalam pengujian ini dilakukan pada bom kalorimeter dengan berat briket 0,5 g yang dibakar lalu dicatat suhu awal sampai suhu akhir pembakaran untuk mengetahui parameter waktunya. Berdasarkan hasil pengujian laju pembakaran menunjukkan bahwa ukuran mesh 30 laju pembakarannya rata-rata sebesar $0,0019 \text{ g/s}$. pengujian laju pembakaran untuk ukuran mesh 50 rata-rata sebesar 0.00173 g/s dan untuk ukuran mesh 70 laju pembakarannya rata-rata diperoleh 0.00167 g/s . Dari hasil ini bisa dilihat bahwa laju pembakaran tercepat diperoleh pada briket dengan variasi ukuran mesh 30. Sedangkan laju pembakaran paling lama diperoleh pada briket dengan variasi ukuran mesh 70.

3.A.7. Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor briket arang ampas tebu dengan variasi ukuran partikel menghasilkan nilai kalor tertinggi adalah briket arang ampas tebu dengan mesh 70 dengan nilai kalor rata-rata sebesar $5238,58 \text{ cal/g}$. Pengujian briket dengan mesh 50 menghasilkan

nilai kalor rata-rata sebesar 5137,72 cal/g dan pengujian briket dengan mesh 30 menghasilkan nilai kalor rata-rata sebesar 4892,89 cal/g. Jadi selisih nilai kalor briket antara mesh 70 dan mesh 30 sebesar 345,69 cal/g. Hasil pengujian pembakaran dalam bom kalorimeter pada briket arang ampas tebu dengan variasi ukuran partikel yang setiap kenaikan 20 mesh pertama nilai kalor bertambah sebesar 244,83 cal/g dan kenaikan 20 mesh kedua nilai kalor bertambah sebesar 100,86 cal/g. Hal ini dikarenakan ukuran partikel memiliki densitas yang berbeda sehingga mampu membantu menaikkan nilai kalor briket arang ampas tebu tersebut.. Sedangkan untuk ampas tebu (belum diarangkan) nilai kalornya sebesar 3663,9 cal/g. Peningkatan nilai kalor dari ampas tebu mentah (belum diarangkan) ke arang ampas tebu sebesar 1228,99 cal/g. Hal ini disebabkan karena tingginya kandungan air dan kandungan volatile matter pada ampas tebu yang belum diarangkan sehingga dapat mengurangi nilai kalor pada briket tersebut.

3.B. Variasi Temperatur Pirolisis

3.B.1 Karakteristik Briket

Briket dibuat dari arang ampas tebu dengan variasi temperatur pirolisis 210⁰C, 300⁰C, 390⁰C dan juga tanpa dipirolisis dengan komposisi perekat 5 % dan tekanan pencetakan 150 kg/cm² dengan berbentuk silinder berdiameter 1,9 mm.



Gambar 3. (a) Briket Tanpa pirolisis, (b) Briket Temperatur pirolisis 210⁰C, (c) Briket Temperatur pirolisis 300⁰C, (d) Briket Temperatur pirolisis 390⁰C

Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan, data penelitian selengkapnya disajikan pada lampiran A.1, sedangkan rata-rata hasil pengujian terhadap karakteristik pembakaran briket ampas tebu dengan variasi temperatur pirolisis disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 2. Karakteristik pembakaran briket ampas tebu dengan variasi temperatur pirolisis

	Karakteristik Pembakaran			
	Nilai Kalor (kal/gr)	Laju Pembakaran	Ignition Time	Burning Time
T ₁	3663.908	0.00257	5.406667	1123.15
T ₂	5137.644	0.00173	18.8833	1205.22
T ₃	5481.598	0.0017	23.6167	1380.34
T ₄	5974.198	0.001567	35	1787.447

Keterangan:

T₁ = Tanpa pirolisis

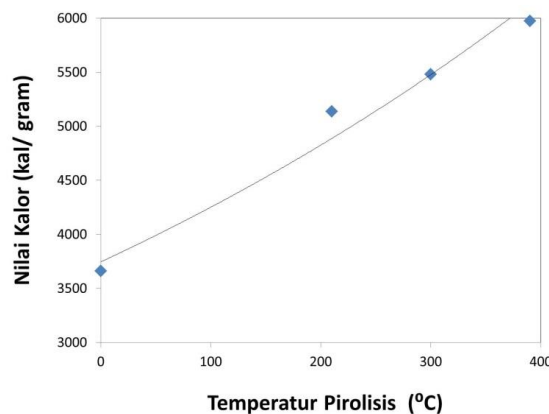
T₂ = Temperatur pirolisis 210 °C

T₃ = Temperatur pirolisis 300 °C

T₄ = Temperatur pirolisis 390 °C

3.B.2 Nilai Kalor

Pengujian terhadap nilai kalor bertujuan untuk mengetahui sejauh mananilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh briket. Hasil penelitian nilai kalor dari berbagai macam variasi pirolisis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai kalor briket dengan berbagai perlakuan

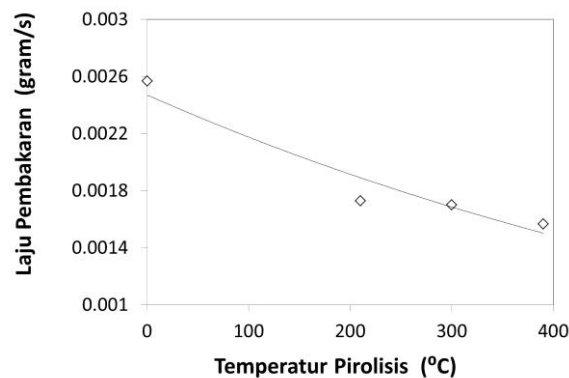
Berdasarkan pengujian karakteristik pembakaran briket, pengaruh temperatur pirolisis terhadap nilai kalor, diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis (T1) dihasilkan rata-rata nilai kalor 3663,908 kal/gr, pada temperatur pirolisis 210 °C (T2) dihasilkan rata-rata nilai kalor 5137,645 kal/gr, pada temperatur pirolisis 300 °C (T3) dihasilkan rata-rata nilai kalor 5481,598 kal/gr, dan pada temperatur pirolisis 390°C (T4) dihasilkan rata-rata nilai kalor 5974,198 kal/gr. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai kalor tertinggi diperoleh pada temperatur pirolisis 390 °C (T4) dengan nilai kalor rata-rata 5974,198 kal/gr. Sedangkan nilai kalor terendah diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis dengan nilai kalor rata-rata 3663,908 kal/gr. Hal ini dikarenakan pembentukan karbon dan penghilangan zat mudah menguap (*volatile matter*) yang maksimal, hal ini diperkuat oleh Hartanto F P dan Alim Fathul (2014) bahwa semakin tinggi suhu pirolisis maka nilai kalor briket semakin besar disebabkan pembentukan arang dalam proses pirolisis dapat berlangsung lebih sempurna,

sehingga proses penguraian biomassa menjadi arang lebih sempurna. Kemudian jika semakin banyak kandungan *volatile matter*, maka semakin rendah pula suhu yang dibutuhkan untuk *ignition*, hal ini dikarenakan ada panas yang dibuang bersamaan dengan *volatile matter* dari permukaan. Energi panas ini dapat memicu ignisi lainnya pada permukaan secara radiasi (Noviani, 2011)

Nilai kalor briket pada penelitian ini berkisar antara 3663,908 kal/gr –5974,198 kal/gr. Apabila dibandingkan dengan nilai kalor briket buatan Jepang (6000 kal/g-7000 kal/gr), Amerika (6230 kal/gr), Inggris (7289 kal/gr), dan Indonesia (5000kal/gr) maka nilai kalor briket ampas tebu dengan pirolisis memenuhi syarat standar briket SNI 01-6235-2000 (min. 5000 kal/gr).

3.B.3 Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran digunakan untuk mengetahui kecepatan pembakaran briket hingga menjadi abu. Dalam pengujian ini dilakukan pada bom calorimeter dengan mengambil 0,5 gr dari briket, kemudian mencatat suhu awal pembakarannya hingga suhu akhirnya untuk mengetahui waktu pembakarannya. Hasil pengujian laju pembakaran briket disajikan pada Gambar 4



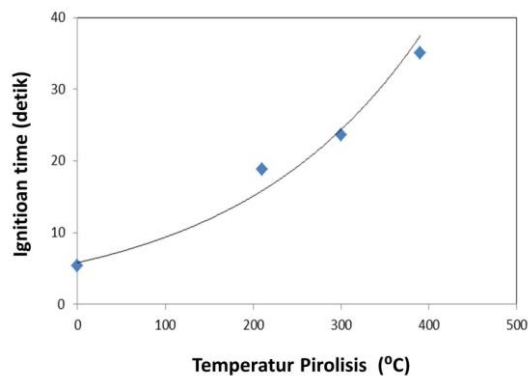
Gambar 4. Hasil pengujian laju pembakaran

Berdasarkan pengujian laju pembakaran briket, pengaruh temperatur pirolisis terhadap laju pembakaran, diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis (T1) dihasilkan rata-rata laju pembakaran 0.00256 gr/s, pada temperatur pirolisis 210 °C (T2) dihasilkan rata-rata laju pembakaran 0.00176 gr/s, pada temperatur pirolisis 300 °C (T3) dihasilkan laju pembakaran 0.0017 gr/s, dan pada temperatur pirolisis 390 °C (T4) dihasilkan rata-rata laju pembakaran 0.00156 gr/s. Maka dapat disimpulkan bahwa laju pembakaran tercepat diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis dengan rata-rata laju pembakarannya 0.00256 gr/s. Sedangkan laju pembakaran terlambat diperoleh pada briket temperatur pirolisis 390 °C (T4)

dengan laju pembakarannya rata-rata diperoleh 0.00156 gr/s. Maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh pirolisis sangatlah berpengaruh terhadap laju pembakaran, semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin lambat juga laju pembakarannya. Hal ini disebabkan kandungan karbon lebih banyak dari pada zat mudah menguap (*volatile matter*) yang terkandung didalam bahan. Briket yang tanpa proses pirolisis memiliki kadar *volatile matter* yang lebih tinggi dibandingkan dengan briket yang diarangkan. Menurut Jamilaturun (2007) kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kekerasan bahan. Sulistyanto, 2006 juga menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kalor maka laju pembakarannya semakin lambat. Hal ini diduga karena perbedaan perlakuan bahan baku yang digunakan. Menurut (Triono, 2006) Tinggi rendahnya kadar zat menguap pada briket arang disebabkan oleh kesempurnaan proses karbonisasi dan juga dipengaruhi oleh waktu dan suhu pada proses pengarangan. Semakin besar suhu dan waktu pengarangan maka semakin banyak zat menguap yang terbuang.

3.B.4. Ignition Time

Ignition Time atau waktu pengapian adalah waktu yang dibutuhkan untuk membakar briket hingga muncul titik nyala api. Pengujian waktu pengapian briket arang ampas tebu yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengujian *ignition time*

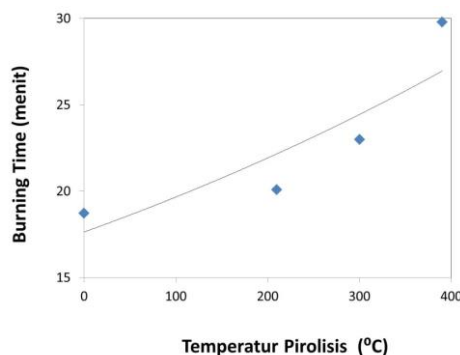
Berdasarkan pengujian waktu pengapian briket, pengaruh temperatur pirolisis terhadap nilai kalor, Hasil pada Gambar 5. menunjukkan bahwa waktu pengapian meningkat dari temperatur pirolisis yang paling kecil hingga temperatur pirolisis yang paling tinggi, diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis (T1) dihasilkan rata-rata waktu pengapian 5.40667detik, pada temperature pirolisis 210⁰C (T2) dihasilkan rata-rata waktu pengapian 18.8833detik, pada temperatur pirolisis 300 ⁰C (T3) dihasilkan waktu pengapian 23.6167detik, dan pada temperatur pirolisis 390 ⁰C (T4) dihasilkan rata-rata waktu pengapian 35 detik. Maka dari hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu pengapian terlama

diperoleh pada briket temperatur pirolisis 390 °C (T4) dengan waktu pengapian rata-rata 35 detik, Sedangkan waktu pengapian terendah diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis dengan waktu pembakaran rata-rata 5.406667 detik. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pirolisis maka semakin lama waktu pembakarannya. Hal ini disebabkan kandungan karbon lebih banyak dari pada zat mudah menguap (*volatile matter*) yang terkandung didalam bahan seiring bertambahnya temperatur pirolisis. Selain itu dibandingkan dengan briket pirolisis, briket dengan tanpa pirolisis memiliki sifat elastis yang tinggi saat dipres sehingga dengan pori yang lebih besar waktu pengapiannya lebih cepat dikarenakan permukaan partikel lebih banyak berkontak langsung dengan udara. Hal ini sesuai seperti yang dikemukakan oleh Jamilatun (2007) bahwa kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kekerasan bahan.

3.B.5. Burning Time

Burning Time atau waktu pembakaran adalah waktu yang dibutuhkan untuk membakar briket mulai timbul titik nyala api sampai selesai terbakar habis. Pada pengujian ini satu briket utuh dibakar menggunakan elemen pemanas dengan suhu 200°C dengan jarak briket ke elemen pemanas sekitar 15mm. Data hasil pengujian waktu pembakaran yang disajikan pada Gambar 6

Berdasarkan pengujian waktu pembakaran briket, pengaruh temperatur pirolisis terhadap nilai kalor, diperoleh pada briket tanpa proses pirolisis (T1) dihasilkan rata-rata waktu pembakaran 18 menit 42,48 detik, pada temperatur pirolisis 210 °C (T2) dihasilkan rata-rata waktu pembakaran 19 menit 91,22 detik, pada temperatur pirolisis 300 °C (T3) dihasilkan waktu pembakaran 22 menit 86,34 detik, dan pada temperatur pirolisis 390 °C (T4) dihasilkan rata-rata waktu pembakaran 29 menit 60,11 detik.



Gambar 6. Grafik pengujian *burning time*

Maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh pirolisis terhadap lamanya waktu pembakaran sangatlah berpengaruh seiring dengan bertambahnya temperature pirolisis. Hal

ini disebabkan karena briket dengan proses pirolisis memiliki kadar *volatile matter* yang lebih rendah dibandingkan dengan briket tanpa proses pirolisis (T1). Sedangkan briket tanpa proses pirolisis (T1) memiliki kadar *Volatile matter* yang tinggi dibuktikan briket lebih cepat terbakar habis dan adanya asap saat pengujian ditunjukkan pada gambar D.7 pada lampiran. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Hendra dan Pari 2000 bahwa Kandungan kadar zat menguap yang tinggi akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket arang dinyalakan, hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol yang ada pada arang. Syamsiro dan Saptoadi (2007) juga menyatakan hal yang sama bahwa laju pembakaran biobriket semakin tinggi dengan semakin tingginya kandungan senyawa yang mudah menguap (*volatile matter*).

4. Simpulan Akhir dari Penelitian

1. Pengaruh variasi ukuran partikel mampu meningkatkan kualitas nilai kalor. Semakin kecil ukuran partikel maka nilai kalor akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin kecil ukuran partikel maka densitas pada briket akan semakin tinggi sehingga akan membantu menaikkan nilai kalor briket arang ampas tebu.
2. Variasi ukuran partikel berpengaruh terhadap laju pembakaran. Semakin kecil ukuran partikel maka laju pembakaran akan semakin melambat. Hal ini dikarenakan densitas yang tinggi menyebabkan briket arang ampas tebu menjadi padat sehingga merambatnya api semakin lama.
3. Variasi ukuran partikel memberikan pengaruh terhadap *ignition time*. Semakin kecil ukuran partikel maka *ignition time* menjadi lebih lama. Hal ini disebabkan karena dengan ukuran partikel yang kecil maka porositas yang ada di dalam briket juga lebih sedikit sehingga pada waktu dilakukan pengujian briket menjadi lama terbakar.
4. Pengaruh variasi ukuran berpengaruh terhadap waktu pembakaran. Semakin kecil ukuran partikel dapat meningkatkan waktu pembakaran (*burning time*). Hal ini disebabkan semakin kecil ukuran partikel briket maka porositas yang ada di dalam briket jadi lebih sedikit sehingga menghambat perambatan api karena konduktivitas termal yang rendah.
5. Nilai kalor dalam penelitian ini berbanding terbalik dengan laju pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin lambat laju pembakarannya. Sedangkan *ignition time* dalam penelitian ini berbanding lurus dengan *burning time*. Semakin lama *ignition time* maka semakin lama *burning time*.
6. Nilai kalor dalam penelitian ini berbanding terbalik dengan *ignition time*. Semakin tinggi nilai kalor maka *ignition time* semakin lama. Sedangkan laju pembakaran dalam penelitian ini berbanding lurus dengan *burning time*. Semakin lambat laju pembakaran maka *burning*

time semakin lama.

7. Variasi temperatur pirolisis yang dilakukan pada penelitian ini hingga temperatur 390°C, mampu meningkatkan nilai kalor briket arang ampas tebu. Sedangkan proses pirolisis menyebabkan dimensi arang lebih seragam sehingga briket yang terbentuk lebih rapat dan kompak. Hal ini menyebabkan kandungan air sulit keluar sehingga waktu penyalaan lama tapi waktu pembakaran juga lebih lama.
8. Briket dengan ukuran partikel arang yang kecil, menyebabkan briket lebih rapat sehingga air yang terjebak di dalam briket sulit menguap saat pengeringan menyebabkan briket lebih sulit terbakar dan waktu penyalaan lebih lama. Peningkatan ukuran partikel bisa memperbaiki waktu penyalaan tapi menurunkan waktu pembakaran.

5. Daftar Pustaka

- Abdullah, 1980. Energi dan Tingkat Kemajuan Teknologi. Penerbit: Sinar Harapan. Jakarta.
- Abdullah, K., A.K. Irwanto, N. Siregar, E. Agustina, A.H. Tambunan, M. Yamin, dan E. Hartulistiyoso, 1991. Energi dan Listrik Pertanian, JICA IPB. Bogor.
- Adan, I.U., 1998. Teknologi Tepat Guna: Membuat Briket Bioarang. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonimous, 1989. Penelitian Pemanfaatan Sagu Sebagai Bahan Perikat. Hasil Penelitian IndustriDEPERINDAG. Medan.
- _____, 2007. Jagung. Wikimedia *Fondation Inc.* <http://id.wikipedia.org> [15 Juni 2009].
- Aylianawaty, dan Ery S., 1985. Pengaruh Berbagai *Pre-Treatment* pada Limbah Tongkol Jagungdengan Bantuan *Aspergillus niger*. <http://www.lppm.wima.ac.id/ailin.pdf> [15 Juni 2009].
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2005. Lahan Pertanian Jagung. BPS. Jakarta.
- Earl, D.E., 1974. *A report on Corcoal*, Andre Meyer *Research Fellow*. FAO. Rome.
- Dewi R.G. and Siagian U., 1992. *The Potential of Biomass Residues as Energy Sources in Indonesia*. *Energy Publ. Series No. 2*. CRE-ITB. Bandung
- Hartanto F. P. dan Alim Fathul. 2014. "Optimasi Kondisi Operasi Pirolisis Sekam Padi Untuk Menghasilkan Bahan Bakar Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif." *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*. Semarang.
- Hartoyo, 1983. Pembuatan Arang dari Briket Arang Secara Sederhana dari Serbuk Gergaji danLimbah Industri Perakayuan. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer, 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Diterjemahkan oleh Sutjipto A.Hadikusumo. UGM-Press. Yogyakarta.
- Hendra dan Darmawan, 2000. Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perikat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Briket Arang. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Husada, T.I., 2008. Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif. Laporan PenelitianUniversitas Negeri Semarang. Semarang.
- Johannes, H., 1991. Menghemat Kayu Bakar dan Arang Kayu untuk Memasak di Pedesaan denganBriket Bioarang. UGM. Yogyakarta
- J. Chaney, "Combustion Characteristic of Biomass Briquettes," Thesis, The University of Nottingham, 2010.
- H. Saptoadi, "The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size", *Asian J. Energy Environ.*, Vol. 9, Issue 3 and 4, (2008), hal. 161-175.

- Hanandito L., Willy S., 2008. Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa dari Sisa Bahan Bakar Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang, Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Hendra, D. dan I.Winarni.2003. Sifat fisis dan kimia briket arang campuran limbah kayu gergajian dan sebetan kayu. Buletin Penelitian Hasil Hutan.21(3) : 211 –226. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor
- KL-HRI, Pemanfaatan Ampas Tebu (Bagasse) Untuk Bahan Baku Pulp Dan Kertas Masih Hadapi Kendala, Available: <http://www.menlh.go.id/pemanfaatan-ampas-tebu-bagasse-untuk-bahan-baku-pulp-dan-kertas-masih-hadapi-kendala/>, diakses 05-12-2013.
- M. Syahrul, “Pengaruh Bentuk, Kerapatan, dan Kadar Lempung terhadap Produksi Kalor Briket Sekam Padi, Marina Chimica Acta, April 2002, hal. 7-9.
- M.Natsir Usman. 2007. Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan Menggunakan Kanji sebagai Perekat. Jurnal Perennial Makassar. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan, Hal: 55-58.
- N. Ilminnafik, D. L. Setyawan, H. Sutjahjono. M. Darsin, “Karakteristik Termal Briket Ampas Tebu dan Serbuk Gergajian Kayu,” Prosiding Seminar Nasional – XII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri, ITENAS Bandung, 2013, hal. 38-43
- S. Jamilatun, “Sifat-sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa Briket Batubara, dan Arang Kayu,” Jurnal Rekayasa Proses, vol. II, no. 2, 2008, hal. 37-40.
- R.M. Davies, D. S. Abolude, “Ignition and Burning Rate of Water Hyacinth Briquettes” Journal of Scientific Research & Reports: 2 (1) hal. 111-120, 2013.
- Santosa, Mislaini R., dan Swara Pratiwi Anugrah, 2010. Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket dari Kotoran Sabi dan Limbah Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.
- Subroto, 2006, Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu, dan Jerami, Media Mesin, Vol.7.No.2.P.47-54.
- Sudrajat,R. 2003. *Petunjuk Teknik Pembuatan Arang Aktif*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Syahrul M., 2002. Pengaruh Bentuk Kerapatan dan Kadar Lempung terhadap Produksi Kalor Briket Sekam Padi.Marina Chimica Acta, Vol.3.No.1.P.7-9.
- Syamsiro M dan Saptoadi H. 2007. *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao Pengaruh Temperatur Preheat*,Yogyakarta:Seminar Nasional Teknologi.
- Winaya, N.I. 2010.*Co-Firing Sistem Fluized Bed Berbahan Bakar Batubara dan Ampas Tebu*. Jurnal Ilmiah Teknik MesinUdayana Bali. Vol.4.No.2.P.180-188.
- Yudanto A. dan Kusumaningrum K., 2006.Pembuatan Briket Bioarang dari Serbuk Geragaji Kayu Jati. Jurusan Teknik Kimia, Fakutlas Teknik, Universitas Diponegoro.