

PEMBUATAN BRIKET DARI SEKAM PADI DENGAN PENAMBAHAN POLYETHYLENE SEBAGAI BINDER

Ronny Kurniawan

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Itenas Bandung

Abstrak

Salah satu permasalahan yang dihadapi dunia saat ini adalah persediaan bahan bakar minyak dan gas yang semakin menipis. Sekam padi yang didalamnya mengandung unsur karbon sangatlah potensial untuk dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Dalam hal ini sekam dijadikan briket sekam dengan penambahan polyethylene sebagai perekat (binder) sehingga menghasilkan bahan bakar alternatif dengan nilai kalor tinggi dan bernilai ekonomis. Pemanfaatan sekam dalam bentuk briket ini dapat menekan jumlah limbah sekam dan polyethylene sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Pembuatan briket yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa proses antara lain: persiapan awal bahan baku berupa pengecilan ukuran sekam dan polyethylene serta penghilangan kadar air dari sekam, setelah itu dilakukan pembriketan dengan menggunakan alat kempa panas dan terakhir dilakukan pirolisis di dalam furnace. Percobaan ini memvariasikan suhu pirolisis (300, 500, dan 600 °C) serta perbandingan komposisi sekam dengan polyethylene dalam % b/b, yaitu: 85:15; 80:20; 75:25, dengan ukuran serbuk sekam dan polyethylene 30/40 mesh, waktu pirolisis 3.5 jam, dan dilakukan pada tekanan 75 Tf (746 Mpa). Dengan demikian, diharapkan diperoleh briket dengan nilai kalor yang tinggi dan mengetahui kualitas briket yang dihasilkan dengan melakukan uji quick point dan uji nilai kalor.

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh briket dengan kondisi terbaik dengan komposisi sekam dengan polyethylene dalam % b/b, 75:25 yang dipirolisis pada temperatur pirolisis 600 °C dengan nilai kalor 4672 Kcal/Kg dan nilai quick point 367 °C dengan lama waktu penyalakan 32 menit.

Kata kunci: Sekam Padi, Briket, Polyethylene, Pirolisis

Abstract

One of the problems faced by the world is the decreasing of oil and gas fuel. Husk that contain carbon element has high potential to be made as an alternative fuel. In this research, husk briquetted by adding polyethylene as a binder to yields an alternative fuel with high heat and economical value. The utility of husk to briquette form can reduce the number of husk waste and polyethylene such that it doesn't lead to a negative impact on the environment.

The briquette fabrication that conducted in this research consists of several processes, there are: initial preparation of raw material in the form of reducing the husk size and polyethylene as well as eliminating the water content of the husk, then carried out a briquette by using a heat compressing instrument and finally it is carried out a pyrolysis in a furnace. This experiment make a variation of pyrolysis temperatures (300, 500 and 600 °C) as well as the ratio of husk composition and polyethylene in % b/b, those are: 85:15; 80:20; 75:25, with powder size of husk and polyethylene 30/40 mesh, pyrolysis time is 3.5 hours, and it's done at pressure 75 Tf (746 Mpa). There by, it is expected to obtain a briquette high heat value and to obtain the briquette quality by doing some analysis of quick point and heating value.

From research which has been done, obtained that briquette with best condition with composition Husk 75 %wt/wt: Polyethylene 25 %wt/wt pyrolysis at temperature 600 °C, with heating value 4672 Kcal/Kg and quick point value 367 °C with firing time 32 minutes.

Key Words: Husk, Briquette, Polyethylene, Pyrolysis

PENDAHULUAN

Sekam merupakan kulit dari gabah yang memiliki persentase sekitar 14 – 26 % dari berat gabah. Jika produksi gabah kering (GKG) menurut Badan Pusat Statistik 1 November 2005 sekitar 54 juta ton maka jumlah sekam yang dihasilkan lebih dari 10,8 juta ton. Melihat potensi yang sangat besar pada sekam, sangat memungkinkan untuk memasyarakatkan penggunaan sekam sebagai bahan bakar alternatif untuk rumah tangga atau industri kecil.

Sekam yang mengandung unsur karbon sebenarnya dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan bakar dengan cara langsung dibakar. Akan tetapi hal itu menimbulkan banyak keluhan tentang banyaknya asap yang dihasilkan dari pembakaran sekam. Salah satu cara untuk pemanfaatan sekam sebagai bahan bakar alternatif dengan nilai kalor yang lebih tinggi adalah dengan cara pembriketan sekam.

Briket didefinisikan sebagai pengempaan bahan-bahan yang ukuran partikelnya kecil seperti serbuk gergaji, sekam, serasah daun, dan sebagainya kedalam suatu cetakan. Pengempaan ini dapat dilakukan dengan tekanan dan pemanasan atau tekanan saja. Pada umumnya pembuatan briket dapat dicampur dengan bahan perekat ataupun tidak.

Penggunaan *polyethylene* selain ditujukan sebagai perekat (*binder*) juga diharapkan dapat meningkatkan nilai kalor dari sekam yang hanya berkisar 3300 Kcal/Kg. Merujuk pada komoditas *polyethylene* di Indonesia dapat dilihat bahwa dari tahun ke tahun komoditas import *polyethylene* cenderung fluktuatif naik, terutama dari tahun 2003 ke 2004. Dan hal ini tidak menutup kemungkinan untuk tahun-tahun selanjutnya juga akan mengalami kenaikan. Kenyataan ini dikuatkan dengan banyaknya limbah botol plastik di tempat-tempat pembuangan sampah. Oleh karena itu penggunaan *polyethylene* juga dimaksudkan untuk menekan jumlah limbah plastik yang ada.

Penelitian pembuatan briket dari sekam padi ini terdiri dari beberapa proses antara lain: persiapan awal bahan baku (sekam padi dan *polyethylene*) berupa pengecilan ukuran maupun penghilangan kadar air dari sekam, setelah itu dilakukan pembriketan dengan menggunakan kempa panas dan terakhir dilakukan pirolisis di dalam *furnace*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan limbah sekam padi dan limbah *polyethylene* menjadi bahan bakar alternatif selain gas dan minyak, menjadi bahan bakar alternatif (briket) yang mempunyai nilai kalor yang tinggi. Serta mengetahui kualitas briket yang dihasilkan dengan cara melakukan uji *quick point* dan uji nilai kalor.

METODOLOGI

Pendekatan Penelitian

Variabel-variabel yang dilakukan pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel tetap:
 - a. Ukuran butiran sekam: 30/40 mesh
 - b. Ukuran *polyethylene*: 30/40 mesh
 - c. Waktu pirolisis: 3,5 jam
 - d. Tekanan pengempaan: 70 Tf (tekanan terbaik)
2. Variabel berubah:
 - a. Suhu pirolisis (300, 500, dan 600 °C)
 - b. Perbandingan komposisi sekam dengan *polyethylene*:
 - i. Sekam 85 % b/b : *Polyethylene* 15 % b/b
 - ii. Sekam 80 % b/b : *Polyethylene* 20 % b/b
 - iii. Sekam 75 % b/b : *Polyethylene* 25 % b/b

Pembuatan Briket

Proses pembuatan briket dari sekam dengan penambahan *polyethylene* yang dilakukan terbagi atas beberapa tahap, yaitu:

1. Proses perlakuan awal bahan baku, terdiri atas:
 - a. Pengecilan ukuran sekam dan *polyethylene*,
 - b. Pengeringan sekam,
 - c. Pencampuran.
2. Proses pengempaan campuran sekam dan *polyethylene*
3. Proses pirolisis.

Metodologi pembuatan briket dari sekam dengan menggunakan *polyethylene* ini dimulai dengan perlakuan awal bahan baku, yang terdiri dari pengecilan ukuran sekam dan *polyethylene* yang kemudian di ayak dengan menggunakan mesh pada ukuran 30/40 mesh. Sekam padi yang telah di ayak kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C, sampai mencapai kadar air minimum. Sekam yang telah dikeringkan dan *polyethylene* ditimbang sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, lalu dicampur sampai homogen. Kemudian campuran tersebut dipanaskan dalam matres pada temperatur 130 °C, lalu dikompaksi dengan menggunakan alat kempa mekanik. Briket yang telah dihasilkan kemudian di pirolisis dalam *furnace*, selama 3,5 jam.

Untuk mengetahui kualitas briket yang dihasilkan briket hasil pirolisis dianalisis dengan uji nilai kalor dan uji *quick point*.



Gambar 1. Matres (Alat Pencetak Briket)



Gambar 2. Alat Kempa



Gambar 3. Furnace

Analisis

1. Analisis Nilai Kalor

Analisis nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat bomb kalorimeter. Prinsip kerja bomb kalorimeter adalah dengan mengalirkan listrik pada sampel briket yang dililit kawat nikelin kemudian panjang kawat nikelin yang tidak ikut terbakar diukur untuk mendapatkan koreksi kawat. Setelah itu nilai kalor dapat dihitung.

dililit kawat nikelin kemudian panjang kawat nikelin yang tidak ikut terbakar diukur untuk mendapatkan koreksi kawat. Setelah itu nilai kalor dapat dihitung.

2. Analisis Quick Point

Analisis Quick Point ini dilakukan dengan menggunakan alat uji quick point. Uji ini dilakukan dengan menentukan temperatur pada saat awal terjadinya titik nyala dari sampel uji dengan dimensi tertentu yang dimasukkan ke dalam cerobong. Analisis ini dilakukan dengan cara menimbang berat awal briket, lalu sampel briket dimasukkan ke dalam cerobong pemanas. Pada bagian bawah cerobong dialirkan udara dari kompresor. Lalu alat tersebut dipanaskan dengan kenaikan suhu 10°C tiap menitnya. Mengamati temperatur dan waktu pada saat awal briket tersebut menimbulkan nyala (bara).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Tekstur, Warna dan Kekuatan Briket

Proses pirolisis briket dari sekam padi dengan penambahan *polyethylene* berlangsung pada rentang temperatur $300-600^{\circ}\text{C}$, hal ini berdasarkan bahwa pirolisis selulosa terjadi pada temperatur $240-350^{\circ}\text{C}$ sedangkan temperatur pirolisis untuk *polyethylene* terjadi pada 500°C .

Pada percobaan briket dari sekam padi ini dihasilkan 9 sample briket dengan variasi temperatur dan komposisi sekam dan *polyethylene*. Adapun hasil pengamatan secara visual dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengamatan Visual Briket Setelah Pirolisis Selama 3,5 Jam

Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Kondisi		Keterangan
	Komposisi	Percobaan	
300	15% PE 85% SK	Run 1	Berwarna hitam kecoklatan
	20% PE 80% SK	Run 2	Briket tidak terlalu padat (banyak layer)
	25% PE 75% SK	Run 3	Briket terbelah menjadi dua
300	15% PE 85% SK	Run 4	Berwarna hitam kecoklatan
	20% PE 80% SK	Run 5	Briket tidak terlalu padat (banyak layer)

	25% PE 75% SK	Run 6	Bentuk utuh
600	15% PE 85% SK	Run 7	Berwarna hitam kecoklatan
	20% PE 80% SK	Run 8	Briket tidak padat (banyak layer)
	25% PE 75% SK	Run 9	Bentuk utuh

Hasil utama dari proses pirolisis salah satunya adalah berupa padatan yang mengandung karbon dan biasanya berwarna hitam. Warna hitam mengindikasikan bahwa briket sudah terpirolisis. Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa pada temperatur 300 °C briket masih berwarna hitam bahwa pirolisis selulosa pada kayu kering umumnya terjadi pada rentang temperatur 240-350 °C (Sjostrom,1993). Dari data di atas seharusnya mengindikasikan bahwa pada temperatur 300 °C pirolisis selulosa pada sekam juga telah berlangsung. Akan tetapi pada kenyataannya setelah dilakukan proses pirolisis pada temperatur 300 °C untuk variasi komposisi yang berbeda, briket yang dihasilkan masih saja berwarna hitam kecoklatan sehingga ini mengindikasikan sekam akan terpirolisis pada temperatur di atas 300 °C. Sedangkan pada temperatur 500 °C dan 600 °C briket yang dihasilkan sudah berwarna hitam, hal ini menunjukkan bahwa sekam dan *polyethylene* sudah terpirolisis.

Semakin tinggi temperatur pirolisis maka briket yang dihasilkan akan semakin rapuh yang ditandai dengan banyaknya layer yang terbentuk. Rupuhnya briket diakibatkan karena proses pirolisis yang terlalu lama di atas temperatur pirolisis dari selulosa. Hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur pirolisis selulosa dan *polyethylene* semakin banyak rantai karbon selulosa dan *polyethylene* yang terurai. Pada komposisi 20% PE dan 25% PE untuk variasi temperatur 500 °C dan 600 °C, briket yang dihasilkan menunjukkan hasil yang sebaliknya. Hal ini dikarenakan temperatur pirolisis *polyethylene* sudah tercapai dan jumlah PE yang terpadat dalam campuran cukup banyak.

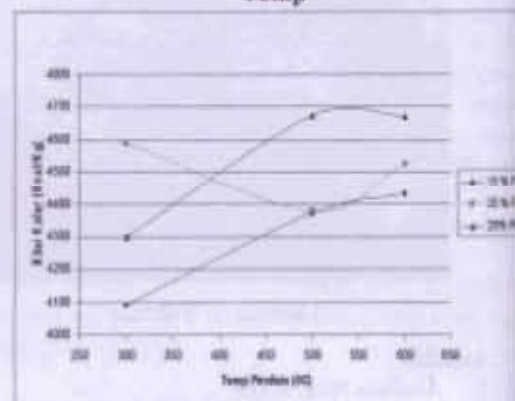
Hasil Analisis Nilai Kalor Terhadap Bri Hasi Pirolisis

Tabel 2. Hasil Analisis Nilai Kalor

Sampel	T pirolisis (°C)	Komposisi	Nilai Kalor (Kcal/Kg)
1	300	15 % PE 25 % SK	4093
2		20 % PE 80 % SK	4590
3		25 % PE 75 % SK	4301
4	500	15 % PE 25 % SK	4370
5		20 % PE 80 % SK	4377
6		25 % PE 75 % SK	4673
7	600	19 % PE 25 % SK	4433
8		20 % PE 80 % SK	4524
9		25 % PE 75 % SK	4672

Dari data di atas diketahui bahwa briket dengan nilai kalor tertinggi adalah pada sampel (25 % PE; 75 % SK; $T_{pirolisis}$ 500 °C) dan sampel (25 % PE; 75 % SK; $T_{pirolisis}$ 600 °C). Nilai kalor yang diperoleh dipengaruhi oleh proses pirolisis baik untuk sekam maupun *polyethylene* serta komposisi PE yang terkandung.

Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor Pada Komposisi Briket yang Tetap



Gambar 4. Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor Pada Komposisi Briket yang Tetap

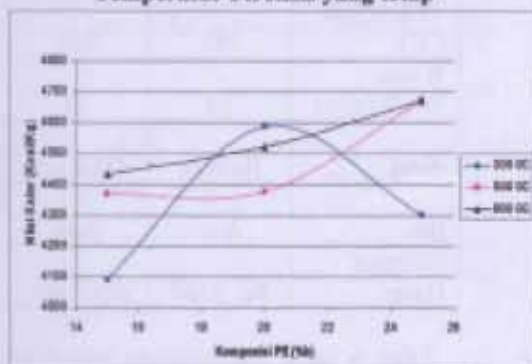
Berdasarkan teori, semakin tinggi temperatur pirolisis maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan makin tinggi kadar karbon maka kadar *volatile matter* akan

→ 15% PE
→ 20% PE
→ 25% PE

semakin kecil sehingga nilai kalor pembakaran akan semakin tinggi.

Dapat dilihat bahwa pada komposisi 15 % PE dan 25 % PE dengan variasi temperatur 300 °C, 500 °C dan 600 °C nilai kalor yang dihasilkan cenderung meningkat. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa pada komposisi tersebut sesuai dengan teori yang ada. Penyimpangan terjadi pada briket yang dipirolisis dengan temperatur 300 °C dengan komposisi 20 % PE. Nilai kalor yang dihasilkan jauh berbeda bila dibandingkan dengan briket pada temperatur berbeda untuk komposisi yang sama, yaitu sebesar 4590 Kcal/Kg. Hal ini bisa saja disebabkan pada saat proses pencampuran antara sekam dan *polyethylene* kurang homogen sehingga pada saat proses pengempaan yang disertai dengan pemanasan, fasa cair *polyethylene* yang dihasilkan tidak menyebar secara merata. Sehingga pada saat analisis, daerah yang dijadikan sampel merupakan daerah yang banyak mengandung *polyethylene*. Hal ini menyebabkan nilai kalor yang teranalisis adalah nilai kalor dominan dari *polyethylene* bukan sekam padi.

Pengaruh Komposisi Terhadap Nilai Kalor Pada Temperatur Pirolisis yang tetap



Gambar 5. Pengaruh Komposisi Terhadap Nilai Kalor Pada Temperatur Pirolisis yang Tetap

Dari Gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa semakin besar komposisi *polyethylene* maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin besar % berat PE maka semakin besar jumlah fasa cair dari PE yang akan terbentuk yang akan terdistribusi ke dalam rongga briket sehingga briket yang dihasilkan akan memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. *Polyethylene* dapat meningkatkan nilai kalor briket yang dihasilkan karena PE memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu 11000 Kcal/Kg.

Pada komposisi 20 % PE dengan temperatur pirolisis 300 °C menunjukkan hasil yang menyimpang. Hal ini dikarenakan oleh ketidakhomogenan campuran sekam dan *polyethylene*. Sehingga pada saat proses analisis nilai kalor, sampel briket yang diambil per-gramnya

merupakan daerah yang kaya akan serbuk *polyethylene*, sehingga nilai kalor yang dihasilkan akan lebih besar.

Hasil Analisis Quick Point Terhadap Briket Hasil Pirolisis

Tabel 3. Hasil Analisis Quick Point Terhadap Briket Hasil Pirolisis

Sampel	Komposisi	T _{quick point} (°C)	Titik Nyala (°C)	Waktu Nyala (men)	Keterangan
6	25 % PE 75 % SK	500	283	20	Banyak mengeluarkan asap Menimbulkan bau hangus
9	25 % PE 75 % SK	600	367	32	Tidak mengeluarkan asap Tidak menimbulkan bau hangus
8	20 % PE 80 % SK	600	342	33	Tidak mengeluarkan asap Menimbulkan bau hangus

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada sampel 6 memiliki nilai quick point yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel 8 dan 9. Hal ini bisa saja dipengaruhi oleh tekstur briket. Sampel 6 memiliki tekstur briket yang tidak padat (sedikit berlayer) sehingga masih terdapat rongga-rongga kosong yang menudahkan dalam proses perambatan nyala api. Briket yang padat (tidak terdapat layer) memang memiliki kekuatan yang baik tetapi belum tentu bisa dinyalakan dengan cepat. Briket pada sampel 6 banyak mengeluarkan asap dan menimbulkan bau karena pirolisis *polyethylene* baru berlangsung pada temperatur 500 °C sehingga kadar *volatile matter* masih lebih banyak bila dibandingkan dengan sampel 8 dan 9 selain itu juga dipengaruhi oleh besarnya komposisi *polyethylene*.

Pada dasarnya semakin rendah titik nyala dari briket dan semakin cepat waktu penyalanya merupakan kondisi terbaik dari briket pada analisis ini, seperti pada sampel 6. Namun briket tersebut menimbulkan bau hangus dan mengeluarkan asap sehingga briket tersebut dapat dikatakan tidak ramah lingkungan. Sehingga untuk analisis *quick point* ini, sampel 9 merupakan briket dengan kondisi terbaik. Meskipun titik nyalanya tinggi dan waktu penyalanya lama, briket ini tidak mengeluarkan asap dan tidak menimbulkan bau hangus.

Untuk penelitian pembuatan briket dari sekam padi tanpa menggunakan *polyethylene*, referensi sebagai pembanding untuk nilai titik nyala belum ditemukan pada literatur. Untuk nilai titik nyala pada berbagai bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

4. Nilai Titik Nyala Berbagai Bahan

Sumber Energi	Nilai Quick Point (Titik Nyala)
Batubara lignit	400-500 °C
Bahan bakar jet	230 °C
Briket Batubara dengan binder aspal	198 °C
Batubara sub-bitumin C	350-400 °C
Batubara sub-bitumin B	300-343 °C
Batubara sub-bitumin A	263-290 °C
Batubara bitumin	200-245 °C
Briket tempurung kelapa + polyethylene	250-251 °C
Briket Sekam padi + polyethylene	283-367 °C

(Sumber: www.quickpoint.com)

Berdasarkan tabel di atas, briket dari sekam padi dan polyethylene memiliki nilai *quick point* yang terdapat pada rentang nilai *quick point* untuk batubara sub-bitumin. Bila dibandingkan dengan sumber energi lain, misalnya untuk briket dari tempurung kelapa dengan penambahan polyethylene yang memiliki nilai *quick point* yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan kadar selulosa yang merupakan sumber utama karbon dari tempurung kelapa yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar selulosa dari sekam.

Estimasi Ekonomi

Tabel 5. Total Biaya Pembuatan Briket Untuk Tiap Variasi Komposisi

Komposisi	Biaya Bahan Baku	Biaya Listrik	Total Biaya
15% PE ; 85% SK	Rp.526	Rp.2786	Rp.3312
20% PE ; 80% SK	Rp.660	Rp.2786	Rp.3446
25% PE ; 75% SK	Rp.794	Rp.2786	Rp.3580

Dari Tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa untuk membuat briket sebanyak 1 kg dengan variasi komposisi yang berbeda membutuhkan biaya yang berbeda pula. Hal ini dikarenakan semakin banyak komposisi polyethylene, maka total harga bahan baku akan meningkat. Selain itu, briket ini dipirolisis dalam furnace yang menggunakan energi listrik, sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk penggunaan energi cukup besar. Untuk mengurangi biaya penggunaan energi seharusnya furnace yang digunakan untuk proses pirolisis ini menggunakan energi alternatif lain, misalnya memanfaatkan energi gas buang hasil pembakaran, tungku udara panas. Sehingga harga jual briket lebih murah.

Penentuan Kondisi Terbaik Briket Hasil Pirolisis.

Dari pengamatan visual, analisis nilai kalor, analisis quick point yang dilakukan didapatkan sampel terbaik.

Tabel 6. Penentuan Kondisi Briket Hasil Pirolisis Terbaik

Keterangan	sampel 6	sampel 8	sampel 9
Komposisi	25 % PE 75 % SK	20 % PE 80 % SK	25 % PE 75 % SK
Temp Pirolisis (°C)	500	600	600
Tekstur	Sedikit layer	Banyak layer	Tidak berlay
Warna	Hitam	Hitam	Hitam
Kekuatan	Tidak rapuh	Rapuh	Tidak rapuh
Nilai Kalor (Kcal/Kg)	4673.355	4523.6733	4671.8
Titik Nyala (°C)	283	342	367
Waktu Nyala (mnt)	20	33	33
Asap	Banyak	Tidak ada	Tidak ada
Bau	Ada	Ada	Tidak ada
Estimasi Harga	Rp. 3580	Rp. 3446	Rp. 3580

Tabel 6 dapat menunjukkan bahwa briket dengan kondisi terbaik (secara visual, besarnya nilai kalor, titik nyala serta waktu nyala) adalah sampel 6. Briket ini memiliki kondisi briket yang padat, nilai kalor yang tinggi. Meskipun memiliki nilai *quick point* yang tinggi dan waktu penyalaan yang cukup lama, briket ini cukup aman karena tidak menimbulkan bau dan tidak mengeluarkan asap. Hal itu sesuai dengan beberapa persyaratan briket sebagai bahan bakar.



Gambar 6. Briket Hasil Pengepresan



Gambar 7. Briket hasil pirolisis

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar komposisi *polyethylene* (15 - 25 % b/b), maka nilai kalor dari briket yang dihasilkan cenderung meningkat.
2. Semakin besar temperatur pirolisis (300, 500, 600 °C), maka nilai kalor yang dihasilkan akan cenderung meningkat.
3. *Polyethylene* selain berfungsi sebagai binder juga dapat meningkatkan nilai kalor.
4. Kondisi terbaik pada penelitian ini adalah briket dengan komposisi 25 % *polyethylene* dan 75 % Sekam Padi yang dipirolisis pada temperatur 600 °C dengan nilai kalor sebesar 4672 Kcal/Kg dan nilai *Quick Point* sebesar 367 °C dengan lama waktu penyalaan 32 menit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Armando, Rochim, dkk. 2005. *Membuat Kempas Tanpa BBM*. Jakarta: penebar Swadaya.
2. Ferrero, G. L., dkk. 1989. *Pyrolysis and Gasification*. Luxemburg: Elsevier Applied Science.
3. Setiyono, Agus, dkk. "Pemanfaatan Produk Samping dan Limbah Padi" Makalah Toggak Kemajuan Teknologi Produksi tanaman Pangan. Simposium penelitian Tanaman Pangan IV Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor, 1999.
4. Sunarjo, Edi, dkk. 1991. *Padi Buku 3*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
5. Syamsuddin, Abbas, dkk. 1985. *Limbah Pertanian*. Jakarta: Dinas Pertanian.
6. Suganal, Ir., dkk. 1999. *Percobaan Pembuatan Kokas Briket dari Batubara Ombilin di Sawah Lunto*. Bandung:

FORMAT PENULISAN ARTIKEL JURNAL TEKNIK KIMIA UPN JATIM

Redaksi menerima artikel dalam bentuk hasil penelitian, catatan penelitian, atau artikel ulas balik dan ulasan, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Artikel ditulis menurut format yang telah ditentukan oleh redaksi dan dikirimkan ke Sekretariat Redaksi Jurnal Teknik Kimia UPN Jatim.

A. STRUKTUR BAKU MAKALAH

Makalah ditulis dalam struktur dengan format baku yang harus memuat komponen-komponen :

- **JUDUL MAKALAH**
- **ABSTRAK** (berserta kata kunci)
- **PENDAHULUAN**
 - Berisi : Latar belakang, Perumusan masalah dan Tujuan.
- **TEORI**
- **METODE**
 - Bagian ini menyajikan bagaimana penelitian dilakukan, meliputi spesifikasi alat dan bahan, teknik percobaan, serta teknik penyelesaiannya.
- **HASIL dan PEMBAHASAN**
 - Berisi data dan Analisanya.
- **KESIMPULAN**
 - Penarikan Kesimpulan didasari dari hasil yang di dapat, dengan mengacu pada judul penelitian.
- **UCAPAN TERIMA KASIH** (jika ada)
- **DAFTAR NOTASI**
- **DAFTAR PUSTAKA**

B. STANDARISASI PENULISAN

- Artikel ditulis dalam format yang telah ditentukan dan diketik dengan program *Microsoft Word*.
- Artikel ditulis pada *kertas HVS ukuran A4 (210 x 297)* dengan format *margin kiri 30 mm, margin kanan 25 mm, margin atas 30 mm, dan margin bawah 25 mm*.
- Jenis huruf adalah *Times New Roman* dengan ukuran *font 10 pt, 1 spasi*, dengan *format 2 kolom*.
- Format penulisan per bagian :

✓ **JUDUL MAKALAH**

- Judul ditulis *singkat dan jelas* diketik dalam bahasa Indonesia dengan ejaan yang sudah disempurnakan (EYD) **maximum 12 kata**. Bila memakai nama latin ditulis dengan huruf miring.
- Menggunakan *huruf besar semua, ukuran 14 pt, bold*. Nama penulis ditulis dibawahnya, *ukuran 12 pt bold, jarak 2 spasi dari judul*. Nama diikuti dengan *nama departemen/jurusan, fakultas, Perguruan Tinggi (disingkat), ukuran 10 pt bold*, kemudian dibawahnya ditambahkan *alamat Perguruan Tinggi, ukuran 10 pt bold*.
- Nama penulis pertama, kedua, dan seterusnya, ditulis secara lengkap dan disingkat dan diberi catatan kaki 1), 2) dan 3) dan seterusnya.

✓ **ABSTRAK** (berserta kata kunci)

- *Ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris.*
- *Judul abstrak* ditulis dengan *jarak 3 spasi dari keterangan tanggal naskah diterima, ukuran 10 pt bold*.

- Isi abstrak diberi jarak 1 spasi dari judul abstrak, ukuran 10 pt, huruf miring.
 - Abstrak ditulis maksimal 200 kata dalam satu paragraf dengan margin kiri dan kanan masing-masing 35 mm.
 - Kata kunci ditulis dibawah isi abstrak dengan diberi jarak 1 spasi.
- ✓ Format penulisan bagian **PENDAHULUAN, TEORI, METODE, HASIL dan PEMBAHASAN, KESIMPULAN** :
- Bagian bagian ini menggunakan ukuran 10 pt, format sentence case, 2 spasi dari kata kunci. Judul masing-masing topik bahasan dlsusun rata kiri di cetak tebal, dengan jarak antar topik 1 spasi.
 - Judul sub topik ditulis dengan ukuran 10 pt bold, 1 spasi dari kalimat sebelumnya, huruf besar hanya di awal judul subtopik bahasan. Awal paragraf menjorok 10 mm. Isi subtopik bahasan ditulis tanpa spasi dari isi sub topik bahasan. Jarak antar subtopik 1 spasi.
 - Gambar diletakkan di dalam kelompok teks dan diberi keterangan gambar dan nomor, diikuti judul gambar diawali dengan huruf besar diletakkan di tengah, dibawah gambar yang bersangkutan.
 - Tabel di letakkan seperti gambar, namun nomor dan judul tabel diawali dengan huruf besar diletakkan di tengah, di atas tabel yang bersangkutan.
 - Dalam membahas hasil penelitian sebaiknya diikuti tinjauan kepustakaan disertai tahun penerbitan.
- ✓ UCAPAN TERIMA KASIH (jika ada)
- ✓ DAFTAR NOTASI (jika ada)
- ✓ DAFTAR PUSTAKA
- Pustaka ditulis sesuai urutan abjad nama akhir penulis pertama, seperti berikut :
- Pustaka yang berupa majalah / jurnal ilmiah / prosiding :
Garside, J. dan Al-Dibouni, M.R., 1977, "Velocity-Voidage Relationships for Fluidization in Solid-Liquid Systems", *Ind.Eng.Chem.Process Des.Dev.*,16, hal.206-214.
 - Pustaka yang berupa judul buku :
Molerus, O., 1993, "Principles of Flow in Disperse Systems", edisi 1, Chapman Hall, London, hal. 1-43.
 - Pustaka yang berupa disertasi / thesis / skripsi :
Setyawan, H., 1996, "Flow Patterns of Coal-Water Mixture in an Agitated Tank", *Master Thesis*, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
 - Pustaka yang berupa patent :
Primarck, H.S., 1983, "Method of Stabilizing Polyvalent Metal Solutions", *U.S. Patent No. 4,373,104*.