

PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BIOBRIKET DARI LIMBAH PENGGILINGAN PADI (SEKAM)

Laifa Rahmawati, Rizky Stiyabudi, dan Christin Lita Agustiani
Mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Abstract

This reseach is aimed to study about the effect of air current velocity to the combustion characteristics of biobricket from chaff.

This research is an experimental research with air current velocity as a independent variable. Air current velocity includes varies of air current velocity, 0,6 m/s, 0,8 m/s, and 1 m/s. The effect of these variables to the combustion characteristics of biobricket from chaff is analyzed from the result of combustion test.

From this research, it can be concluded that air current velocity is in a non-straight comparison with combustion temperature, combustion temperature is in a straight comparison with mass decreasing, combustion temperature is in a straight comparison with combustion velocity, and air current velocity is in a non-straight comparison with the mass decreasing and combustion velocity.

Key words: air current velocity, carbonation duration, biobricket, chaff

PENDAHULUAN

Melonjaknya harga minyak dunia per Juli 2009 hingga menyentuh US\$73 per barel merupakan persoalan yang dihadapi dunia beberapa tahun terakhir. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta per barel tidak seimbang dengan produksinya 1 juta per barel sehingga dapat defisit yang dipenuhi melalui impor. Menurut Menteri Negara Lingkungan Hidup, Rachmat Witoelar (*Kompas*, 12 Juni 2009) menyatakan bahwa cadangan minyak bumi Indonesia saat ini semakin menipis dan tersisa bagi pemanfaatan selama 23 tahun, cadangan batu bara di Indonesia tersisa 146 tahun, dan cadangan minyak bumi 23 tahun, tetapi yang lebih ditekankan cadangan energi fosil pasti akan habis cepat atau lambat. Persoalan lain dari penggunaan energi fosil ini adalah menjadi penyebab perubahan iklim dan pemanasan global. Energi fosil ini banyak menghasilkan gas yang dapat menyebabkan efek rumah kaca (*Kompas*, 12 Agustus 2009).

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak. Peraturan tersebut kemudian diikuti dengan penerbitan Instruksi

Presiden Nomor 1 tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai energi alternatif.

Salah satu sumber energi alternatif terbaru yang cukup menjanjikan adalah *biobriket*. Hal ini mengingat bahwa Indonesia mempunyai potensi energi biomassa yang cukup besar. Terutama penekanan pemerintah terutama dalam pemanfaatan energi hijau. Pemanfaatan energi hijau telah dirancang sejak 2003, yang menjadi pertimbangan pemerintah adalah Indonesia merupakan negara agraris dan berbagai tumbuh – tumbuhan dapat tumbuh subur (menteri ESDM, 2008). Diperkirakan potensi keseluruhan energi biomassa setara 50.000 MW. Biomassa juga mempunyai kadar sulfur yang rendah (kurang dari 1%).

Biobriket dapat merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari bahan baku biomassa dengan campuran sedikit perekat. Terdapat beberapa jenis biobriket yang telah dikembangkan, beberapa di antaranya adalah biobriket dari tebu, jerami, sisa gergajian kayu, sabut kelapa, serta sekam. Biobriket terutama dikembangkan berdasarkan kelimpahan bahan baku serta karakteristik pembakaran yang dihasilkan; salah satu bahan baku biobriket yang sering digunakan adalah sekam padi.

Padi merupakan sumber makanan pokok orang Indonesia. Untuk dapat dikonsumsi, padi harus diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu, yang pada setiap pengolahan padi selalu menghasilkan limbah sisa hasil pengolahan, termasuk limbah hasil penggilingan beras. Pada saat penggilingan, dihasilkan limbah yang biasa disebut dengan sekam. Dari catatan pada tahun 1995-2001, produksi sekam padi di Indonesia dapat mencapai 4 juta ton per tahunnya. Sekam pada umumnya oleh masyarakat hanya dibuang begitu saja, walaupun dimanfaatkan lebih jauh, sekam hanya dijadikan sebagai media tanam ataupun bahan bakar biomassa. Namun, pembakaran sekam dalam bentuk biomassa dinilai kurang dari segi efektifitas pembakarannya.

Dari penjelasan di atas maka akan dikaji mengenai pengolahan sekam menjadi biobriket. Selama ini, telah banyak pembuatan biobriket dari sekam, namun perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas biobriket tersebut. Dengan pengkajian mendalam yang dilakukan setelah percobaan yang ditujukan untuk menguji faktor yang berpengaruh, maka diharapkan dapat diketahui pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap kualitas akhir biobriket. Kualitas biobriket ditunjukkan dengan karakteristik pembakaran biobriket. Percobaan ini selanjutnya akan memberikan kontribusi terhadap kajian kelayakan sekam sebagai biobriket maupun sebagai kajian mengenai variasi perlakuan pada faktor yang berpengaruh pada kualitas akhir biobriket dari sekam sehingga dapat dihasilkan satu kajian mengenai variasi faktor, terutama laju aliran udara yang akan memberikan kualitas pembakaran biobriket sekam yang

terbaik. Penelitian serta kajian ini dipandang penting terutama karena keduanya mendukung upaya untuk menemukan sumber bahan bakar lain dengan memanfaatkan sumber daya yang melimpah dan kurang bernilai ekonomis. Dengan demikian, penggunaan bahan bakar fosil dapat dikurangi.

KAJIAN TEORI

Limbah Penggilingan Padi (Sekam)

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi *kariopsis* yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Dari proses penggilingan padi, biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah, dedak antara 8- 12%, dan beras giling antara 50-63,5% (Widowati, 2008).

Ditinjau data komposisi kimiawi, sekam mengandung beberapa unsur kimia penting seperti dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini. Berdasarkan komposisi kandungan kimia, sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, salah satunya sebagai sumber energi panas pada berbagai keperluan manusia karena kadar selulosanya yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil. Sekam memiliki kerapatan jenis (*bulkdensil*)¹ 125 kg/m³, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 kkalori. Menurut Houston (1972) sekam memiliki *bulk density* 0,100 g/ ml, nilai kalori antara 3300 -3600 kkalori/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU. Untuk lebih memudahkan diversifikasi penggunaan sekam, maka sekam perlu dipadatkan menjadi bentuk yang lebih sederhana, praktis, dan tidak *voluminous*, salah satunya adalah sekam dapat dibentuk menjadi briket arang sekam atau biobriket sekam. Namun, beberapa faktor dalam pembuatan biobriket sekam ini perlu diperhatikan agar diperoleh biobriket sekam dengan karakteristik pembakaran yang optimal.

Tabel 1. Kandungan Sekam

Komponen	Persentase Kandungan (%)
A. Menurut Suharno (1979)	
1. Kadar Air	9,02
2. Protein Kasar	3,03
3. Lemak	1,18
4. Serat Kasar	35,68
5. Abu	17,71
6. Karbohidrat Kasar	33,71
B. Menurut DTC-IPB	
1. Karbon (Zat Arang)	1,33
2. Hidrogen	1,54
3. Oksigen	33,64
4. Silika	16,98

Biomassa

Salah satu sumber energi terpenting terutama untuk negara berkembang adalah biomassa. Dibandingkan dengan bahan bakar yang lain, biomassa mempunyai densitas yang rendah sehingga densitas energinya juga rendah. Di samping itu, karakteristik densitas yang rendah dan berdebu dari biomassa juga menyebabkan masalah dalam transportasi, penanganan, penyimpanan, dan pembakaran langsung. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah proses pembriketan. Teknologi ini secara sederhana didefinisikan sebagai proses densifikasi untuk memperbaiki karakteristik bahan bakar biomassa. Sifat-sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik dan kimia. Sebagai contoh adalah karakteristik densitas, ukuran briket, kandungan air, nilai kalor dan energi per satuan volume. Penelitian ini menyelidiki pemanfaatan biomassa yang melimpah sebagai sumber energi dengan menjadikannya biobriket.

Menurut Borman dan Ragland (1998), proses pembakaran biomassa melibatkan empat proses, yang salah satunya adalah proses pengeringan (*drying*), yaitu proses menghilangkan kadar air biomassa. Selain proses tersebut, juga terdapat proses devolatilisasi yaitu proses ketika zat-zat *volatile* akan dilepaskan, serta yang proses terakhir yaitu pembakaran arang. Sisa proses ini adalah abu (*ash*).

Dimensi dan Laju Aliran Udara

Beberapa parameter yang berpengaruh terhadap laju pembakaran telah diteliti oleh M. Syamsiro dan Harwin Saptoadi (2007) yang meneliti pengaruh ukuran partikel penyusun briket

serbuk gergaji terhadap laju pembakaran. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka laju pembakaran pun akan semakin kecil. Hal tersebut disebabkan karena densitas briket menjadi lebih tinggi sehingga porositas menjadi lebih rendah dan difusi terhambat. Lu Hong (2006) disebutkan tentang pengaruh bentuk partikel pada kayu terhadap laju kehilangan massa; partikel silinder *near sphere* mempunyai laju kehilangan massa lebih lambat dibanding silinder panjang dan silinder tipis. Hal ini disebabkan perbandingan luas permukaan dan volume partikel yang lebih kecil, karena laju reaksi dipengaruhi oleh luas permukaan partikel. Dengan demikian, laju aliran udara dan ukuran partikel berpengaruh pada karakteristik pembakaran.

Mekanisme Pembakaran Bahan Bakar Padat

Pengeringan (*Drying*)

Bahasa ilmiah pengeringan adalah penghidratan, yang berarti menghilangkan air dari suatu bahan. Proses pengeringan atau penghidratan berlaku apabila bahan yang dikeringkan kehilangan sebagian atau keseluruhan air yang dikandungnya.

Tahap pertama yang terjadi adalah pengeringan yaitu proses ketika sebuah partikel dipanaskan dengan dikenai temperatur tinggi atau radiasi api. Pada proses ini, air dalam bentuk moisture di permukaan bahan bakar akan menguap dan air yang berada di dalam bahan bakar akan mengalir keluar melalui pori-pori partikel kemudian menguap (Borman dan Ragland, 1998).

Devolatilisasi

Proses pengeringan akan dilanjutkan dengan proses devolatilisasi. Setelah proses pengeringan, bahan bakar mulai mengalami dekomposisi, yaitu pecahnya ikatan kimia secara termal dan zat yang mudah menguap (*volatile matter*) akan keluar dari partikel. Untuk partikel yang besar, hasil devolatilisasi berpindah dari pusat partikel ke permukaan untuk kemudian keluar (Borman dan Ragland, 1998).

Pembakaran Arang (*Char Combustion*)

Pengeringan dan devolatilisasi menyisakan arang. Laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperatur gas, bilangan Reynolds, ukuran, serta porositas arang. Untuk laju reaksi global dengan orden pada oksigen, laju pembakaran arang adalah:

$$\frac{dm_g}{dt} = -t \left(\frac{M_C}{M_{O_2}} \right) A_p k_o \left(p_{O_2}(s) \right)^n$$

i adalah rasio stokiometri mol karbon (Mc) per mol oksigen (m_{O_2}) yaitu 2 untuk reaksi yang pertama, Ap adalah luas permukaan luar partikel, kc adalah konstanta laju kinetic, P_{O_2} adalah densitas parsial oksigen pada permukaan partikel, dan n adalah orde reaksi. Konsentrasi oksigen di permukaan partikel tidak diketahui, tetapi dapat dihilangkan dengan menyamakan oksigen yang di konsumsi oleh arang melalui difusi melewati lapis batas partikel.

Karbonasi

Karbonasi merupakan suatu proses untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang. Pada proses karbonasi akan dilepaskan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂, *formaldehid*, *methane*, *formic*, dan *acetic acid* serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O, dan zat cair. Gas – gas yang dilepaskan pada proses ini mempunyai nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonasi.

Klingel, dkk. (dalam M. Syamsiro dan Harwin Saptoadi, 2007) juga melakukan penelitian karbonasi biomassa dengan meneliti pengaruh temperatur pirolisis terhadap gas-gas yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa temperatur pirolisis yang lebih tinggi akan menghasilkan lebih banyak gas yang mudah terbakar (*combustible gas*), seperti CO, metana, etena, dan gas-gas lainnya.

Densifikasi Biomassa

Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Densifikasi biomassa menjadi briket bertujuan untuk meningkatkan densitas dan menurunkan persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. Secara umum densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan (Bhattacharya, 1996), seperti: menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut, dan mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam.

METODE PENELITIAN

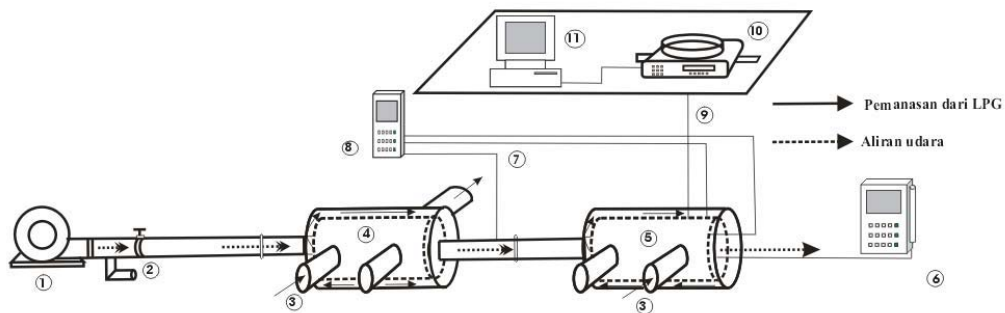
Penelitian ini menggunakan bahan dasar limbah penggilingan padi (sekam). Sekam dikenai perlakuan untuk diubah menjadi biobriket. Sekam dikenai proses karbonasi di dalam oven dengan melakukan kontrol pada variabel-variabel yang mempengaruhinya seperti suhu oven 250 °C, massa sekam sebelum karbonasi 50 gram setiap kali pembakaran yang dilakukan dengan berulang kali dengan lama waktu karbonasi 90 menit. Berdasarkan hasil pengurangan massa, yaitu pada waktu karbonasi 90 menit dihasilkan massa rata-rata sekam setelah di oven 47,238 gram. Tahapan selanjutnya dilakukan pembriketan sekam yang dilakukan dengan cara menghancurkan sekam

padi hasil karbonasi, kemudian menekan dengan alat penempa briket. Seperti yang dilakukan pada karbonasi sekam, saat pembriketan dilakukan pengontrolan pada variabel-variabel yang mempengaruhi hasil biobriket, yaitu tekanan alat pengepres biobriket 3 ton, massa sekam 5 gram, dan diameter cetakan 15 mm. Alat pembriketan ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini. perekat yang digunakan adalah amilum (pati kanji) karena pati kanji adalah yang perekat terbaik di antara perekat yang lainnya. Bahan yang digunakan untuk mencetak biobriket yaitu air, amilum, dan sekam. Komposisi dari ketiga bahan tersebut adalah 6%:4%:90%. Perlakuan yang dikenakan terhadap sekam tersebut menghasilkan biobriket sekam padi.



Gambar 1(a) alat pengepres biobriket, (b) cetakan biobriket dengan berbagai dimensi

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian biobriket sekam untuk mengetahui karakteristik dari biobriket sekam, tahapan-tahapan pengujian, yaitu pengujian temperatur pembakaran dengan temperatur preheat 70 °C, pengujian laju pengurangan massa pembakaran, pengujian laju pembakaran. Massa biobriket sebelum dilakukan pengujian adalah 5 gram. Variabel bebas yang diambil untuk mengetahui karakteristik pembakaran dari biobriket sekam berupa laju aliran udara sebesar 0,6 m/s; 0,8 m/s; dan 1,0 m/s. Dinding ruang bakar juga dipertahankan pada temperatur 350°C dengan pemanasan LPG. Skema pengujian ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini. Masukkan briket ke dalam tungku dan diletakkan pada cawan yang digantungkan dengan kawat dan dihubungkan ke timbangan digital. Pengukuran dilakukan sampai tidak terjadi lagi pengurangan massa yang berarti pembakaran telah selesai.



Gambar 2. Skema alat pengujian karakteristik pembakaran

Keterangan:

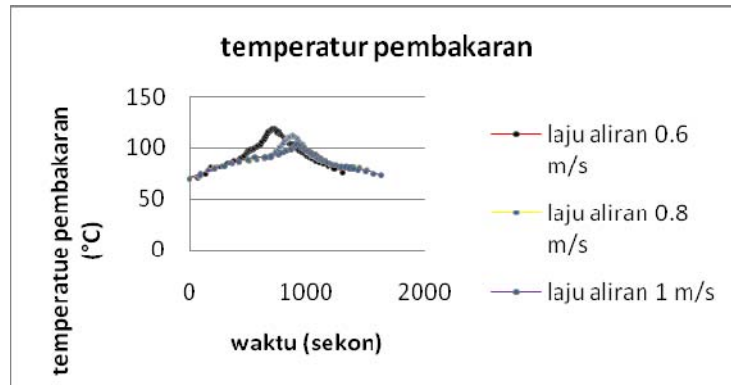
1. Blower udara
2. Katup pengatur
3. Saluran masuk pemanasan LPG
4. Ruang preheater
5. Ruang pembakaran
6. Gas Analyser
7. Kawat termokopel
8. *Digital thermocouple reader*
9. Kawat penggantung briket
10. Timbangan elektrik
11. Komputer

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakteristik pembakaran bahan bakar padat atau biomassa dari sekam padi dapat diketahui dari grafik-grafik yang disajikan di bawah ini.

Pengujian Temperatur Pembakaran

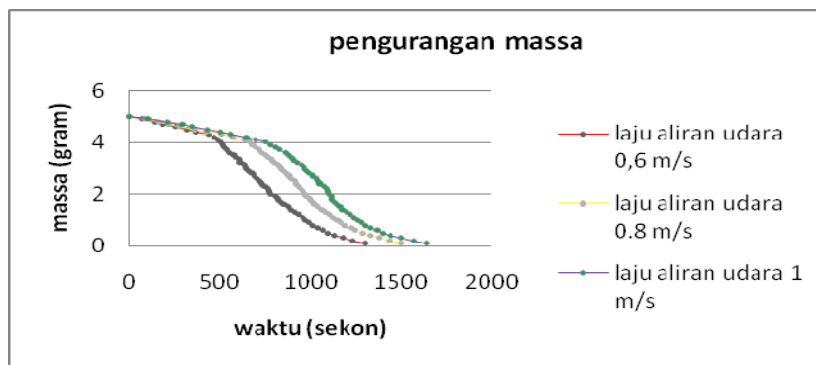
Pada pengujian ini menggunakan temperatur preheat 70 °C. Selanjutnya temperatur secara berkala mengalami kenaikan dengan rentang waktu yang tertentu, tetapi di saat mencapai temperatur tertinggi secara berkala pula temperatur tersebut akan mengalami penurunan. Hal itu terlihat pada grafik 1 di bawah ini yang menunjukkan hubungan antara temperatur pembakaran dengan lama waktu pembakaran.



Grafik 1. Temperatur Pembakaran

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara temperatur pembakaran dengan lamanya waktu pembakaran pada variasi laju aliran udara. Grafik tersebut menunjukkan bahwa temperatur tertinggi dari ketiga variasi laju aliran udara, didapat pada saat laju aliran udara 0,6 m/s, pada temperatur pembakaran 118 derajat celsius, pada waktu 16 menit. Hubungan dari ketiganya dapat dikatakan bahwa semakin cepat laju aliran udara yang dihasilkan dari blower, maka temperatur yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal itu disebabkan udara akan mengurangi atau memperlambat pencapaian temperatur maksimum, karena panas temperatur akan ikut terbangun seiring laju udara yang dikenakan pada sampel.

Pengujian Laju Pengurangan Massa Pembakaran

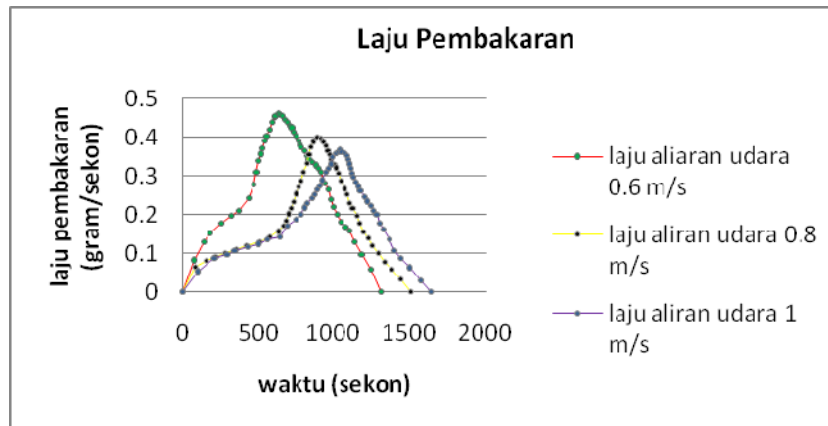


Grafik 2. Pengurangan massa pembakaran

Grafik di atas adalah grafik hubungan antara massa biobriket sampel dengan lama waktu pembakaran. Berdasarkan grafik di atas dapat dikatakan bahwa pada laju aliran udara 0,6 m/s, sampel biobriket yang digunakan lebih cepat habis dari pada saat laju aliran udara 1m/s. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan antara grafik yang sebelumnya dengan pengurangan massa dan ternyata temperatur berbanding lurus dengan massa. Akibat kenaikan temperatur, massa sampel akan lebih cepat habis, dan berdampak pada lebih pendeknya waktu pembakaran.

Penurunan massa secara drastis terjadi ketika ketika 9 menit, yaitu pada laju aliran udara 0.6 m/s, 10 menit ketika laju aliran udara 0.8 m/s dan 11 menit ketika laju aliran udara 1 m/s.

Pengujian Laju Pembakaran



Grafik 3. Laju pembakaran

Grafik di atas menunjukkan bahwa laju pembakaran paling cepat saat pada aliran udara 0,6 m/s. Nilai laju pembakaan terjadi seperti apa yang terjadi pada temperatur pembakaran; temperatur secara berkala mengalami kenaikan dengan rentang waktu yang tertentu, tetapi di saat mencapai temperatur tertinggi secara berkala pula temperatur tersebut akan mengalami penurunan. Nilai laju pembakaran pada suatu ketika laju pembakaran mencapai titik maksimum dan setelah mencapai titik maksimum, maka akan terjadi penurunan laju pembakaran. Laju pembakaran dipengaruhi oleh temperatur, yaitu semakin tinggi temperatur maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam pembakaran. Tingginya temperatur juga berpengaruh pada pencapaian titik puncak dalam laju pembakaran. Grafik menunjukkan titik puncak tertinggi dicapai oleh aliran udara 0,6 m/s, yaitu 0,462 gr/menit yang dicapai pada waktu yang paling cepat dibandingkan dengan dua laju aliran lainnya.

KESIMPULAN

Karakteristik pembakaran limbah penggilingan padi karena pengaruh laju aliran udara dikaji dalam bentuk eksperimental. Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laju aliran udara berbanding terbalik dengan temperatur pembakaran, dimana semakin lambat laju aliran udara akan semakin tinggi temperatur yang dihasilkan dari biobriket sekam padi.

2. Temperatur pembakaran berbanding lurus dengan laju pengurangan massa, ketika temperatur pembakaran semakin tinggi maka sampel biobriket akan semakin cepat meluruh.
3. Temperatur pembakaran berbanding terbalik dengan laju pembakaran, semakin tinggi temperatur maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam pembakaran, sehingga ketika temperatur pembakaran naik maka laju pembakaran akan semakin turun.
4. Laju aliran udara berbanding terbalik dengan laju pengurangan massa dan berbanding lurus dengan laju pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Borman,G.L.and Ragland,K.W.1998. *Combusting. Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Bungay, Henry. R.1981. *Energi: The Biomass Options*. New York: John Wilay & Sons.
- Chin, O.C, Siddiqui. 1999. *Characteristic Of Some Biomass Briquettes Prepared Under Modest Die Pressure*. Biomass dan Bioenergi 18, 223 – 228. Pergoman.
- Demibas., A.1997. "Physical Properties of Briquettes from Waste Paper and Wheat Strawmixtures". *Energi Conversion & Managemant Journal*, 40, 437-445, Elsevier.
- Lu Hong. 2006. *Comprehensive Study of Biomass Priicle Combustion*, 20th Annual ACERC Conference, February 22.
- M. Syamsiro dan Harwin Saptoadi. 2007. *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Prehea*.Yogyakarta: Seminar Nasional Teknologi 2007.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomer 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Pranaka P. 2006. *Utilization of Biomass Sources In Indonesian*. Tokyo: Challanges & Opportunity for the Development, Biomassa Asia Forum.
- Widowati, Sri. 2008. *Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Padi dalam Menunjang Sistem Agroindustri di Pedesaan*. Bogor: Agrobio.
- Vest.H. 2003. *Small Scale Briquetting and Carbonasation of Organic Residus for Fuel*. Germany: Infogate Eschbrown.