

PENGARUH TEKANAN PEMBRIKETAN DAN PERSENTASE BRIKET CAMPURAN GAMBUT DAN ARANG PELEPAH DAUN KELAPA SAWIT TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET

Andy Nugraha¹, Agung Widodo², Slamet Wahyudi³

¹Politeknik Hasnur, Jalan. Adhyaksa No. A2 – Kayu Tangi Permai – Banjarmasin

^{2,3} Universitas Brawijaya, Jalan. MT. Haryono, 167 – Malang

Telp./fax (0511) 3306606

E-mail: Andy_sky26@yahoo.co.id

Abstract

Briquettes mixture of peat and charcoal leaf midrib palm oil is one of the alternative energy for replacing fossil fuel energy. It is environmentally friendly and abundant in Indonesia, mainly in South Kalimantan. In this study, the percentage of briquettes mixture of peat and charcoal leaf midrib of palm oil were 50%:50%, 60%:40%, 70%:30%, 80%:20% and 90%:10%, respectively. In addition, 1 gram of starch was added as an adhesive for every variation of briquettes mixture. In briquetting process, the pressures were 10 kg/cm², 20 kg/cm² and 30 kg/cm². The combustion characteristics of briquettes was tested, then it was compared by subbituminous coal briquettes. The results show, ignition delay of briquettes decrease by increasing additional percentage of peat, however extend the burning time of briquettes, consequently the burning rate decrease and the briquettes temperature becomes low. Briquetting pressure affects the combustion characteristics of briquettes. Ignition delay of briquettes decrease by the pressure. On the other hand, extend the burning time of briquettes and decrease the burning rate, however combustion temperatures of briquettes increases. The results also show a comparison of mixture briquettes peat and charcoal palm leaf midrib with subbituminous coal briquettes. The subbituminous coal briquettes produces higher combustion temperature, the longer combustion process and the lowest combustion rate.

Keywords: *Briquette, peat, charcoal leaf midrib palm oil, combustion characteristics.*

PENDAHULUAN

Briket merupakan sebuah gumpalan/blok bahan yang dapat dibakar dan digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api selama rentang waktu tertentu. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan biobriket. Diantara briket-briket yang telah disebutkan, briket gambut merupakan briket yang cukup jarang digunakan karena berhubungan erat dengan lingkungan hidup sekitarnya. Tetapi jika melihat potensi gambut yang cukup luas di Indonesia yaitu sekitar 27 juta Ha dan merupakan cadangan gambut terbesar ke empat di dunia setelah Kanada (170 juta Ha), Rusia (150 juta Ha), dan Amerika Serikat (40 juta Ha) [1]. Patut kiranya jika gambut dapat

dijadikan sebagai salah satu energi alternatif berupa briket gambut.

Indonesia memiliki lahan gambut yang tersebar di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Salah satu provinsi di Kalimantan yang memiliki potensi gambut cukup besar, yaitu Kalimantan Selatan yang diperkirakan sebesar 1.484.000 Ha [2].

Briket gambut sebagai energi alternatif dituntut memiliki kualitas yang baik diantaranya memiliki sifat seperti tekstur yang halus, tidak mudah pecah, keras, aman bagi manusia dan lingkungan serta memiliki sifat-sifat penyalaan yang baik. Sifat penyalaan ini diantaranya adalah mudah menyala, waktu nyala cukup lama, tidak menimbulkan jelaga, asap sedikit dan cepat hilang serta nilai kalor yang cukup tinggi [3]. Untuk lebih meningkatkan kualitas, briket gambut juga dapat dicampur dengan

biomassa seperti arang jerami dan serbuk kayu.

Penambahan arang jerami dan serbuk kayu pada briket gambut dapat meningkatkan nilai kalor briket gambut [1] [4]. Briket gambut yang ditambahkan serbuk kayu mengalami perubahan pada sifat fisiknya seperti penurunan kadar air, penurunan kadar abu, penurunan kadar karbon, dan peningkatan zat-zat mudah menguap [1]. Sedangkan briket gambut yang ditambahkan arang jerami juga terjadi perubahan pada sifat fisiknya seperti penurunan kadar air, peningkatan kadar abu, dan peningkatan kadar karbon [4].

Selain mengetahui sifat fisik dari briket gambut perlu juga diketahui karakteristik pembakarannya seperti penyalaan awal briket, lama pembakaran briket, penurunan berat briket selama proses pembakaran, laju pembakaran briket, dan temperatur pembakaran briket. Karakteristik pembakaran diperlukan sebagai salah satu tolak ukur kualitas dan performa briket gambut yang dihasilkan [5].

Selain dicampur dengan arang jerami dan serbuk kayu, briket gambut juga dapat dicampur dengan biomassa lain seperti pelepah daun kelapa sawit. Pelepah daun kelapa sawit merupakan salah satu limbah perkebunan kelapa sawit yang sangat kurang pemanfaatannya. Pemanfaatan pelepah daun kelapa sawit hanya sebatas sebagai pupuk kompos dan bahan campuran pakan ternak. Pemanfaatan pelepah daun kelapa sawit sebagai bahan campuran pakan ternak hanya sebesar 30% dan masih banyak terdapat kesukaran dalam proses pengolahannya [6].

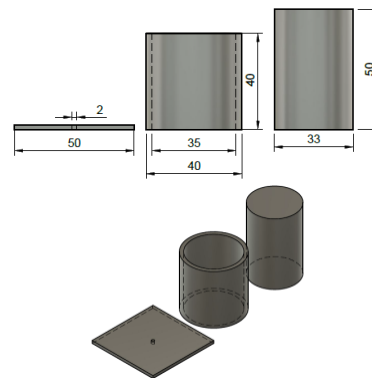
Beberapa peneliti sudah ada yang memanfaatkan pelepah daun kelapa sawit menjadi briket. Pelepah daun kelapa sawit yang dijadikan briket tanpa melalui proses pengarangan mempunyai nilai kalor sebesar 3.477,67 kKal/kg [7]. Sedangkan briket pelepah daun kelapa sawit yang melalui proses pengarangan mempunyai nilai kalor sebesar 5687 kal/g [8].

Berdasarkan pemaparan di atas diketahui bahwa gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit sangat potensial untuk dijadikan bahan baku briket. Sehingga perlunya melakukan penelitian mengenai pengaruh tekanan pembriketan dan persentase briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit terhadap karakteristik pembakarannya.

Karakteristik pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit meliputi: penyalaan awal briket, lama pembakaran briket, penurunan berat briket selama proses pembakaran, laju pembakaran briket, dan temperatur pembakaran briket. Karakteristik pembakaran briket campuran gambut dengan arang pelepah daun kelapa sawit juga dibandingkan dengan karakteristik pembakaran briket batubara subbituminous untuk melihat bagaimana perbandingannya.

METODOLOGI PENELITIAN

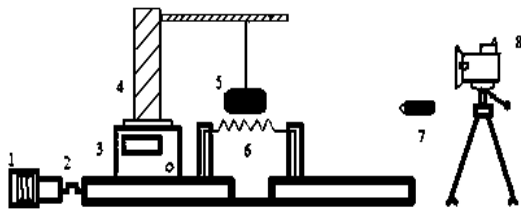
Briket dibuat dengan persentase campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit, yaitu 50%:50%, 60%:40%, 70%:30%, 80%:20%, dan 90%:10%, dalam persentase berat dan setiap persentase ditambahkan perekat kanji sebanyak 1 gram dalam bentuk *jelly*. Briket juga dibuat dengan 3 tekanan pembriketan yang berbeda, yaitu 10 kg/cm², 20 kg/cm², dan 30 kg/cm².



Gambar 1. Cetakan briket dan dimensinya (dalam mm)

Setiap persentase campuran briket dan briket batubara subbituminous akan dilakukan pengujian karakteristik pembakaran. Pengujian karakteristik pembakaran briket menggunakan skema alat seperti dalam Gambar 2.

Prosedur pengujian karakteristik pembakaran ini dimulai dengan briket yang telah dioven dan kering kemudian diletakkan pada penyangga briket yang dibawahnya telah diletakkan timbangan digital dengan posisi tergantung. Di bawah briket yang tergantung selanjutnya diletakkan elemen pemanas (*heater*). Atur jarak antara briket dengan elemen pemanas (*heater*) ± 2 mm.



Gambar 2. Skema instalasi penelitian

Keterangan:

- 1. Trafo
- 2. Switch
- 3. Timbangan digital
- 4. Penyangga briket
- 5. Briket
- 6. Heater listrik
- 7. Termometer infrared
- 8. Kamera

Sebelum briket dibakar, posisikan dan hidupkan kamera ke arah briket untuk merekam proses pembakaran briket. Siapkan juga termometer infrared di tempat yang mudah dijangkau, jika sewaktu-waktu diperlukan untuk mengukur temperatur pembakaran briket. Hidupkan timbangan digital dengan tanpa adanya pembebanan dari briket sampai timbangan digital siap digunakan. Apabila timbangan digital sudah siap digunakan maka letakkan briket pada penyangga briket yang dibawahnya telah diletakkan timbangan digital yang sudah siap digunakan. Selanjutnya berat awal briket akan terbaca timbangan digital.

Hidupkan stopwatch bersamaan dengan switch elemen pemanas (heater) untuk mengukur lamanya penyalaan awal dan lamanya pembakaran briket. Elemen pemanas (heater) hanya dihidupkan sampai briket mulai terbakar dan kemudian dimatikan, apabila jarak antara briket dengan elemen pemanas (heater) terlalu dekat maka naikan kawat penggantung briket sampai jaraknya di rasa cukup. Dalam pengambilan data, data temperatur dari pembakaran briket diperoleh dari pembacaan termometer infrared. Lamanya penyalaan awal dan lamanya pembakaran briket diperoleh dari pembacaan stopwatch dan dari durasi rekaman video.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian sifat fisik dan karakteristik pembakaran yang telah dilakukan di Laboratorium pusat studi pangan dan gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan di Laboratorium motor bakar Universitas

Brawijaya Malang didapat hasil penelitian, antara lain:

Sifat fisik briket

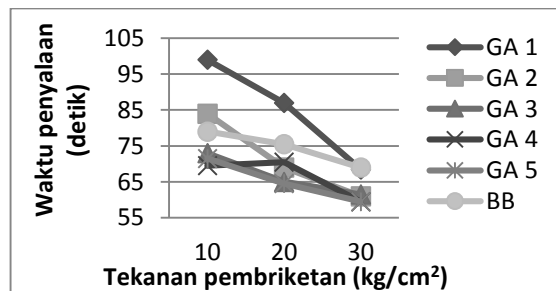
Sifat fisik briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit serta briket batubara subbituminous dapat di lihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik briket

Briket	Kode briket	Sifat fisik				Nilai kalor (kal/g)
		Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar zat-zat terbang (volatile matter) (%)	Kadar karbon terikat (fixed carbon) (%)	
Campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit						
Perentase 50%-50%	GA 1	5,71	15,84	28,86	49,59	5473,32
Perentase 60%-40%	GA 2	5,87	16,80	31,29	46,04	5056,75
Perentase 70%-30%	GA 3	5,94	17,70	33,74	42,63	4782,03
Perentase 80%-20%	GA 4	6,07	18,51	36,29	39,10	4548,52
Perentase 90%-10%	GA 5	6,41	19,54	38,30	35,74	4127,68
Batubara subbituminous						
Perentase 100%	BB	6,62	3,10	44,15	46,13	5718,92

Karakteristik Pembakaran Briket Penyalaan Awal Briket

Waktu penyalaan terlama ada pada GA1 dengan tekanan pembriketan 10 kg/cm² yaitu 99 detik dan waktu penyalaan tersingkat ada pada GA4 dan GA5 dengan tekanan pembriketan 30 kg/cm² yaitu 59,5 detik. Waktu penyalaan terlihat semakin cepat seiring dengan banyaknya gambut yang ditambahkan ke dalam briket seperti pada Gambar 3.



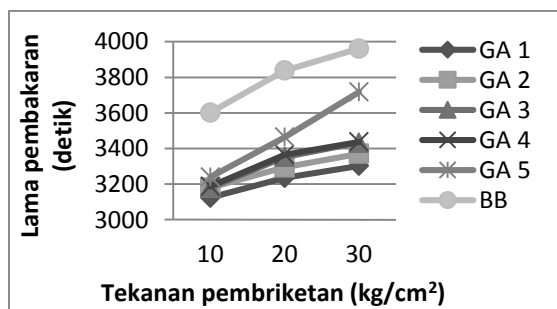
Gambar 3. Grafik penyalaan briket

Hal ini terjadi karena gambut belum mengalami proses thermal dekomposisi atau pengarangan, sehingga gambut masih memiliki kadar zat-zat terbang (volatile matter) yang tinggi. Tingginya kadar zat-zat terbang (volatile matter) mengakibatkan briket akan lebih mudah terbakar [3]. Meningkatnya tekanan pembriketan juga turut andil dalam mempercepat penyalaan awal briket dikarenakan semakin rapatnya butiran briket membuat distribusi temperatur dan rambatan

api antar butiran briket berlangsung cepat tanpa ada hambatan dari udara [9]. Secara umum waktu penyalaan awal briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit masih di bawah briket batubara subbituminous, dikarenakan walaupun batubara subbituminous memiliki kadar zat-zat terbang (*volatile matter*) yang tinggi tetapi wujudnya yang telah menjadi arang (banyak mengandung karbon) membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyala. Hal ini tidak lepas dari banyaknya kandungan karbon padatan di dalam batubara subbituminous, memerlukan energi aktivasi yang besar untuk membakarnya dan meraksikannya dengan oksigen sehingga menjadi COx.

Lama Pembakaran Briket

Waktu pembakaran terlama ada pada GA5 dengan tekanan pembriketan 30 kg/cm² yaitu 3718 detik dan waktu pembakaran tersingkat ada pada GA1 dengan tekanan pembriketan 10 kg/cm² yaitu 3123,5 detik. Lama pembakaran meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan pembriketan dan meningkatnya kandungan gambut seperti pada Gambar 4. Hal ini terjadi karena dengan meningkatnya tekanan maka butiran-butiran briket akan lebih menyatu dan meningkatkan kerapatan briket [9], sehingga aliran udara ke dalam pembakaran briket akan menurun dan memperlama pembakaran briket.



Gambar 4. Grafik lama pembakaran briket

Dalam penelitian ini semakin banyak gambut yang ditambahkan ke dalam briket juga akan memperlama pembakaran briket, dikarenakan abu yang dihasilkan dari proses pembakaran briket tetap menempel dengan kuat pada briket yang terbakar dan tidak mudah terlepas atau jatuh sehingga akan menghalangi aliran udara ke dalam briket yang berakibat

melambatnya pembakaran briket dan menurunkan temperatur briket. Semakin tinggi tekanan pembriketan juga akan membuat abu yang dihasilkan dalam proses pembakaran semakin kuat menempel pada briket.

Penurunan Berat Briket Selama Proses Pembakaran

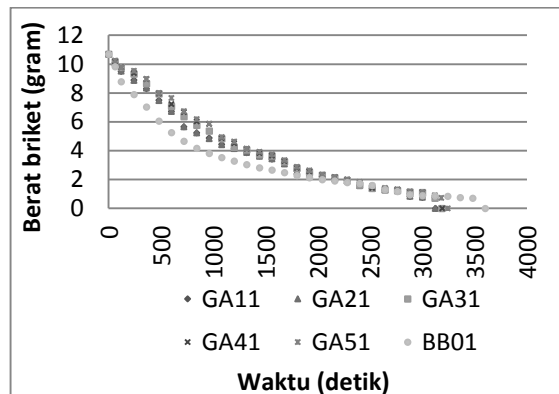
Selama proses pembakaran, briket akan terus mengalami penurunan berat sampai briket menjadi abu. Penurunan berat briket dapat diketahui dengan menimbang briket yang masih terbakar dengan cara menggantungnya pada penyangga yang diletakkan di atas timbangan digital. Penurunan berat briket dengan tekanan pembriketan 10 kg/cm², 20 kg/cm², dan 30 kg/cm² disajikan dalam Gambar 5.

Semakin banyak gambut di dalam campuran briket dan semakin meningkatnya tekanan maka penurunan berat briketnya akan semakin lambat dan pembakarannya akan semakin lama. Hal ini terjadi karena dalam penelitian ini abu yang dihasilkan ketika pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit tetap menempel pada briket dan tidak mudah jatuh terutama bila kandungan gambutnya tinggi dan tekanan pembriketan di naikkan. Menempelnya abu pada briket yang masih terbakar membuat terhambat nya aliran udara yang masuk ke dalam briket sehingga pembakaran briket menjadi tidak optimal, memperlama pembakaran briket, dan menurunkan temperatur briket.

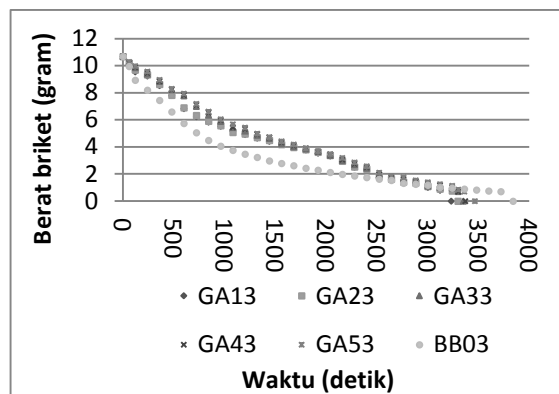
Penurunan berat briket terjadi secara signifikan pada detik 0 sampai sekitar detik 110 (tergantung lama penyalaan masing-masing briket) karena pada saat ini briket dibakar dengan menggunakan *heater* listrik. Kemudian, mulai detik 200 – detik 1200 berat briket terus turun secara signifikan karena pada briket terbakar telah muncul bara api yang terus menjalar dari sisi bawah briket, dari sisi bawah perlahan bara api terus membakar sisi samping dan kemudian sisi atas briket. Pembakaran briket ini tidak menghasilkan lidah api yang lama, lidah api hanya terjadi ketika *heater* listrik dinyalakan, setelah *heater* listrik padam maka lidah api juga turut menghilang. Mulai detik 1400 – detik 2600 pembakaran briket mulai melambat hal ini terjadi karena telah adanya abu yang menyelimuti briket, semakin lama

selimut abu ini akan semakin tebal. Selimut abu ini berbanding lurus dengan banyaknya gambut dan akan semakin kuat menempel dengan meningkatnya tekanan pembriketan. Meningkatnya tekanan pembriketan membuat butir-butir briket semakin menyatu dan bila briket ini dibakar juga akan membuat abu pembakaran briket tidak mudah terlepas dari briket yang terbakar terutama untuk bahan briket yang mengandung banyak gambut. Dari detik 2800 – detik 3800 (tergantung akhir pembakaran masing-masing briket) selimut abu yang menutupi briket sudah semakin tebal dan pembakaran briket sudah mencapai bagian tengah briket, jadi pada detik ini hanya tersisa bagian tengah briket yang masih terbakar. Bagian tengah briket akan terbakar dengan sangat lambat (tergantung kadar gambut masing-masing briket) dan kemudian padam. Lambatnya pembakaran bagian tengah briket tidak lepas dari sedikitnya aliran udara yang masuk ke dalam briket, aliran udara ini terhambat oleh selimut abu yang menutupi briket.

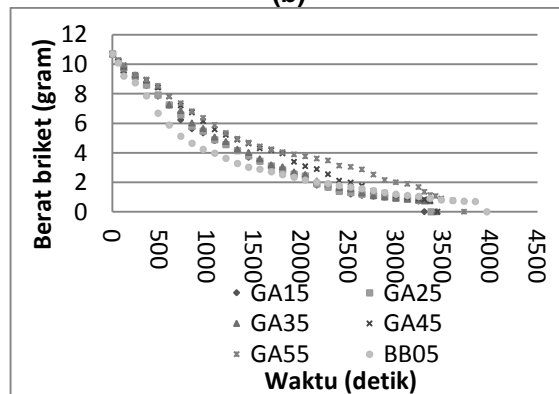
Pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit cukup berbeda dengan pembakaran briket batubara subbituminous. Pada pembakaran briket batubara yang terlihat dalam Gambar 5 penurunan beratnya terlihat relatif stabil, hanya ada detik 0 – detik 1200 saja yang terjadi penurunan berat secara signifikan. Hal ini terjadi karena hal yang terjadi pada briket batubara subbituminous serupa dengan apa yang terjadi pada briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit. Hal berbeda justru terjadi mulai dari detik 1800 – detik 4000 (tergantung akhir pembakaran masing-masing briket) penurunan berat briket batubara subbituminous menurun secara konstan, dikarenakan kondisi batubara subbituminous yang sudah seperti arang yaitu sudah menjadi padatan karbon serta sedikitnya abu yang dihasilkan dan abu ini juga mudah sekali terpisah dari briket batubara subbituminous yang masih terbakar sehingga aliran udara yang digunakan untuk pembakaran briket tidak terhambat.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Grafik Hubungan Berat Briket dengan Waktu pada Masing-masing Tekanan Pembriketan (a) 10 kg/cm², (b) 20 kg/cm², (c) 30 kg/cm².

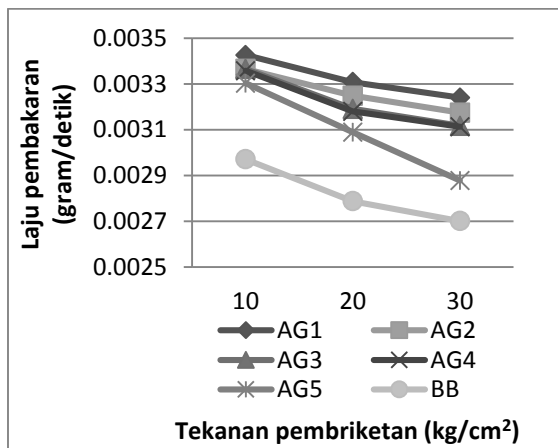
Laju Pembakaran Briket

Laju pembakaran briket merupakan banyaknya berat briket yang terbakar dalam selang waktu tertentu. Laju pembakaran briket

dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{laju pembakaran} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{waktu pembakaran}} \quad (1)$$

Persamaan 1 digunakan untuk menentukan laju pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit serta briket batubara subbituminous dan hasilnya dapat di lihat dalam Gambar 6.



Gambar 6. Grafik laju pembakaran briket

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan pembriketan maka laju pembakaran briket akan menurun, hal ini terjadi karena tekanan pembriketan yang tinggi membuat butir-butir briket semakin menyatu dan semakin rapat sehingga hanya sedikit udara yang terjebak di dalam briket serta membuat pori-pori (porositas) briket mengecil. Keadaan ini membuat pada saat briket terbakar, udara yang digunakan untuk pembakaran briket sebagian besar di dapat dari bagian luar briket dan ini masih terhalang dengan abu yang menutupi permukaan briket sehingga membuat laju pembakaran briket menjadi melambat. Semakin banyak gambut yang ditambahkan ke dalam campuran briket juga membuat laju pembakaran briket semakin menurun dikarenakan gambut menghasilkan banyak abu dan terus menempel pada briket yang sedang terbakar sehingga menghambat aliran udara yang digunakan untuk pembakaran briket. Hal ini mengakibatkan melambat atau menurunnya laju pembakaran briket.

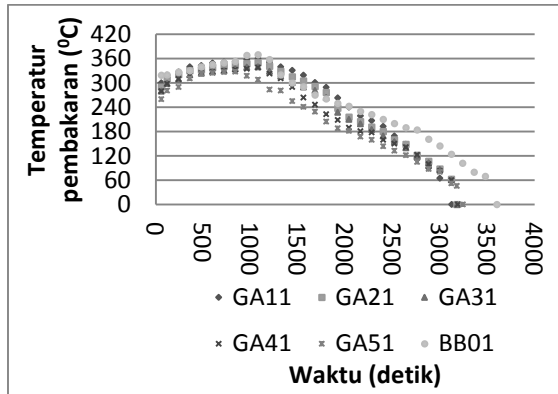
Laju pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit cukup

berbeda dengan laju pembakaran briket batubara subbituminous. Laju pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit lebih tinggi dari pada laju pembakaran briket batubara subbituminous, hal ini mengindikasikan bahwa pembakaran briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit berlangsung lebih cepat dari pada briket batubara subbituminous. Hal ini terjadi karena gambut yang terdapat dalam briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit lebih cepat terbakar dari pada padatan karbon dalam briket batubara subbituminous.

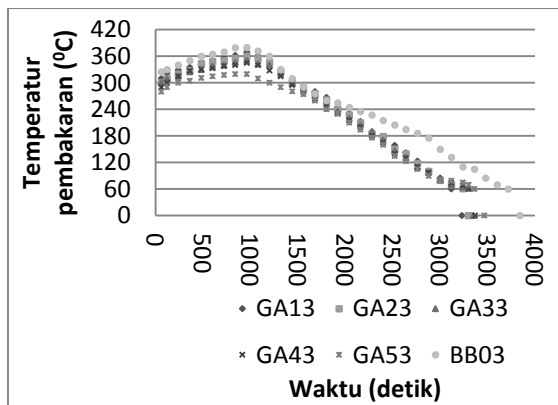
Temperatur Pembakaran Briket

Briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit terlihat pada Gambar 7 mengalami perbedaan temperatur di setiap variasinya. Seiring dengan meningkatnya kandungan gambut maka temperatur maksimum briket juga mengalami penurunan, hal ini terjadi karena gambut hanya memiliki nilai kalor sebesar 4611,373 kal/g dan ini berbeda jauh dengan arang pelepah daun kelapa sawit yang memiliki nilai kalor sebesar 7400,862 kal/g, besarnya nilai kalor arang pelepah daun kelapa sawit tidak lepas dari proses pengarangan yang telah dilakukan. Proses ini membuat kandungan air dan kandungan zat-zat terbang (*volatile matter*) yang terdapat di dalam pelepah daun kelapa sawit hampir semuanya menguap dan hanya menyisakan sebagian besar padatan karbon, berbeda halnya dengan gambut yang masih alami dan belum mengalami proses pengarangan dan tentunya juga masih banyak mengandung air dan zat-zat terbang (*volatile matter*). Gambut juga memiliki kandungan abu yang tinggi, kandungan abu yang tinggi dalam briket akan membuat temperatur pembakarannya menurun. Kadar zat-zat terbang (*volatile matter*) yang tinggi dalam gambut juga mempengaruhi temperatur maksimal briket. Panas yang dihasilkan dari pembakaran briket akan banyak digunakan untuk menguapkan zat-zat terbang (*volatile matter*) sehingga panas yang dihasilkan briket menjadi tidak maksimal. Selain gambut, tekanan pembriketan juga turut andil dalam meningkatkan temperatur maksimal pembakaran briket, semakin tinggi tekanan

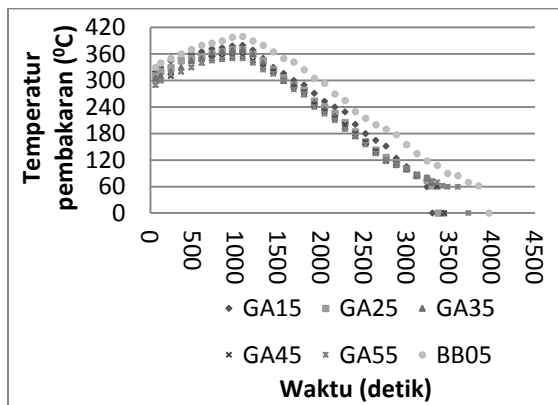
briket maka temperatur maksimal briket juga akan meningkat.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Grafik Hubungan Temperatur Pembakaran dan Waktu dengan Tekanan Pembriketan (a) 10 kg/cm², (b) 20 kg/cm², (c) 30 kg/cm²

Tekanan pembriketan yang tinggi membuat butir-butir briket menyatu lebih rapat sehingga panas dari butir briket yang terbakar dapat langsung diteruskan ke butir briket yang lain secara konduksi dan radiasi.

Secara umum dari Gambar 14, Gambar 15, dan Gambar 16 temperatur maksimal briket batubara subbituminous masih lebih tinggi dari temperatur briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa dalam semua tekanan pembriketan. Hal ini wajar terjadi mengingat bahwa batubara subbituminous telah mengalami proses *thermal* dekomposisi atau pengarangan sehingga telah menjadi padatan karbon dengan kandungan karbon yang tinggi, selain itu rendahnya kandungan abu mengisyaratkan bahwa hampir semua bagian dari batubara subbituminous telah berubah menjadi energi panas dalam proses pembakaran sehingga membuatnya dapat menghasilkan temperatur yang lebih maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari data dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai penelitian pengaruh tekanan pembriketan dan persentase briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit terhadap sifat fisik dan karakteristik pembakaran. Kesimpulannya adalah sebagai berikut:

Tekanan pembriketan yang digunakan yaitu 10 kg/cm², 20 kg/cm², dan 30 kg/cm². Pengaruh peningkatan tekanan pembriketan terhadap karakteristik pembakaran briket, antara lain: membuat penyalaan briket semakin cepat, memperlama pembakaran briket, menurunkan laju pembakaran briket, dan meningkatkan temperatur pembakaran briket.

Persentase briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit, yaitu 50%:50%, 60%:40%, 70%:30%, 80%:20%, dan 90%:10%. Pengaruh semakin banyaknya persentase penambahan gambut, antara lain: mempercepat penyalaan briket, memperlama pembakaran briket, menurunkan laju pembakaran briket, dan menurunkan temperatur briket.

DAFTAR PUSTAKA

-
- [1]. Sulistyono. 2000. Briket Gambut Dengan Serbuk Kayu Kemungkinan Sebagai Energi Alternatif. *Forum Iptek*, Vol. 13 No. 03.
- [2]. Rumidi, Sukandar. 2009. *Rekayasa Gambut, Briket Batubara, dan Sampah Organik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [3]. Jamilatun, Siti. 2008. Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 2 No. 2.
- [4]. Hakiki, Muhammad Zia. 2010. *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Arang Jerami terhadap Karakteristik Briket Gambut Plus*. Universitas Muhammadiyah. Malang.
- [5]. Fretes, Evedore Fredo De. 2013. *Karakteristik Pembakaran dan Sifat Fisik Briket Ampas Empulur Sagu untuk Berbagai Bentuk dan Prosentase Perekat*. Universitas Brawijaya. Malang.
- [6]. Balai Penelitian Ternak. 2003. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol. 25 No. 5. Ciawi.
- [7]. Papilo, Petir. 2012. Briket Pelepah Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Alternatif yang Bernilai Ekonomis dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri* Vol. 9 No. 2.
- [8]. Yusuf, Muhammad. 2013. *Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit (Elaeis Guenensis Jacq.) sebagai Bahan Baku Pembuatan Briket Arang*. Universitas Riau. Riau.
- [9]. Setiowati, Reni. dan M. Tirono. 2014. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat Fisis Briket Arang. *Jurnal Neutrino*. Vol. 7 No.01.