

## KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DAN SIFAT FISIK BRIKET AMPAS EMPULUR SAGU UNTUK BERBAGAI BENTUK DAN PROSENTASE PEREKAT

Evedore Fredo de Fretes<sup>1)</sup>, ING. Wardana<sup>2)</sup>, Mega Nur Sasongko<sup>2)</sup>  
Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Magister dan Doktor FT UB<sup>1)</sup>  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya<sup>2)</sup>  
Jl. MT. Haryono 97 Malang 65145 Indonesia  
Email: df\_fredo@yahoo.co.id

### Abstrak

*Fossil fuel reserves are depleting to be anticipated by looking for alternative energy sources. Alternative energy that many developed and researched today is agricultural waste biomass fuel is formed into briquettes. In this research, briquettes are made from dregs the pith of sago in the four of form, namely : cylinders, blocks, cubes and prisms, with and without adhesive sago starch with the presentation of 5% and 10%.*

*This research aimed to determine the effect form briquettes on the combustion rate and determine the physical properties of briquettes without carbonization process, with or without the addition of sago starch as an adhesive which include moisture content, ash content, volatile matter, fixed carbon and heating value.*

*The results research that the form of briquettes affects the combustion rate where the fastest combustion speed was on briquettes form beams, cube and Prism. Percentage adhesive of sago starch affects the early combustion time where time is needed to ignite the briquettes greatest for percentage 10% and the lowest adhesive for briquettes without adhesives. Adhesive sago starch is also very influential on the moisture content, ash content, volatile substances, fixed carbon and heating value. Adhesive sago starch is also very influential on the moisture content, ash content, volatile matter, fixed carbon and heating value. The addition of adhesive sago starch lower heating value.*

**Keywords:** *Briquettes, sago, Physical Properties, Combustion.*

### PENDAHULUAN

Menipisnya sumber bahan bakar fosil perlu diantisipasi dengan mencari sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif yang banyak dikembangkan dan diteliti saat ini adalah bahan bakar biomassa limbah pertanian [1], misalnya limbah pengolahan pati sago dari pohon sago yang disebut ampas empulur sago.

Ampas empulur sago memiliki senyawa karbohidrat sebesar 6,67 %. Karbohidrat merupakan senyawa karbon (C), Hidrogen (H), dan oksigen (O) [2] yang pemanfaatannya masih terbatas dan kurang mendapat perhatian. Dengan adanya senyawa karbohidrat yang terkandung dalam ampas empulur sago ini, dan kandungan utama yang terdapat dalam

bahan bakar yaitu carbon dan hidrogen [3], maka dapat disimpulkan bahwa ampas empulur sago dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif.

Usaha menjadikan ampas empulur sago ini sebagai bahan bakar yaitu dengan membuatnya sebagai briket, dimana dalam pembuatannya ada yang menggunakan campuran perekat maupun tanpa penambahan perekat. Penambahan perekat dengan persentasi yang tepat diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik briket sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Dalam penelitian terdahulu oleh Nadya [4]. (2011), ampas sago terlebih dahulu diberikan proses pengarangan kemudian dicampur dengan perekat kanji 3%, 5%, dan 7%. Berbeda dari penelitian terdahulu


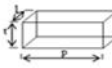


ampas empulur sagu pada penelitian ini tidak melalui proses pengurangan dan bahan perekat yang digunakan adalah pati sagu dengan presentasi 5% dan 10%. Pembahasan ditekankan pada sifat fisik briket ampas empulur sagu dengan pati sagu sebagai komponen pembentuk briket. Sifat fisik yang dibahas meliputi kadar air, kadar abu, zat-zat mudah menguap, karbon tetap dan sebagai referensi untuk penelitian sejenis dalam pengembangan ilmu pengetahuan maupun dapat memanfaatkan pati sagu sebagai perekat dengan kandungan karbohidrat sebesar 85,9%.[2]

Dalam penelitian ini briket dibuat dalam empat bentuk yaitu silinder, balok, kubus dan prisma untuk mengetahui laju pembakaran seperti dalam penelitian [5]. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa laju pembakaran biobriket silinder pejal lebih cepat dari biobriket silinder berongga, begitu pula dengan The Legacy Foundation, sebuah LSM Amerika dalam [6] , yang berpendapat bahwa bentuk terbaik untuk membuat briket adalah berbentuk silinder berlubang.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variabel bebas adalah bentuk dan ukuran briket. Briket dibuat dengan perekat pati sagu 5% , 10% dan tanpa perekat. Bentuk dan ukuran briket dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Bentuk dan Ukuran Briket

Bentuk	Ukuran (mm)	Ukuran (mm)		
		d	l	t
Tabung		29,5		26
Balok		38	18	26
Kubus		26	26	26
Prisma		38	36	26

**TAHAPAN PENELITIAN**

Penelitian terdiri dari 2 bagian yaitu:

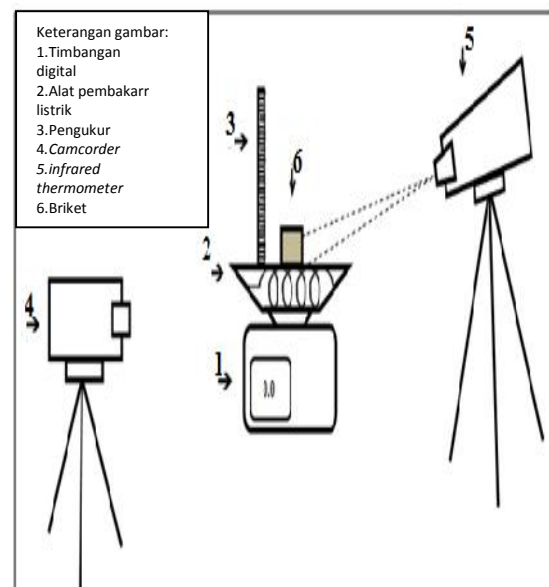
**Penelitian I.**

Penelitian untuk mengetahui perubahan massa briket selama proses pembakaran, waktu penyalaan awal, lama proses pembakaran, laju pembakaran, tahap proses pembakaran.

Adapun jalannya proses penelitian yaitu, sebelum briket dibakar, alat pembakar listrik diletakan diatas timbangan digital, kemudian ditempatkan *infrared thermometer* dengan sinar mengarah ke permukaan pembakar listrik. Diletakan pula pengukur tinggi api dan *camcorder* untuk merekam semua data selama penelitian berupa perubahan massa briket, waktu tunda nyala dan lama penyalaan.

Penelitian dilakukan dengan membakar masing-masing briket pada permukaan pembakar bersuhu 440°C. Alat pembakar listrik hanya berfungsi sebagai pemicu nyala api briket. Setelah briket terbakar arus listrik dimatikan.

Skema instalasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Instalasi Peralatan Penelitian

**Penelitian II.**

Pada tahap ini diukur kadar air, kadar abu, zat-zat mudah menguap, karbon tetap dan nilai kalor. Prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

**Penelitian kadar air**

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukan ke dalam cawan tahan api lalu dimasukan ke dalam oven pada temperatur 104 - 110 °C selama 1 jam. Setelah itu sampel ditimbang.

**Penelitian kadar abu**

Sampel sebanyak 1 gram dimasukan ke dalam cawan tahan api kemudian masukan ke dalam oven dan dipanaskan pada temperatur 450 - 500 °C selama 1 jam. Setelah itu temperatur dinaikan hingga 700 - 750 °C selama 2 jam. Selanjutnya temperatur dinaikan lagi hingga 900 - 950 °C. Kemudian sampel ditimbang.

**Penelitian kadar zat mudah menguap**

Di sini digunakan sampel hasil uji kadar air. Dalam penelitian ini cawan tahan api ditutup. Sampel hasil uji kadar air dipanaskan di dalam oven pada temperatur 950 ± 20 °C selama 7 menit kemudian dikeluarkan dan ditimbang.

**Penelitian nilai kalor**

Siapkan dua liter air, kemudian masukan ke dalam *oval bucket*. Timbang bahan yang diuji, kemudian masukan ke dalam *combustion capsule*. Pasang kawat sepanjang 10 cm sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsul* dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*. Masukan bahan bakar yang diuji dalam *combustion capsule* tadi bersama dengan kawat ke dalam *oxygen bomb*. Hubungkan semua peralatan *bomb calorimeter* ke sumber listrik. Isi *oxygen bomb* dengan *oxygen* yang bertekanan 30 atm - 35 atm menggunakan bantuan *auto charger*. Setelah selesai, masukan *oxygen bomb* ke dalam *oval bucket* yang telah terisi air, kemudian masukan *oval bucket* ke dalam *adiabatic calorimeter*, lalu tutup. Pindahkan posisi *switch* ke posisi *on*. Sterilkan/samakan suhu dari dari aquades/air di *oval bucket* dengan suhu *water jacket* dengan menggunakan *switch hot/cold*. Setelah sama, catat suhu yang

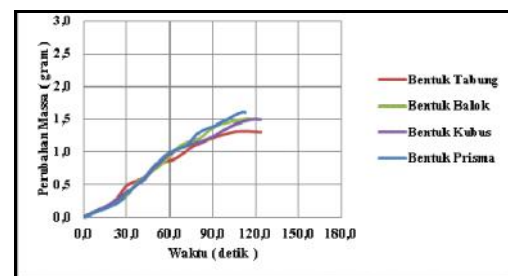
terjadi, kemudian bakar bahan bakar yang diuji tersebut. Beberapa saat kemudian, catat kembali suhu yang terjadi pada *aquades/air* ( catat temperatur maksimum yang tercapai). Setelah itu hitung selisih temperatur di air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran. Setelah itu ukur sisa kawat yang terbakar.

Sampel briket yang diteliti pada penelitian II ini adalah sampel dengan campuran perekat 5 %, 10 % dan sampel tanpa campuran perekat.

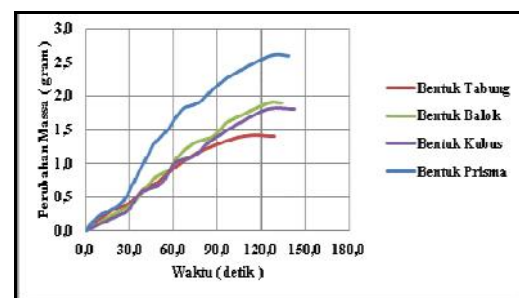
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Perubahan Massa Briket Selama Selang Waktu Proses Pembakaran**

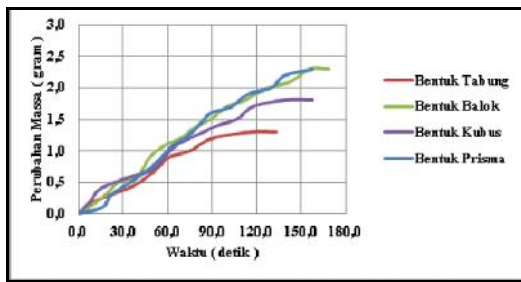
Perubahan massa selama proses pembakaran untuk semua bentuk briket, variasi perekat dan tanpa perekat erat hubungannya dengan bentuk briket. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2. Hubungan Perubahan Massa dan Bentuk Briket Untuk Briket Tanpa Perekat



Gambar 3. Hubungan Perubahan Massa dan Bentuk Briket Untuk Briket Dengan Perekat 5 %



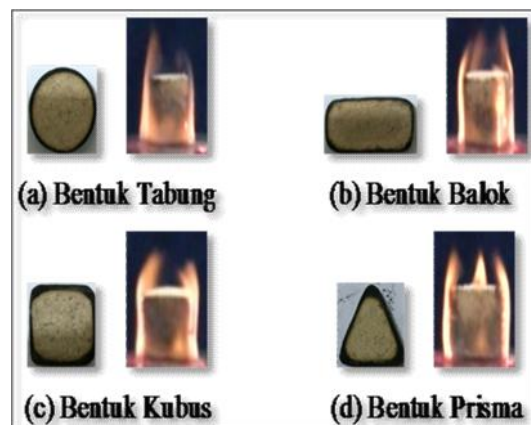
Gambar 4. Hubungan Perubahan Massa dan Bentuk Briket Untuk Briket Dengan Perekat 10 %

Dari gambar 2, 3 dan 4, terlihat bahwa terjadi perubahan massa briket selama proses pembakaran, dimana untuk semua variasi perekat maupun tanpa perekat, bentuk tabung dengan perubahan atau pengurangan massa yang terkecil dibandingkan dengan ketiga bentuk briket yang lain. Hal ini dapat dijelaskan dengan melihat proses rambatan api dan belahan briket hasil pembakaran seperti pada gambar 5.(a), (b), (c) dan (d), baik secara teoritis maupun pengamatan selama proses penelitian.

Secara teoritis dapat dijelaskan yaitu, suatu benda terbentuk atas molekul-molekul, dimana molekul-molekul tersebut saling mengikat satu sama lain. Bila benda tersebut diberikan panas atau diberikan energi aktivasi maka molekul-molekul akan aktif dan saling bertumbukan sehingga menyebabkan jarak ikatan molekul tersebut merenggang dan dapat menyebabkan atom-atom dalam molekul terputus [2]. Bila dilihat dari bentuk briket pada penelitian ini, maka dapat dikatakan bahwa karena ikatan molekul pada bagian sudut lebih lemah sehingga apabila benda (briket) tersebut diberi energi aktivasi (dipanaskan atau dibakar), maka ikatan molekul pada bagian sudut terlebih dahulu terlepas sehingga pada awal proses pembakaran terlihat nyala api terkonsentrasi pada bagian sudut briket sebelum merambat secara merata keseluruhan bagian.

Secara umum, nyala api terjadi pada briket mengikuti bentuk briket dimana api terpusat pada bagian tengah sampel (bagian yang paling dekat dengan permukaan pembakar) kemudian merambat ke bagian tepi pada arah horisontal dan mulai membakar permukaan briket sebelah atas, kedalam hingga keseluruhan bagian briket. Untuk proses pengamatan terlihat bahwa rambatan api untuk briket dengan bentuk balok, kubus dan prisma terjadi proses pembakarannya terpusat pada bagian tengah permukaan briket, kemudian api menyebar pada bagian tepi, dan terkonsentrasi ke bagian sudut briket, sebelum merambat secara merata keseluruhan bagian, sedangkan untuk briket dengan bentuk tabung, rambatan api dari awal proses, merata pada seluruh bagian.

Dari belahan briket dapat dilihat juga bagaimana rambatan api untuk briket dengan bentuk balok, kubus dan prisma, dimana luasan pembakaran terbesar pada bagian sudut dan proses pembakarannya cenderung membentuk lingkaran

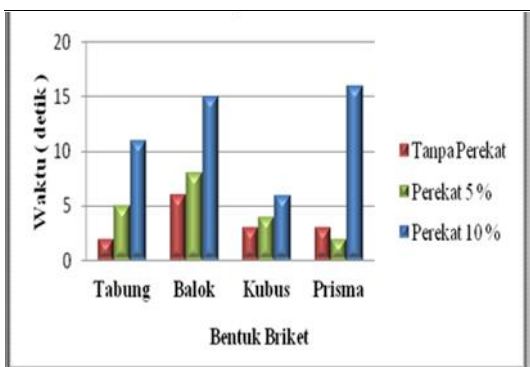


Gambar 5. Belahan briket hasil pembakaran dan rambatan api

**B. Waktu Penyalaan Awal**

Pada gambar 6 dapat dilihat waktu tercepat briket mulai menyala atau timbul nyala api adalah untuk briket tanpa perekat sebesar 2 detik dan terlama untuk briket dengan perekat 10 % sebesar 16 detik. Briket dengan perekat 10 % memiliki waktu

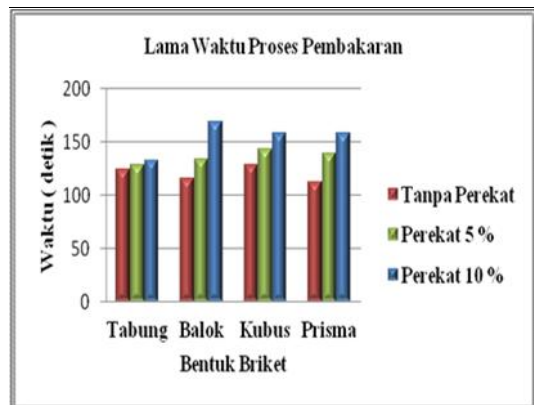
terlama untuk terbakar disebabkan karena dengan penambahan perekat pada briket menaikkan kadar air (hal ini juga sesuai dengan penelitian sifat fisik briket dimana kadar air tertinggi adalah pada sampel briket dengan prosentase perekat 10 %), sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk proses pengeringan, dimana air dalam bentuk moisture di permukaan bahan bakar akan menguap, sedangkan yang berada di dalam akan mengalir keluar melalui pori-pori partikel dan menguap, sehingga untuk terjadi pembakaran diperlukan waktu yang cukup lama untuk proses pengeringan terlebih dahulu [7]



Gambar 6. Waktu Penyalan Awal

**C. Lama Waktu Proses Pembakaran**

Waktu proses pembakaran terlama adalah pada briket dengan perekat 10 % untuk briket dengan bentuk balok yaitu sebesar 169 detik dan tercepat pada briket bentuk prisma tanpa perekat yaitu sebesar 113 detik. Lama proses pembakaran berhubungan dengan prosentase perekat, di mana pembakaran terlama terjadi pada seluruh bentuk briket dengan penambahan perekat 10 %. Hal ini terjadi karena dengan penambahan perekat, ikatan antara molekul penyusun briket semakin kuat, sehingga menurunkan porositas briket dan laju pembakarannya. Lama waktu proses pembakaran dapat dilihat pada gambar 7.



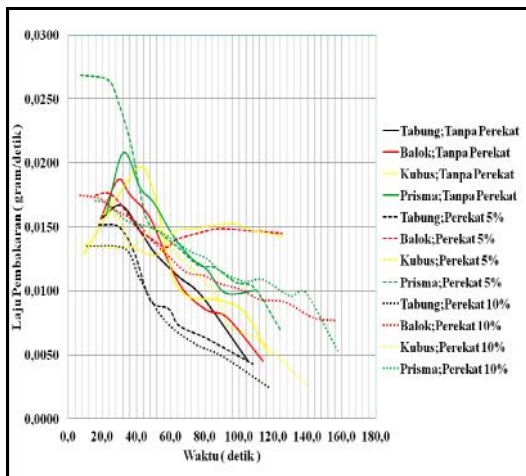
Gambar 7. Lama Waktu Proses Pembakaran

**D. Laju Pembakaran**

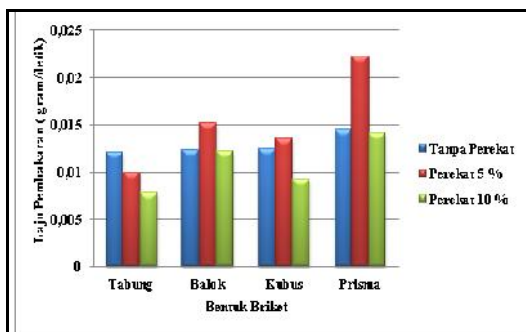
Laju pembakaran dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9, dimana terlihat laju pembakaran yang paling lambat adalah pada briket dengan perekat 10 % untuk briket dengan bentuk tabung sebesar 0,0083 gram/detik, dan tercepat pada briket bentuk prisma dengan perekat 5 % sebesar 0,0223 gram/detik. Bila dilihat dari bentuk briket terhadap variasi perekat maupun tanpa perekat, briket dengan bentuk tabung yang memiliki laju pembakaran yang paling lambat dibandingkan dengan bentuk lain. Hal ini berhubungan dengan bentuk briket seperti yang telah dibahas pada perubahan massa selama selang waktu proses pembakaran.

Dari grafik juga terlihat terjadi kenaikan laju pembakaran yang cukup besar pada awal pembakaran kemudian menurun untuk briket tanpa perekat. Hal ini berhubungan dengan porositas briket dimana briket tanpa perekat memiliki porositas atau pori-pori yang besar sehingga memudahkan masuknya oksigen untuk terjadinya proses pembakaran dimana untuk awal proses pembakaran terjadi penguapan air dan zat-zat mudah menguap yang cukup cepat. Hal ini dapat dijelaskan yaitu dengan melihat waktu penyalan awal briket, dimana untuk briket tanpa perekat memiliki waktu penyalan awal yang lebih cepat dibandingkan dengan briket dengan perekat 5% maupun 10%.





Gambar 8. Laju Pembakaran Briket Untuk Setiap Perubahan Waktu Pembakaran, Untuk Briket tanpa Perekat, Perekat 5% dan Perekat 10%.



Gambar 9. Total Laju Pembakaran Briket Untuk Berbagai Bentuk, Dengan Perekat Maupun Tanpa Perekat

**E. Urutan Proses Pembakaran**

Proses pembakaran dalam penelitian ini direkam setiap detik. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 12 sampel. Gambaran proses pembakaran dipilih dari satu contoh sampel, seperti pada gambar 9.



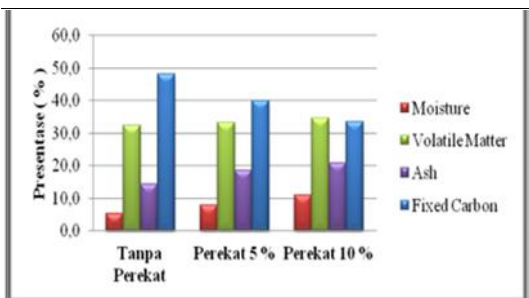
Gambar 10. Urutan Proses Pembakaran

Dari urutan proses pembakaran jelas terlihat bahwa mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari tiga tahap pertama

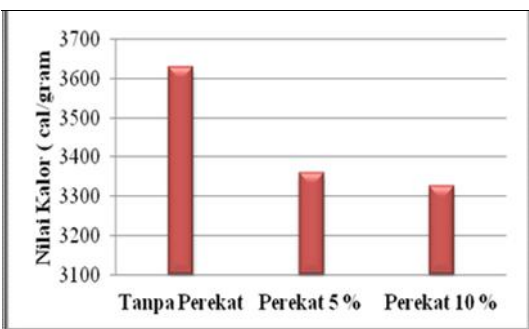
yaitu pengeringan dimana pada saat briket dipanaskan diperlukan beberapa saat untuk penguapan air, kemudian diikuti dengan tahap kedua yaitu devolatilasi yang ditandai dengan keluarnya asap dari briket, dimana proses pertama dan kedua terjadi sebelum timbul nyala api, setelah itu terjadi proses selanjutnya yaitu proses pembakaran dimana briket mulai terbakar dari tinggi api yang paling rendah kemudian mengerucut pada tinggi api maksimum, dan menurun hingga api padam. Hasil dari proses pembakaran ini adalah sisa arang dan sedikit abu pada briket.

**F. Kadar air, kadar abu, zat-zat mudah menguap, karbon tetap dan nilai kalor.**

Adapun kadar air, kadar abu, zat-zat mudah menguap, karbon tetap dan nilai kalor dapat dilihat pada gambar 10. dan gambar 11.



Gambar 11. Prosentase kadar air, kadar abu, zat mudah menguap, karbon tetap dan nilai kalor.



Gambar 11. Nilai Kalor Briket

Dari hasil penelitian kadar air (*moisture*), kadar abu (*ash*), zat-zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon tetap (*fixed carbon*) dan nilai kalor (*Heating value*) diperoleh hasil yaitu, kadar air tertinggi adalah pada

sampel briket dengan perekat 10 % sebesar 11 % dan terendah pada sampel briket tanpa perekat sebesar 5,3 %, kadar abu tertinggi adalah pada sampel briket dengan perekat 10 % sebesar 20,7 % dan terendah pada sampel briket tanpa perekat sebesar 14,3 %, kadar zat mudah menguap tertinggi adalah pada sampel briket dengan perekat 10 % sebesar 34,7 % dan terendah pada sampel briket tanpa perekat sebesar 32,3 %, kadar karbon tetap tertinggi adalah pada sampel briket tanpa perekat sebesar 48,1 % dan terendah pada sampel briket dengan perekat 10 % sebesar 33,6 %, dan nilai kalor tertinggi adalah pada sampel briket tanpa perekat sebesar 3693,527 cal/gram dan terendah pada sampel briket dengan perekat 10 % sebesar 3327,943 cal/gram.

Dari hasil penelitian terlihat bahwan nilai kalor sangat tergantung pada prosentase perekat dimana dengan penambahan perekat, kadar air, kadar abu dan kadar zat mudah menguap bertambah besar. Hal ini jelas terlihat dimana, harga nilai kalor menurun seiring dengan penambahan perekat. Dengan hasil penelitian nilai kalor yaitu antara 3327,943 cal/gram - 3693,527 cal/gram, masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan harga nilai kalor briket biomassa tanpa karbonisasi seperti briket eceng gondok 2256 - 2679 cal/gram [8] dan briket blotong 1615 - 1995 cal/gram [9], dan lebih rendah dari briket bungkil biji jarak 3821 - 4658 cal/gram [10]. Hasil penelitian nilai kalor juga masih jauh, bila dibandingkan dengan briket ampas sagu melalui proses pengarangan dengan perekat kanji sebesar 6327,4 - 6946,7 cal/gram [7], dan standar nilai kalor briket batu bara untuk berbagai negara, antara 4000 cal/gram - 6500 cal/gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan perekat pati sagu, menurunkan nilai kalor. Hal ini tidak sesuai dengan dugaan sementara, dimana dengan penambahan perekat pati sagu yang memiliki unsur karbon dengan kandungan karbohidrat sebesar 85,9% akan menaikkan nilai kalor, sehingga dalam pembuatan briket, penambahan prosentase perekat tidak boleh terlalu besar sehingga penurunan nilai kalor pun tidak terlampau besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perubahan massa briket selama proses pembakaran dan laju pembakaran untuk semua variasi perekat maupun tanpa perekat, bentuk tabung dengan perubahan atau pengurangan massa yang terkecil dibandingkan dengan ketiga bentuk briket yang lain, karena proses rambatan api untuk briket dengan bentuk balok, kubus dan prisma terjadi proses pembakarannya terpusat pada bagian tengah permukaan briket, kemudian api menyebar pada bagian tepi, dan terkonsentrasi ke bagian sudut briket, sebelum merambat secara merata keseluruh bagian, sedangkan untuk briket dengan bentuk tabung, rambatan api dari awal proses, merata pada seluruh bagian, dan dari belahan briket dapat dilihat juga bagaimana rambatan api untuk briket dengan bentuk balok, kubus dan prisma, dimana luasan pembakaran terbesar pada bagian sudut.
2. Penambahan prosentase perekat pati sagu sangat berpengaruh terhadap waktu penyalaan awal dan nilai kalor briket, dimana waktu yang diperlukan untuk menyalakan briket terbesar pada prosentase perekat 10 % dan terendah untuk briket tanpa perekat, hal ini disebabkan karena dengan penambahan perekat pada briket, menaikkan kadar air, kadar abu, zat-zat mudah menguap, sehingga terlebih dahulu diperlukan waktu yang cukup lama untuk proses pengeringan air dalam briket yang menyebabkan nilai kalor briket semakin rendah.

## Daftar Pustaka

- [1] *The Asia Biomass Handbook*. (2008). *The Japan Institute of Energy*. Ketua Editor Shinya Yoyokoyama.
- [2] Louhenapessy J.E., M. Luhukay., S. Talakua., H. Salampessy., J. Riry. (2010). *Sagu Harapan dan Tantangan*, Jakarta. Bumi Aksara.
- [3] Wardana. ING. (2008). *Bahan Bakar & Teknologi Pembakaran*, Malang: PT. Dinar Wijaya - Brawijaya University Press.
- [4] Nadia Ayu Denitasari (2011). Briket Ampas Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [5] Munas Martynis., Elmi Sundari., dan Ellyta Sari. (2012). Pembuatan Biobriket dari Limbah Cangkang Kakao. *Jurnal Litbang Industri*, Vol.2 No.1, 2012: 32-38.
- [6] Joel Chaney (2010), *Combustion Characteristics of Biomass Briquettes, Thesis: The University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy*.
- [7] Enik Sri Widarti., Sarwono., Ridho Hantoro. (2008). Studi Eksperimental Karakteristik Briket Organik Dengan Bahan Baku Dari PPLH Seloliman. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: ITS
- [8] Djeni Hendra. (2011). Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Bahan Baku Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 2, Juni 2011 : 189-210*
- [9] Andes Ismayana dan Moh. Rizal Afriyanto. (2011), Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif, *Jurnal. Tek. Ind. Pert. Vol. 21 (3), 186-193*
- [10] Djajeng Sumangat dan Wisnu Broto. (2009). Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, Vol. 5. 2009