

ANALISA KONVEKSI PAKSA (PEMAKSAAN UDARA MASUK) PADA PROSES PEMBAKARAN BRIKET AMPAS SAGU

In previous studies, the initial process of burning briquettes still takes a long time, i.e. app 15-20 minutes. In normal briquette burning, a flame comes out from the briquette hole surface. The purpose of this research is to find a solution to accelerate the burning process and then the solution to use this process easily. The main objective of this research is to examine the amount of heat generated from the briquettes burning process with the number of holes as much as 10, 12, and 14, and to measure the time of initial briquette burning until the first time the flame came out on the briquettes surface. The basic ingredients of briquettes used in this study were sago waste. The tools used are a moisture meter to measure the water content, an infrared thermometer, a temperature measuring instrument, a Stopwatch to measure time, a digital anemometer to measure the airflow speed. From this study, the results obtained indicate that the combustion process in a forced air convection conditions, resulting in the rate of heat transfer as follows: a). For using the 10 holes briquettes, the heat transfer rate is about 8.51 watts, b). In the burning of 12 holes briquettes, the resulting heat transfer rate is about 16.57 watts, c). While on the 14 holes briquettes burning, the rate of heat transfer is about 20.43 watts. When heat energy is applied to boil 5 liters of water, with a 10-hole briquette, the water boils within 23.54 minutes. When using 12 holes briquettes, the water boils in 21.31 minutes, and in the use of 14 holes briquettes, the water boils in 20.21 minutes. It is concluded that the shortest time to boil 5 liters of water is when using briquettes with 14 holes, which boils in 23.34 minutes. These results indicate that forced convection can speed up the briquette burning process and produce a fairly high temperature.

Keywords: Convection Pressure, Briquettes, Heat Energy, Sago Waste.

Jusuf Haurissa

Dosen
Universitas Sains dan Teknologi
Jayapura
Program Studi Teknik Mesin
jhaurissa@yahoo.com

Helen Riupassa

Dosen
Universitas Sains dan Teknologi
Jayapura
Program Studi Teknik Mesin
helenriu@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Potensi biomassa di Indonesia cukup besar khususnya di Papua dan berpotensi untuk dijadikan sumber energi alternatif. Energi alternatif pengganti bahan bakar dari fosil yaitu energi biomassa [1]. Energi biomassa merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan berasal dari sumber daya alam, seperti limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan. Energi biomassa merupakan sumber energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui sehingga berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Biomassa yang dijadikan sebagai bahan bakar alternatif harus lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, lebih ekonomis dan dapat digunakan oleh masyarakat luas [2]. Salah satu biomassa yang cukup di papua saat ini adalah ampas sagu hasil olahan pohon sagu menjadi pati sagu. Tanaman sagu tersebar hampir di setiap kepulauan di Indonesia dan diperkirakan 85% tersebar di Papua dan Papua Barat. Hal tersebut membuktikan bahwa Papua merupakan pusat sebaran sagu alami terbesar di Indonesia bahkan di dunia. Hasil di beberapa daerah di Papua seperti Jayapura, Kaimana, Sorong, Paniai, Yapen Waropen dan Merauke, kisaran produksi tepung basah sekitar 300-700 kg per batang. Pada tahun 2014 telah dibangun pabrik sagu di kawasan Siak, Sorong Selatan, yang dapat menghasilkan 900 kilogram per batang, dengan meninggalkan ampas sagu atau limbah ampas sagu cukup banyak [3]. Oleh karena itu perlu segera dilakukan berbagai upaya untuk dapat

mengolah ampas sagu (biomassa) dapat dijadikan energi biomassa. Sumber energi utama yang berasal dari fosil kian menipis, sehingga dikhawatirkan akan menyebabkan kelangkaan bahan bakar di masa depan, khususnya minyak tanah untuk kebutuhan rumah tangga dan industri kecil [4]. Dengan demikian ampas sagu dapat dijadikan energi biomassa juga bersifat *renewable* (dapat diperbarukan).

Proses pembakaran briket sarang tawon secara alamiah, membutuhkan udara yang cukup untuk terjadinya proses pembakaran. Udara akan melewati lubang-lubang yang ada pada briket sarang tawon sehingga proses pembakaran akan terjadi. Sebaliknya bila tidak ada udara yang melewati lubang-lubang briket, maka tidak akan terjadi proses pembakaran. Permasalahan yang terjadi pada penelitian sebelumnya, adalah proses pembakaran briket sarang Tawon secara alamiah, membutuhkan waktu 15 menit sampai 20 menit untuk mencapai pembakaran sempurna dan nyala api tidak stabil [5]. Pembakaran sempurna adalah saat nyala api keluar dari lubang-lubang briket ke permukaan briket. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya [5]. Briket dengan bahan baku ampas sagu diperoleh bahwa nilai kalor briket belum memenuhi standar mutu briket di Indonesia yaitu hanya mencapai 4.32 kkal/kg [6]. Sedangkan briket ampas sagu yang dihasilkan dapat dikategorikan sudah cukup baik karena diperoleh nilai kalor briket di atas 5000 kkal/kg, namun kadar abu dan kadar zat terbang (*volatile matter*) yang diperoleh masih tinggi sehingga belum memenuhi standar mutu briket di Indonesia [7]. Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, yang kemudian dilanjutkan dengan menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan *stopwatch* dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital [8]. Pada biobriket dengan perekat pati kanji, semakin banyak campuran pati kanji maka kemungkinan terbakarnya semakin cepat karena nilai *volatile matter* yang semakin tinggi tetapi yang lebih menarik disini laju pembakaran dicapai pada waktu yang sama. Temperatur yang dihasilkan pada pembakaran biobriket yang berbahan perekat pati kanji lebih tinggi dibandingkan dengan biobriket yang berbahan perekat tetes tebu, sehingga hal ini menunjukkan bahwa perekat pati mempunyai nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan tetes tebu [9]. Hasil analisis yang terbaik mendekati dan memenuhi standar mutu briket Indonesia didapat pada komposisi 60%:40% dengan nilai kadar air 8,17%, densitas 0,56 gr/cm³, nilai kalor 3494,5 cal/gr dan laju pembakaran terlama 0,0698 gr/menit, sehingga briket yang dihasilkan baiknya dipergunakan untuk skala rumah tangga [10].

Berdasarkan penjelasan diatas maka yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah menganalisa laju perpindahan panas pada proses pembakaran briket yang memiliki 10, 12 dan 14 lubang dengan penambahan udara masuk (paksa) yang diharapkan dapat membantu proses pembakaran lebih stabil, mudah menyala, memiliki nilai kalor tinggi serta mampu bertahan lama saat pembakaran.

2. METODE DAN BAHAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium. Ada tiga variabel yang penelitian yaitu : Variabel bebas (independent Variabel) yaitu 10 lubang, 12 lubang dan 14 lubang briket (Gambar 1), lama waktu penyalaan briket, variabel terikat (dependent variabele) konveksi paksa, variabel terkontrol yaitu diameter briket, jarak kipas. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ampas sagu (100 %) (Gambar 2).

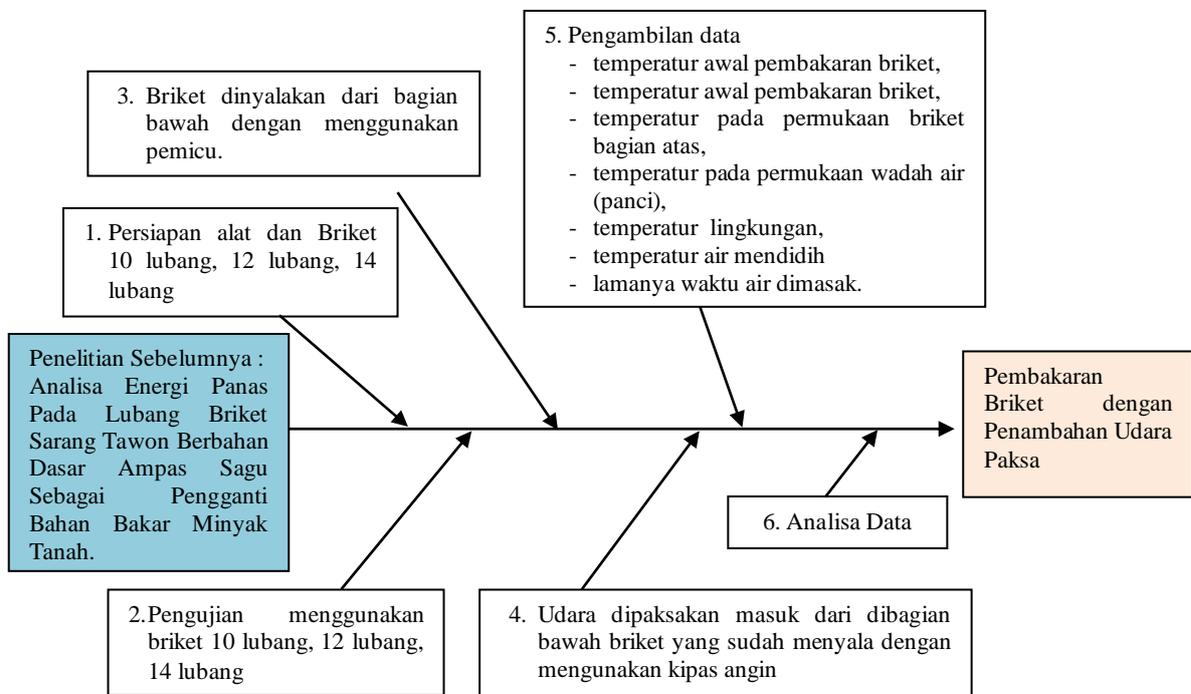


Gambar 1: Model briket ampas sagu sarang tawon [5]



Gambar 2 : Limbah ampas sagu

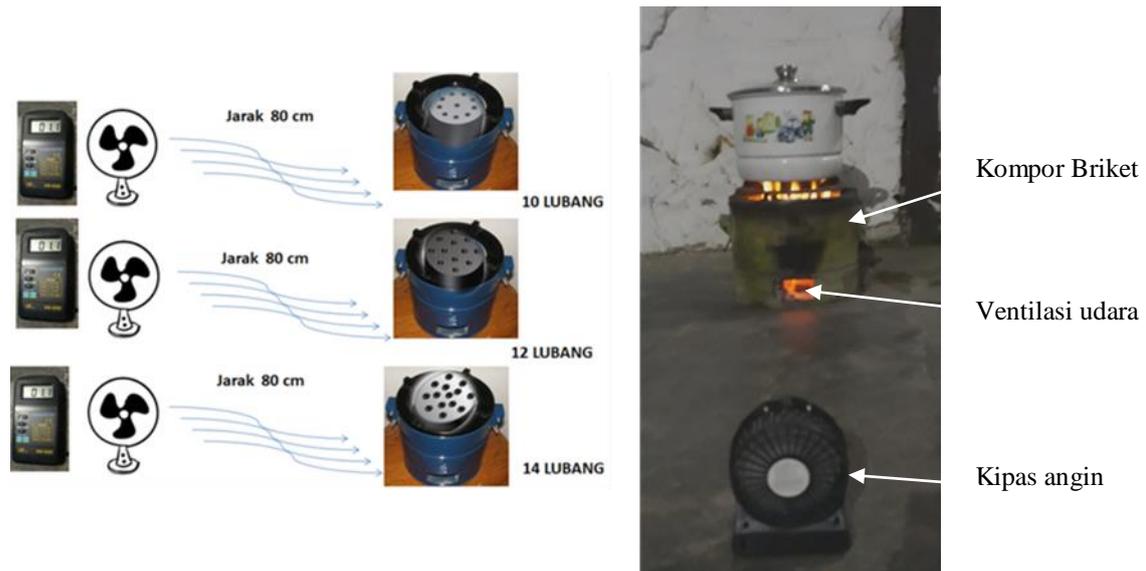
Metodologi penelitian proses perpindahan panas konveksi paksa briket seperti pada diagram alir berikut (Gambar 3).



Gambar 3. Diagram alir penelitian

2.1. Mekanisme Pelaksanaan Pengujian :

1. Persiapan Pengujian (alat ukur temperatur, stopwatch, kipas angin, alat ukur kecepatan angin).
2. Pengujian dilakukan pertama pada briket 10 lubang, selanjutnya untuk briket dengan 12 lubang dan 14 lubang. Kadar air yang terkandung pada briket 20 %.
3. Pemicu penyalaan briket yang sudah direndam dengan spirtus atau minyak tanah disusun ditengah kompor bagian bawah, masukan briket 10 lubang di atas pemicu, kemudian pemicu dibakar.
4. Untuk mempercepat proses pembakaran briket, udara dipaksakan masuk dari dibagian bawah briket yang sudah menyala dengan menjalankan kipas angin dengan kecepatan 01,1 m/det dengan jarak 80 cm untuk memasak air sebanyak 5 liter (Gambar 4). Data yang didapat pada pengujian adalah temperatur awal pembakaran briket, temperatur awal pembakaran briket, temperatur pada permukaan briket bagian atas, temperatur pada permukaan wadah air (panci), temperatur lingkungan, temperatur air mendidih, waktu air mendidih, dan lamanya waktu penyalaan briket.
5. Kembali kelangkah 5 untuk pengujian briket 12 lubang dan 14 lubang, untuk dapat ditentukan pendistribusian panas masing-masing lubang.



Gambar 4 : Pengujian briket

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Data hasil pengujian briket 10 , 12 dan 14 lubang.

Hasil pengujian briket 10 , 12 dan 14 lubang, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Data Hasil Pengujian Briket 10, 12, 14 lubang

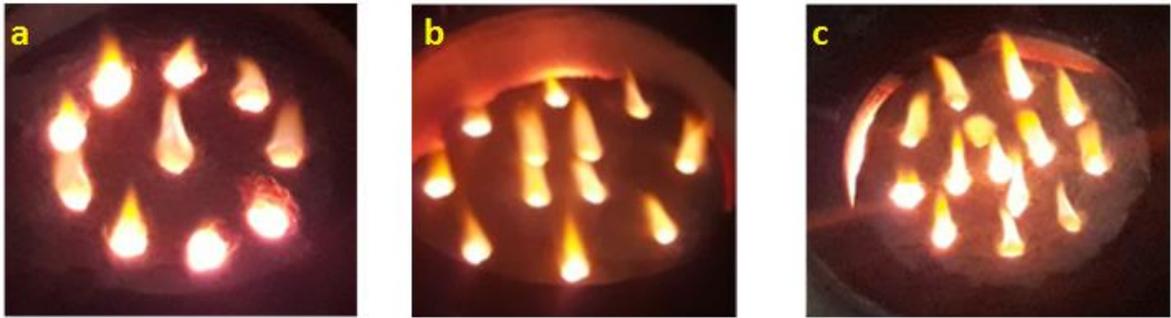
JUMLAH LUBANG BRIKET	KADAR AIR PADA BRIKET [%]	JUMLAH AIR YANG DIMASAK [LITER]	TEMPERATUR [°C]					PROSES PEMBAKARAN BRIKET	
			T1	T2	T3	T4	T5	LAMA AIR MENDIDIH [MENIT]	LAMANYA BRIKET HABIS TERBAKAR [JAM]
10 Lubang	20	5	330	635	459	28,5	202	23,21	3 jam 53 menit
12 Lubang	20	5	364	729	468	28,5	218	21,23	3 jam 32 menit
14 Lubang	20	5	368	825	557	28,5	226	20,14	3 jam 08 menit

Dimana;

- T₁= Temperatur pada awal pembakaran briket
- T₂= Temperatur pada permukaan briket bagian atas
- T₃= Temperatur pada dinding panci
- T₄= Temperatur lingkungan
- T₅= Temperatur air mendidih

Semakin tinggi tekanan pembreketan maka laju pembakaran akan menurun, hal ini terjadi karena tekanan pembreketan yang tinggi membuat butir-butir briket semakin menyatu dan semakin rapat sehingga hanya sedikit udara yang terjebak di dalam briket serta membuat pori-pori (porisitas) briket mengecil. Keadaan ini membuat pada saat briket terbakar, udara yang digunakan untuk pembakaran briket sebagaimana didapat dari bagian luar briket dan ini masih terhalang dengan abu yang menutupi permukaan briket bagian bawah, sehingga laju membuat laju perpindahan menjadi terhambat [11]

Prosentase perekat sangat mempengaruhi terhadap waktu penyalaan dan nilai kalor briket, hal ini disebabkan karena dengan penambahan perekat pada briket menaikkan kadar air, sehingga diperlukan waktu yang cukup lama untuk proses pengeringan air dalam briket [12]. Pada saat proses pengujian briket 10, 12 dan 14 lubang, kadar air yang terkandung pada briket 20 %. Perlakuan pada saat pengujian sama untuk semua jumlah lubang briket, sehingga dapat ditentukan pendistribusian panas untuk masing-masing lubang briket. Pembakaran pemicu untuk membakar briket menghasilkan udara panas, udara panas mengeringkan briket yang masih mengandung air 20 % hingga di bawah 10 %. Perilaku penyalaan briket lubang 10, 12 dan 14 ditunjukkan pada Gambar 5. Waktu rata-rata lama memasak air 5 liter adalah 21,48 menit, dan lamanya penyalaan briket rata-rata 3 jam 51 menit.



Gambar 5 : Perilaku penyalaaan briket 10 lubang (a), 12 lubang (b) dan 14 lubang (c)

3.2 Analisa Konveksi Paksa Pada Briket

Analisa konveksi pada briket dihitung menggunakan persamaan 1-4 [13].

a. Re (*Reynol Number*) = $\frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$ (1)

b. $Nu = 1,86 \cdot (Re_d \cdot Pr)^{1/3} \left(\frac{l}{d}\right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$ (2)

c. h (Nilai koefisien konveksi) = $\frac{Nu \cdot k}{x}$ (3)

d. q (Laju perpindahan panas konveksi) = $h \cdot A (T_w - T_{\infty})$ (4)

Tabel 2 : Sifat-Sifat Udara Paksa pada briket 10 lubang Pada $T_a = 604,75$ K

Densitas fluida (ρ) kg/cm ³	Viskositas dinamik (V) m ² /s	Viskositas kinematik (μ) kg/m.s	Konduktifitas termal (K) W/m ⁰ C	Angka prandel (Pr)
0,539	59,245	3,346	0,05	0,68219

Tabel 3 : Sifat-Sifat Udara Paksa pada briket 12 lubang Pada $T_a = 615,75$ K

Densitas fluida (ρ) kg/cm ³	Viskositas dinamik (V) m ² /s	Viskositas kinematik (μ) kg/m.s	Konduktifitas termal (K) W/m ⁰ C	Angka prandel (Pr)
0,542	58,781	3,337	0,05	0,68207

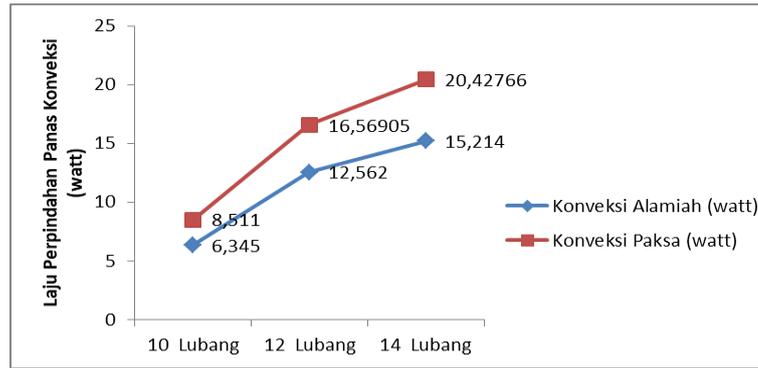
Tabel 4 : Sifat-Sifat Udara Paksa pada briket 14 lubang Pada $T_a = 699,75$ K

Densitas fluida (ρ) kg/cm ³	Viskositas dinamik (V) m ² /s	Viskositas kinematik (μ) kg/m.s	Konduktifitas termal (K) W/m ⁰ C	Angka prandel (Pr)
0,542	58,781	3,337	0,05	0,68207

Tabel 5 : Laju perpindahan panas konveksi.

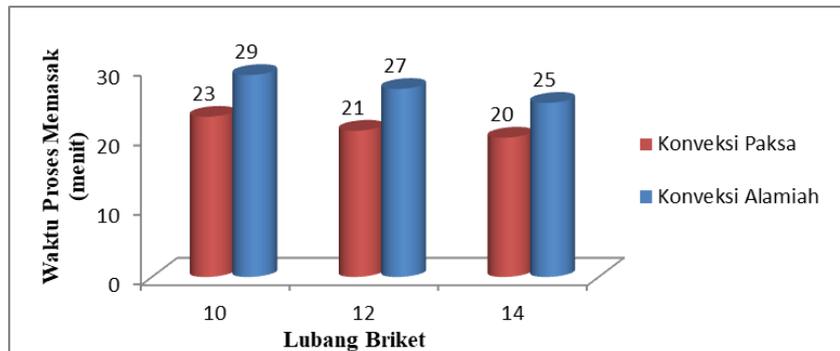
Jenis Briket	Nilai Re	Nilai Nu [W/m ²]	Nilai Koefisien Konveksi [W/m ²]	Laju perpindahan panas Konveksi [Watt]
10 Lubang	1398,349	13,073	0,817	8,51
12 Lubang	7842,688	24,105	1,506	16,57
14 Lubang	9028,301	4,3913	1,524	20,43

Dari analisa konveksi paksa, sifat-sifat udara paksa pada briket 10 lubang temperatur pembakaran $T_a = 604,75$ K, 12 lubang temperatur pembakaran $T_a = 615,75$ K, dan 14 lubang temperatur pembakaran $T_a = 699,75$ K (Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4), menghasilkan laju perpindahan panas konveksi paksa pada briket 10 lubang $Q = 8,51$ watt, briket 12 lubang $Q = 16,57$ watt dan briket 14 lubang $Q = 20,43$ watt (Tabel 5). Konveksi secara alamiah menghasilkan laju perpindahan panas pada briket 10 lubang $Q = 6,35$ watt, briket 12 lubang $Q = 12,56$ watt dan briket 14 lubang $Q = 15,21$ watt [5].



Gambar 6 : Laju perpindahan panas konveksi

Proses laju perpindahan panas secara konveksi paksa lebih lebih cepat proses pembakarannya, bila dibandingkan dengan laju perpindahan panas secara konveksi secara alamiah (Gambar 6). Hal ini disebabkan karena tekanan udara yang dipaksakan masuk mempercepat proses pembakaran pada lubang briket. Semakin lama kecepatan pembakaran briket, maka nilai kalornya semakin tinggi. Demikian pula semakin tinggi temperatur suhu yang dihasilkan dalam pembakaran, maka semakin besar nilai kalor yang dihasilkan briket [14].



Gambar 7 : Waktu Memasak Air 5 Liter

Gambar 7 menggambarkan tentang waktu memasak air 5 liter untuk kondisi konveksi alamiah dan konveksi paksa. Terlihat bahwa waktu memasak 5 liter untuk konveksi paksa lebih cepat mendidih, karena udara yang dipaksa masuk melalui ventilasi udara mempercepat proses pembakaran pada lubang-lubang briket, sehingga panas yang diberikan oleh nyala api lebih tinggi. Dengan demikian nilai kalor yang tinggi akan membuat pembakaran menjadi lebih efisien dan dapat menghemat kebutuhan briket yang digunakan [15]. Demikian juga kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kekerasan bahan. Secara teoritis jika kandungan senyawa volatilnya tinggi maka briket akan mudah terbakar dengan kecepatan pembakaran tinggi [15].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa udara paksa proses pembakaran briket sarang tawon dengan bahan dasar utama ampas sagu sarang tawon pada 10, 12 dan 14 lubang, terlihat laju perpindahan panas secara konveksi paksa 14 lubang adalah 20,43 Watt, lebih tinggi bila dibandingkan laju perpindahan proses perpindahan panas secara alamiah 14 lubang (15,21 Watt). Konveksi paksa pada proses pembakaran briket 14 lubang (memasak air 5 liter sampai mendidih) rata-rata membutuhkan waktu lebih cepat 5,6 menit, bilang dibandingkan dengan briket 10 dan 12 lubang. Lamanya waktu penyalan briket, secara konveksi alamiah maupun secara konveksi paksa yaitu kurang lebih 3 sampai 3,5 jam. Proses pembakaran briket 14 lubang lebih cepat, disebabkan karena udara yang dipaksa masuk melalui ventilasi udara, mempercepat proses pembakaran yang terjadi pada lubang-lubang briket. Kecepatan udara paksa yang konstan menghasilkan panas yang selalu stabil. Konveksi paksa pada proses pembakaran briket, membutuhkan waktu 10 menit untuk menghasilkan penyalan sempurna sampai di permukaan briket, bila dibandingkan dengan tanpa menggunakan udara paksa membutuhkan waktu 20-25 menit. Proses laju perpindahan panas secara konveksi paksa lebih baik dibandingkan dengan laju perpindahan panas secara konveksi secara alamiah. Briket berbahan dasar ampas sagu ini dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak tanah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ABDULLAH K, “ Biomass Energy Potential And Utilization In Indonesia”. Bogor: Institut Pertanian Bogor tahun 2002.
- [2] MANGKAU, A.; RAHMAN, A.; BINTARO, G., Penelitian Nilai Kalor Briket Tongkol Jagung Dengan Berbagai Perbandingan Sekam Padi, *Jurusan Teknik Mesin* Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makasar 2013.
- [3] BAMBANG HARIYANTO, *Pusat Teknologi Agroindustri Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi (Bppt)*, Indonesia Memiliki Lebih Dari 90 Persen Luasan Sagu Di Dunia, Dengan 85 Persen Terdapat Di Provinsi Papua Dan Papua Barat, Juni 2016.
- [4] AGUSTINUS, “ Perlakuan Uji Nilai Kalor Briket Limbah Ampas Sagu Untuk Pemanfaatan Sebagai Bahan Bakar Oleh Masyarakat Kampung Sentani”. Jayapura: Jurusan Teknik Mesin Universitas Cenderawasih. 2013.
- [5] JUSUF HAURISSA , HELEN RIUPASSA, RIBUT JAYANTO, “Analisa Energi Panas Pada Lubang Briket Sarang Tawon Berbahan Dasar Ampas Sagu Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah”, *Jurnal Dinamis* Vol 1 No, Pp. 84 – 90. 12 Juli 2018.
- [6] AGUSTINA S.E Dan A. SYAFRIAN. “Mesin Pengempa Briket Biomassa, Salah Satu Penyediaan Bahan Bakar Pengganti BBM Untuk Rumah Tangga Dan Industri Kecil”. Di Dalam : Seminar Nasional Dan Kongres Perteta. Bandung 2005.
- [7] NADIA AYU DENITASARI, *Briket Ampas Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif, Tugas Akhir*, Bogor, Institut Pertanian Bogor, Indonesia 2011.
- [8] M. AFIF ALMU, SYAHRUL, YESUNG ALLO PADANG, Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi, *Dinamika*
- [9] AMIN SULISTYANTO, “Pengaruh Variasi Bahan Perekat Terhadap Laju Pembakaran Biobriket Campuran Batubara Dan Sabut Kelap”, *Media Mesin*, Vol. 8, No. 2, 45 – 52, Issn 1411-4348, Juli 2007.
- [10] MASTHURA, “Analisis Fisis Dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang”, *Journal of Islamic Science and Technology*, e-ISSN 2460-8920, 58-66, <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawanie/article/view/3621/pdf>, Vol. 5, No.1, Juni 2019.
- [11] ANDY NUGRAHA, AGUNG WIDODO, SLAMER HAHYUDI, Pengaruh Tekanan Pembreketan Dan Presentasi Briket Campuran Gambut Dan Arang Pelepah Daun Kelapa, Sawit Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket, *Jurnal Rekayasa Mesin*, e-ISSN 2477-6041, Vol. 8 No1, Pp. 29-36, <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/358> Tahun 2017
- [12] EVEDORE FREDO DE FRETES, ING. WARDANA, MEGA NUR SASONGKO, Karakteristik Pembakaran dan Sifat Fisik Briket Ampas Sagu Empulur Sagu Untuk Berbagai Bentuk dan Presentasi Perekat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, ISSN 0216-468X, Vol. 4 No. 2, Pp. 169-176, <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/196> Tahun 2013.
- [13] J.P, HOLMAN, *Perpindahan Kalor*, edisi 6 Jakarta, Erlangga Penerbit tahun 1994.
- [14] RIAN TO WIBOWO, “Analisis Thermal Nilai Kalor Briket Ampas Batang Tebu Dan Serbuk Gergaji”, *Jurnal Rekayasa Mesin*, e-ISSN 2477-6041 Artikel 2, Pp. 9 - 15, 2019.
- [15] JAMILATUN, S., “Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu”. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol. 2. No. 2: 39-40. 2008.