

# LAJU PERPINDAHAN PANAS BRIKET SARANG TAWON BERBAHAN DASAR KAYU MERBAU

Jusuf Haurissa<sup>1)</sup> Luis Rumabar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin

<sup>2)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan,  
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

[jhaurissa@yahoo.com](mailto:jhaurissa@yahoo.com)

[luis\\_rumabar@gmail.com](mailto:luis_rumabar@gmail.com)

## Abstrak

*Tujuan penelitian ini dimaksud untuk mengetahui arang serbuk kayu merbau pada perpindahan panas.*

*Metode penelitian menggunakan tiga jenis variable yaitu variable bebas (Independent Variabel) : variable yang besarnya di tentukan nilainya oleh peneliti sebelum melakukan penelitian yaitu arang serbuk kayu merbau dengan perbandingan 100% yaitu pada setiap campuran mempunyai 96% dan komposisi perekat 4% dan variabel terikat (dependent variabel) : variabel yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh peneliti, nilai variabel ini tergantung nilai dari variabel besarnya yaitu lamanya waktu penyalaan dan temperature dan variabel terkontrol : variabel yang di tentukan oleh peneliti, dan nilai selalu konstan yaitu diameter briket.*

*Dari hasil penelitian didapatkan untuk briket campuran arang serbuk kayu merbaau murni adalah: 405°C untuk temperature api, dan nilai kalornya 128,02 w dan untuk campuran arang tempurung kelapa dan arang serbuk kayu merbau adalah: 595 °C untuk temperature api, dan nilai kalornya 123,69 w dan untuk campuran arang ampas sagu murni adalah 50,566 °C untuk temperature api, dan nilai kalornya 82,75 w. Dengan demikian briket ampas serbuk kayu merbau murni dengan perbandingan 100% yaitu arang ampas kayu merbau 96% dan komposisi perekat 4% dapat dijadikan sebagai bahan bakar pengganti minyak Tanah*

**Kata kunci :** *Perpindahan panas (q), Variabel bebas, Variabel terikat, Variabel Terkontrol dan Temperatur.*

---

## 1. PENDAHULUAN

British Petroleum (BP), tahun 2005, menyatakan bahwa 47,5 % kebutuhan energi di Indonesia dipenuhi oleh bahan bakar minyak. Jumlah ini setara dengan 55,3 juta ton minyak bumi, sehingga pemerintah diperkirakan akan mengalami kerugian subsidi sebesar 93 triliun rupiah. Untuk rumah tangga sebagian besar kebutuhan khususnya kebutuhan bahan bakar (dapur) masih mengandalkan kayu bakar, minyak tanah dan gas elpiji. Saat ini saja, cadangan minyak bumi Indonesia tinggal 1 % dan gas bumi hanya 1,4 % dari total cadangan minyak dan gas bumi dunia, sedangkan cadangan batu bara hanya 3 % dari cadangan batu bara dunia. Dari data tersebut dapat diperkirakan beberapa tahun lagi, Indonesia akan menjadi pengimpor penuh minyak bumi (*net oil importer*). Oleh karena itu, usaha untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui (*renewable*), ramah lingkungan, dan bernilai ekonomis, semakin banyak dilakukan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif adalah dengan memanfaatkan limbah yang ada di sekeliling kita. Provinsi Papua dikenal hutannya yang banyak ditumbuhi pohon kayu merbau. Limbah yang dihasilkan dari proses penggergajian kayu yang berupa serbuk gergaji kayu banyak kita temui di sekitar kita. Begitu pula dengan limbah

tempurung kelapa yang berasal dari perkebunan-perkebunan yang banyak terdapat di Kabupaten Biak Numfor sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Berlatar balakang dari hasil survei di atas maka dengan ini penulis melihat bahwa di Papua memiliki banyak kepulauan yang menghasilkan kelapa, dan juga kayu merbau dengan demikian salah satunya itu yang menjadi motifasi bagi penulis untuk pembuatan briket ini, dengan melihat potensi yang ada adalah kabupaten Biak Numfor. Umumnya sebagian limbah tempurung kelapa dan serbuk gergaji kayu merbau ini hanya dibakar dan tidak dimanfaatkan, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Padahal serbuk gergaji kayu merbau merupakan biomassa yang belum termanfaatkan secara optimal dan memiliki nilai kalor yang bisa dimanfaatkan. Dengan mengubah serbuk kayu merbau menjadi briket, maka akan meningkatkan nilai ekonomis bahan tersebut, serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Permintaan akan kayu sebagai bahan baku industri, bahan baku bangunan dan sumber energi terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk. Pemanfaatan kayu merbau sebagai bahan baku kayu komersil sudah banyak dilirik oleh para pengusaha kayu. Kayu merbau yang banyak tumbuh di hutan Papua bahkan sudah diekspor ke banyak negara. Pabrik pengolahan kayu yang banyak terdapat di Papua tentu menghasilkan limbah yang berupa serbuk gergajian. Banyaknya kayu yang digunakan sebagai sumber energi tidak sebanding dengan nilai kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran kayu secara langsung. Kayu kering udara yang dibakar secara langsung sebagai sumber energi menghasilkan panas lebih rendah dibandingkan kayu yang telah diubah bentuknya menjadi arang maupun briket arang.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang di gunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium. Arang tempurung dan serbuk kayu merbau di lakukan pembakaran hingga di dapatkan arang dari limbah tersebut kemudian dicampur dengan perekat tepung kanji yang sudah dilarutkan dengan air panas sehingga menjadi bubur. setelah itu adonan itu di cetak dengan cetakan berbentuk sarang taewon. Setelah benar-benar kering, kemudian di lakukan pembakaran briket tersebut dengan mengamati sifat penyalaannya. Materi penelitian ini antara lain proses pembuatan serta kualitas penyalaan dengan pengaruh bentuk briket yang awalnya bulat menjadi bentuk sarang tawon agar dapat menghasilkan panas yang optimal lalu proses penyalaan tersebut di amati dan di analisa.

### 2.1. Variabel Penelitian

Ada tiga jenis variable yang akan di kaji dalam penelitian :

- a. Variable bebas (Independent Variabel) yang besarnya di tentukan nilainya oleh penelitian sebelum melakukan penelitian yaitu pencampuran arang tempurung kelapa, ampas serbuk kayu merbau dan ampas sagu dan bahan perekat sesuai dengan komposisi atau perseny (%)

Komposisi campuran dari bahan baku utama dan bahan baku tambahan dari briket yang akan dibuat dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Perbandingan Komposisi Briket

Campuran	Arang (%)			Komposisi Perekat (%)
	Tempurung Kelapa	Serbuk gergaji kayu merbau	Ampas Sagu	Tapioka
	96%	96%	96%	4%

- b. Variable terikat (Dependent Variabel) : Variabel yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh peneliti, nilai variable ini tergantung nilai dari variable besarnya yaitu waktu penyalaannya dan temperature, panas yang di hasilkan
- c. Variasi terkontrol: Variabel yang di tentukan oleh peneliti, dan nilai selalu konstan yaitu diameter briket



### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pengujian

Data hasil yang di sajikan dari pengujian yang dilakukan dengan 4 kali pengulangan. Dalam penelitian ini yang di teliti adalah perpindahan panas konveksi paksa pada kompor briket limbah arang tempurung kelapa, arang kayu merbau dan arang apas sagu karakteristik nilai temperature yang terkandung di dalam kompor briket, yang meliputi temperature bagian dalam dan diding luar. Data dan analisa pada penelitian ini berupa hasil yang akan dianalisa dengan perhitungan konveksi paksa.

##### 3.1.1. Data Hasil Pengujian

Data penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil pengamatan sebagai berikut:

Tabel 2. Data hasil pengamatan briket campuran arang kayu merbau murni yang mempunyai 10 lubang pada briket

Komposisi Perekat (%)	Kadar Air Briket (%)	Air Yang Di Masak (Liter)	Lama Penyalaan Briket	
			Air Mendidih	Briket Habis
4	30	5	34 Menit 22 Detik	5 Jam 56 Menit

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \text{Temperatur dalam Kompor} &= 549.489 \\
 T_2 &= \text{Temperatur luar kompor} &= 132.56 \\
 T_3 &= \text{Temperatur Body kompor} &= 151.963 \\
 T_4 &= \text{Temperatur Wadah (panci) air} &= 60.956 \\
 T_5 &= \text{Temperatur pada air yang di masak} &= 92.767 \\
 T_6 &= \text{Temperatur pada Tungku kompor} &= 319.895
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Data hasil pengamatan briket campuran arang tempurung kelapa dan arang kayu merbau yang mempunyai 10 lubang pada briket.

Komposisi Perekat (%)	Kadar Air Briket	Air Yang Di Masak	Lama Penyalaan Briket	
			Air Mendidih	Briket Habis
4%	30%	5 Liter	28 Menit 17 Det	5 Jam 53 Menit

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \text{Temperatur dalam Kompor} &= 542.891 \\
 T_2 &= \text{Temperatur luar kompor} &= 322.591 \\
 T_3 &= \text{Temperatur Body kompor} &= 207.866 \\
 T_4 &= \text{Temperatur Wadah (panci) air} &= 59.608 \\
 T_5 &= \text{Temperatur pada air yang di masak} &= 94.391 \\
 T_6 &= \text{Temperatur pada Tungku kompor} &= 307.166
 \end{aligned}$$

Table 4. Data hasil pengamatan briket campurang arang ampas sagu murni yang mempunyai 10 lubang pada briket.

Komposisi Perekat (%)	Kadar Air Briket (%)	Air Yang Di Masak (liter)	Lama Penyalaan Briket	
			Air Mendidih	Briket Habis
4	30	5	29 Menit 17 Det	5 Jam 03 Menit



$T_1$ = Temperatur dalam Kompor	= 429.758
$T_2$ = Temperatur luar kompor	= 230.566
$T_3$ = Temperatur Body kompor	= 319.062
$T_4$ = Temperatur Wadah (panci) air	= 62.441
$T_5$ = Temperatur pada air yang di masak	= 92.725
$T_6$ = Temperatur pada Tungku kompor	= 178.091

### 3.1.2. Pengolahan Data Hasil Pengujian.

Pengolahan data hasil pengujian briket arang serbuk kayu merbau murni yang mempunyai 10 lubang

Berdasarkan data dimensi maka dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Tf = \frac{T\omega + T\infty}{2}$$

dengan :

$T\omega$  : Suhu dalam kompor Briket

$T\infty$  : Suhu lingkungan

$T_f$  : Temperatur film

Langkah pertama mencari angka  $Tf$  untuk menentukan sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer

$$Tf = \frac{822.489 + 301}{2}$$

$$Tf = 562.^\circ\text{K},$$

Perpindahan panas konveksi paksa yang terjadi pada kompor:

Dimensi yang terdapat pada kompor briket adalah:

1. Diameter dalam kompor 23 cm atau 0,23 m
2. Panjang kompor 25 cm atau 0,25 m
3. Berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer diperoleh parameter sifat fisik udara pada temperature 562°k kompor adalah
  - a. Konduktivitas thermal (k) :  $0.0772^w/\text{K}$
  - b. Viskositas dinamik ( $\mu$ ) :  $3.039 \text{ kg}/\text{m.s} \times 10^5$
  - c. Viskositas kinematik ( $\nu$ ) :  $45.12 \text{ m}^2/\text{s} \times 10^6$
  - d. Angka prandtl (pr) : 0.680
  - e. Percepatan fluida : 3.05 m/s

Didapatkan hasil 562°K sifat fisik udara pada temperature kompor berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan pada tekanan atmosfer

$$1. \text{ Bilangan } Reynolds = \frac{axd}{\nu}$$

Dimana :

a. = percepatan fluida (m/s)

d = diameter kompor (meter)

$\nu$  = visovitas kinematik ( $\text{m}^2/\text{s} \times 10^6$ )

$$Re = \frac{3.05 \times 0.23}{45.12 \times 10^6}$$

$$Re = 1.555$$

Berdasarkan table sifat-sifat ud erara pada tekanan atmosfer yang diperoleh maka didapatkan bilanagan Reynolds sebesar 1.555(laminar)

Bilangan Nusselt ( $Nu$ ) Untuk aliran laminar

$$Nud = 3.66 + \frac{0,0668(d/i)Red Pr}{1+0.04[(d/i)Red Pr]^{2/3}}$$



$$Nu = 3,66 + \frac{0,0668 \left( \frac{0,23}{0,25} \right)^{1,555} 0,680}{1 + 0,04 \left[ \left( \frac{0,23}{0,25} \right)^{1,555} 0,680 \right]^{2/3}}$$

$$Nu = 3,66 + \frac{0,064}{1,002}$$

$$Nu = 3,66 + 0,063$$

$$Nu = 3,723$$

## 2. Laju perpindahan panas (q)

Untuk mencari laju perpindahan panas terlebih dahulu mencari nilai koefisien perpindahan panas dengan menggunakan rumus :

$$h = Nu \times \left( \frac{k}{d} \right)$$

$$h = (3,723) \left( \frac{0,0772}{0,23} \right)$$

$$h = 1,249 \text{ w/m}^2 \text{K}$$

$$q = h \cdot A (T_w - T_\infty)$$

$$q = 1,249 (4\pi) (1,249)^2 (822,489 - 301)$$

$$q = (1,249)(0,126)(1,560001)(521,489)$$

$$q = 128,02 \text{ w}$$

Tabel 5. Tabel data data hasil pengolahan data hasil pengujian briket arang serbuk kayu merbau murni yang mempunyai 10 lubang

Komposisi Briket (%)	Kadar air briket (%)	Air yang di masak (liter)	Temperatur					
			Api °C	Air °C	$T_\infty$ °K	$T_\omega$ °K	$T_f$ °K	q
4	30	5	595,591	100	301	822,489	562	128,02 w

### 3.1.3. Pengolahan data hasil pengujian briket campuran arang tempurung kelapa dan arang serbuk kayu merbau yang mempunyai 10 lubang

Berdasarkan data dimensi maka dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T_f = \frac{T_\omega + T_\infty}{2}$$

Dimana :

$T_\omega$  : Suhu dalam kompor Briket

$T_\infty$  : Suhu lingkungan

$T_f$  : Temperatur film

Langkah pertama mencari angka  $T_f$  untuk menentukan sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer

$$T_f = \frac{815,891 + 301}{2}$$

$$T_f = 559^\circ\text{K},$$

Perpindahan panas konveksi paksa yang terjadi pada kompor:

Dimensi yang terdapat pada kompor briket adalah:

1. Diameter dalam kompor 23 cm atau 0,23 m
2. Panjang kompor 25 cm atau 0,25 m
3. Berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer diperoleh parameter sifat fisik udara pada temperature 559°k kompor adalah
  - a. Konduktifitas thermal (k) : 0,07702 w/m°K
  - b. Viskositas dinamik ( $\mu$ ) : 3,038 kg /m.s x 10<sup>5</sup>
  - c. Viskositas kinematik ( $\nu$ ) : 45,12 m<sup>2</sup>/s x 10<sup>6</sup>
  - d. Angka prandtl (pr) : 0,680
  - e. Percepatan fluida : 3,05 m/s



Didapatkan hasil 558.445°K sifat fisik udara pada temperature kompor berdasarkan tabel sifat-sifat udara pada tekanan pada tekanan atmosfer

$$1. \text{ Bilangan Reynolds} = \frac{axd}{v}$$

Dengan :

a. = percepatan fluida (m/s)

d = diameter kompor (meter)

v = visovitas kinematik (m<sup>2</sup>/s x 10<sup>6</sup>)

$$Re = \frac{3.05 \times 0,23}{45.12 \times 10^6}$$

$$Re = 1.555$$

Berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer yang diperoleh maka didapatkan bilangan Reynolds sebesar 1.555 (laminar)

Bilangan Nusselt (*Nu*) Untuk aliran laminar

$$Nud = 3.66 + \frac{0,0668 \left(\frac{d}{i}\right) Red Pr}{1 + 0.04 \left[\left(\frac{d}{i}\right) Red Pr\right]^{2/3}}$$

$$Nu = 3.66 + \frac{0.0668 \left(\frac{0,23}{0,25}\right)^{1.555} 0.680}{1 + 0.04 \left[\left(\frac{0,23}{0,25}\right)^{1.555} 0.680\right]^{2/3}}$$

$$Nu = 3,66 + \frac{0,06}{1,02}$$

$$Nu = 3,66 + 0,058$$

$$Nu = 3,718$$

$$2. \text{ Laju perpindahan panas (q)}$$

Untuk mencari laju perpindahan panas terlebih dahulu mencari nilai koefisien perpindahan panas dengan menggunakan rumus :

$$h = Nu \times \left(\frac{k}{d}\right)$$

$$h = (3,718) \left(\frac{0,07702}{0,23}\right)$$

$$h = 1,24 \text{ w/m}^{20}\text{K}$$

$$q = h.A (T_w - T_\infty)$$

$$q = 1,24 (4\pi) (1,24)^2 (815,891 - 301)$$

$$q = (1,24)(0,126)(1.5376)(514.891)$$

$$q = 123.69 \text{ w}$$

Tabel 6. Tabel data data hasil pengolahan untuk briket campuran tempurung kelapa dan dan kayu merbau

Komposisi briket	Kadar air briket	Air yang di masak	Temperatur					q
			Api°C	Air°C	T <sub>∞</sub> °K	T <sub>w</sub> °K	T <sub>f</sub> °K	
4%	30%	5 liter	405.56	100	301	815,891	559	123.69 w

### 3.1.4. Pengolahan data hasil pengujian briket arang ampas sagu murni yang mempunyai 10 lubang

Berdasarkan data dimensi maka dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Tf = \frac{T_w + T_\infty}{2}$$

Dimana :

T<sub>w</sub> : Suhu dalam kompor Briket

T<sub>∞</sub> : Suhu lingkungan



$T_f$  :Temperatur film

Langkah pertama mencari angka  $T_f$  untuk menentukan sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer

$$T_f = \frac{702.758+301}{2}$$

$$T_f = 502^\circ\text{K},$$

Perpindahan panas konveksi paksa yang terjadi pada kompor:

Dimensi yang terdapat pada kompor briket adalah:

1. Diameter dalam kompor 23 cm atau 0,23 m
2. Panjang kompor 25 cm atau 0,25 m
3. Berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer diperoleh parameter sifat fisik udara pada temperature  $502^\circ\text{K}$  kompor adalah
  - a. Konduktifitas thermal ( $k$ ) :  $0,07262 \text{ w}/^\circ\text{K}$
  - b. Viskositas dinamik ( $\mu$ ) :  $2.848 \text{ kg}/\text{m}\cdot\text{s} \times 10^5$
  - c. Viskositas kinematik ( $\nu$ ) :  $38.546 \text{ m}^2/\text{s} \times 10^6$
  - d. Angka prandtl ( $pr$ ) : 0.680
  - e. Percepatan fluida : 3.05 m/s

Didapatkan hasil  $561.744^\circ\text{K}$  sifat fisik udara pada temperature kompor berdasarkan tabel sifat-sifat udara pada tekanan pada tekanan atmosfer

$$3. \text{ Bilangan } Reynolds = \frac{axd}{\nu}$$

Dimana :

a.= percepatan fluida (m/s)

d = diameter kompor (meter)

$\nu$  = visovitas kinematik ( $\text{m}^2/\text{s} \times 10^6$ )

$$Re = \frac{3.05 \times 0,23}{38,546 \times 10^6}$$

$$Re = 3.05 \times 0,23 = 0.7015$$

$$Re = 38.546 \times 10^6 = 38546000$$

$$Re = 1.819$$

Berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer yang diperoleh maka didapatkan bilangan Reynolds sebesar 1.819 (laminar)

Bilangan Nusselt ( $Nu$ ) Untuk aliran laminar

$$Nud = 3.66 + \frac{0,0668 \left(\frac{d}{l}\right) Red Pr}{1 + 0.04 \left[\left(\frac{d}{l}\right) Red Pr\right]^{2/3}}$$

$$Nu = 3.66 + \frac{0.0668 \left(\frac{0,23}{0,25}\right) 1.819 \cdot 0,680}{1 + 0.04 \left[\left(\frac{0,23}{0,25}\right) 1.819 \cdot 0,680\right]^{2/3}}$$

$$Nu = 3,66 + \frac{0,076}{1,030}$$

$$Nu = 3,66 + 0,06$$

$$Nu = 3,733$$

Laju perpindahan panas ( $q$ )

Untuk mencari laju perpindahan panas terlebih dahulu mencari nilai koefisien perpindahan panas dengan menggunakan rumus :

$$h = Nu \times \left(\frac{k}{d}\right)$$

$$h = (3,733) \left(\frac{0,07262}{0,23}\right)$$

$$h = 1,178 \text{ w}/\text{m} \cdot 20^\circ\text{K}$$

$$q = h \cdot A (T_w - T_\infty)$$

$$q = 1,178 (4\pi) (1,178)^2 (702,758-301)$$

$$q = (1,178)(0,126)(1.387684)(401.758)$$

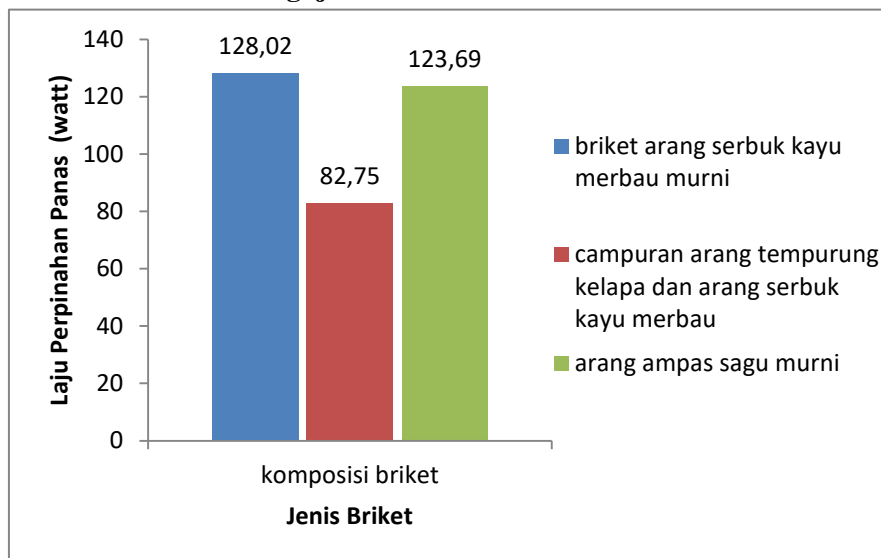
$$q = 82.75 \text{ w}$$



Tabel 7. Tabel data data hasil pengolahan untuk briket campuran ampas sagu 10 lubang

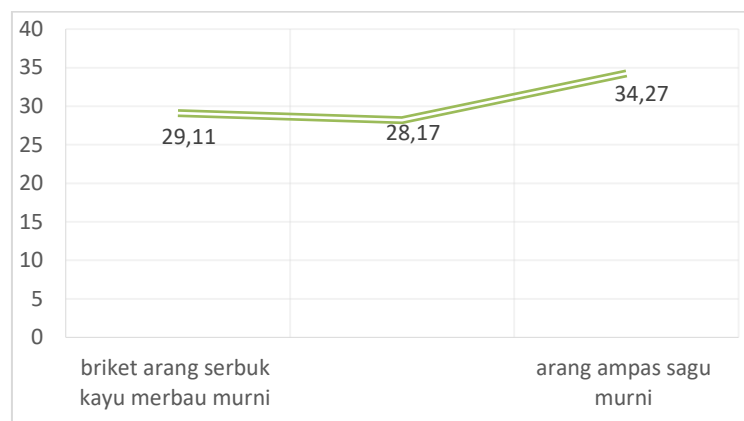
Komposisi Briket	Kadar air briket	Air yang di masak	Temperatur					
			Api <sup>o</sup> C	Air <sup>o</sup> C	T <sub>∞</sub> <sup>o</sup> K	T <sub>ω</sub> <sup>o</sup> K	T <sub>f</sub> <sup>o</sup> K	q
4%	30%	5 liter	50,566	100	301	702,758	502	82,75 w

### 3.1.5. Gambar Grafik Hasil Pengujian



Gambar 1. Grafik Laju Perpindahan Panas (q)

Gambar grafik di atas menunjukkan laju perpindahan panas (q): 128,02 w pada briket arang serbuk kayu merbau murni. Hal ini dikarenakan kadar air yang rendah dan ukuran pada arang tersebut dapat mempengaruhi kualitas api yang di hasilkan.



Gambar 2. Grafik Lama Waktu Air Mendidih

Gambar grafik di atas menunjukkan bahwa briket arang serbuk kayu merbau lebih cepat mendidihkan air, hal ini dikarenakan temperature api pada briket tersebut lebih baik dibanding dengan yang lain.

## 4. KESIMPULAN





Berdasarkan hasil pengambilan data dan analisa pada briket dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kalor yang baik di dapatkan pada briket arang ampas kayu merbau murni sebesar 128,02 w, dan Tf 562 °K
2. Dari hasil penelitian didapatkan untuk briket campuran arang tempurung, kayu merbau dengan perekat 4% dan 10 lubang menghasilkan panas 405.56 °C untuk temperature api dan laju perpindahan panasnya 123.69 w. untuk briket ampas sagu 50,566 °C untuk temperature api dan laju perpindahan panasnya 82.75 w. data data hasil pengolahan untuk briket campuran kayu merbau murni 595,591 °C untuk temperature api dan laju perpindahan panasnya 128,02 w. dapat dijadikan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah
3. Ampas kayu merbau dapat di jadikan sebagai bahan pengganti minyak tanah
4. Rata-rata penyalaan briket arang serbuk kayu merbau 5 jam 56 menit campuran arang tempurung kelapa 5 jam 53 menit dan ampas sagu 5 jam 03 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1979. Annual Book Of Astm Standarts, Pasrt 26, D-5, Coal And Coke. ASTM.Philadelpia. USA
- Arif Hidayawan, 2013 “ Pemamfaatan Limbah Sagu Menjadi Beriket Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah Untuk Kebutuhan Rumah Tangga
- Muhammad irwan Guntur 2015 “desain briket limbah sagu berbentuk sarang tawon guna mengoptimalkan panas dihasilkan
- Siti Jamilatun,2012 “ Kualitas Sifat-Sifat Penyalaan Dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi”
- Nadia Ayu Demintasari, 2011 “Briket Ampas Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif”
- J.P.Holman Alih Bahasa E.Jasifi” Perpindahan Kalor” Edisi Keenam.1997 Erlangga Jakarta.
- IR . M.J Djokosetyardjo, Ketel Uap. Cetakan ketiga, Penerbit PT. PradnyaParamita, Jakarta. 1993.

