

ANALISA PENGARUH NILAI KALOR KOMPOSISI CAMPURAN ABU KETEL DAN SERBUK KAYU DENGAN PENAMBAHAN PEREKAT TERHADAP MASSA BRIKET

Nuradi Mulya Razaq, Muhammad Rezza Fahlevy, Ninik Martini

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: rezzafahlevy82@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini memberikan tujuan informasi untuk masyarakat tentang pengaruh perbedaan komposisi dan massa terhadap nilai kalor dan laju pembakaran briket untuk membantu masyarakat tentang permasalahan pengganti bahan bakar yang semakin langka. Pada penelitian digunakan bahan abu ketel dan serbuk kayu. Percobaan ini menggunakan metode bomb kalorimeter. Briket ini terbuat dari abu ketel dan serbuk kayu dengan tambahan perekat tepung tapioka, kemudian dicetak menggunakan alat press variabel komposisi abu ketel dan serbuk kayu 85% : 15%, 75% : 25% dan 50% : 50%. Untuk variabel massa briket menggunakan 20 gram, 25 gram dan 50 gram dengan campuran tepung tapioka dan air yaitu 1 : 3 untuk perekat. Setelah dilakukan pencetakan dan pengepresan bahan dikeringkan dengan sinar matahari pada suhu 32 - 37°C selama 2 hari. Dari hasil laboratorium diketahui bahwa variasi komposisi 50% Abu ketel dan 50% Serbuk kayu dengan massa 20 gram menghasilkan nilai kalor paling besar yaitu 3029,34 kal/g. Sedangkan untuk variasi komposisi 75% Abu ketel dan 25% Serbuk kayu dengan massa 50 gram menghasilkan nilai kalor paling kecil yaitu 1665,8 kal/g.

Kata kunci: Abu Ketel, Serbuk Kayu, Densitas, Nilai Kalor.

ABSTRACT

This study aims to provide information to the public about the effect of differences in composition and mass on the calorific value and rate of burning of briquettes to help the public with the problem of increasingly scarce fuel substitutes. In this study, boiler ash and sawdust were used. This experiment uses the bomb calorimeter method. These briquettes are made from kettle ash and sawdust with the addition of tapioca flour adhesive, then molded using a variable press, the composition of kettle ash and sawdust is 85%: 15%, 75%: 25% and 50%: 50%. For the variable mass of briquettes using 20 grams, 25 grams and 50 grams with a mixture of tapioca flour and water, namely 1: 3 for adhesive. After printing and pressing, the material was dried in the sun at a temperature of 32 - 37°C for 2 days. From the laboratory results, it is known that the composition variation of 50% kettle ash and 50% sawdust with a mass of 20 grams produces the highest calorific value, which is 3029.34 cal/g. Meanwhile, for variations in the composition of 75% boiler ash and 25% sawdust with a mass of 50 grams, the smallest calorific value was 1665.8 cal/g.

Keywords: Kettle Ash, Wood Powder, Density, Calorific Value.

PENDAHULUAN

Sumber energi alternatif seperti Biomassa Abu Ketel Dan Serbuk Kayu, limbah dari pabrik gula dan perajin kayu limbah ini jika tidak dimanfaatkan maka dampaknya pada lingkungan, dimana Abu Ketel sangat berbahaya jika berdekatan dengan permukiman penduduk karena abu ketel masih mengandung panas dan dapat berpotensi bisa terbakar. Jika Serbuk Kayu limbah

dari perajin kayu yang tidak digunakan karena berdampak akan menimbulkan sesak nafas bagi Kesehatan, Salah satu manfaat dari limbah-limbah organik ini bisa menjadi bahan bakar alternatif sebagai pengganti arang.

Ketersediaan jumlah arang dari batang kayu yang semakin menipis berakibat pada kenaikan harga, alternatif mengganti energi biomassa. Energi biomassa sumber energi dari alam yang dapat diperbarui sehingga dapat peluang untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti arang batang kayu. Biomassa yang menjadi bahan bakar alternatif lebih ramah lingkungan, mudah untuk diperoleh, lebih ekonomis dan dapat digunakan oleh banyak masyarakat.

Penelitian ini dilakukan karena jumlah limbah abu ketel pada Pabrik Gula yang tidak diolah kembali dan serbuk kayu yang didapatkan dari perajin kayu. Karna biaya yang diperlukan untuk memperoleh bahan bakar arang batang kayu makin lama makin mahal. Akibatnya jika masyarakat menggunakan bahan bakar biomassa semacam ini biaya hidupnya akan semakin tinggi akibatnya banyak orang tidak dapat menggunakan.

Pada saat ini Abu Ketel dan Serbuk Kayu mulai dilirik oleh pabrik karena dapat bermanfaat secara ekonomis. Dengan cara mengolah Abu Ketel dan Serbuk Kayu untuk menjadi Briket dan dapat mengatasi polusi disekitar lingkungan pabrik dan tempat perajin. Karena jumlahnya yang banyak dan setiap produksi akan terus-menerus bertambah banyak limbah yang dihasilkan pabrik dan tempat perajin kayu.

Diketahui keunggulan dan kekurangan briket Abu Ketel dengan Serbuk Kayu, maka dilakukan penelitian Pembuatan Briket Arang Dari Abu ketel dari Limbah Pabrik Gula dan Serbuk Kayu dari limbah perajin kayu. Untuk memperoleh nilai kandungan kalornya tersebut.

DASAR TEORI

Abu Ketel

Limbah yang berasal dari pabrik gula. Produksi limbah abu ketel di Pabrik Gula Tidak adanya penanganan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Abu ketel berasal dari sisa pembakaran ampas tebu yang sudah kering pada ketel uap (boiler). Secara umum limbah abu ketel dipabrik gula masih mengandung panas yang ada potensi bisa terbakar dan jumlah abu ketel tersebut setiap tahunnya jumlahnya bertambah banyak (Bagas, 2019).



Gambar 1. Abu ketel

Serbuk kayu

Limbah yang didapat dari pengrajin kayu. Serbuk kayu didapatkan setelah melakukan proses penggergajian yang dilakukan menggunakan alat khusus kayu. Hasil limbah serbuk kayu akan langsung dibuang dari proses penghalusan kayu ternyata memiliki berbagai manfaat (Pertanian, 1970).



Gambar 2. Serbuk kayu

Briket

Bahan bakar alternatif arang yang biasanya terbuat dari batang kayu. Briket ini sebuah inovasi untuk mendapat sumber energi yang bisa diperbarui.



Gambar 3. Briket abu ketel dan serbuk kayu

Kadar air

Kandungan air pada briket akan mempengaruhi nilai kalor. Kualitas briket yang dihasilkan. Semakin dikit kadernya, maka nilai kolar yang dihasilkan lebih besar (Faujiah, 2016).

$$\text{Kadar Air} = \frac{m_1 - m_2}{\text{massa briket}} \times 100\%$$

Nilai kerapatan atau berat jenis

Merupakan perbandingan antara vulome dengan massa dan ciri setiap zat. Sebab yang beda jenis zat memiliki jenis massa berbeda. Bentuk dan volume mempengaruhi massa jenis.

$$\rho = \frac{(M)}{(V)}$$

Laju pembakaran

Laju pembakaran dilaksanakan dengan cara manual menggunakan anglo briket. Disaat nyala api tiap komposisi briket dilihat yang mana lebih lama untuk menyalanya api. Sebelum melaksanakan pengujian massa jenis berbagai sampel ditimbang, setelah itu Biket dibakar jadi uba, waktu saat pembakaran dihitung dengan alat stopwath.

Laju pembakaran inu untuk mencari kadar efisiensi bahan bakar briket(Almu, 2014).

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m}{t}$$

Nilai Kalor

Merupakan panas energi maksimum didapat dari reaksi pembakaran massa atau volume briket. Analisa nilai kalor briket dilaksanakan untuk memdapat data tentang nilai kalor yang didapat dari bahan dengan proses terjadinya reaksi atau pembakaran (Almu et al., 2014).

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{(T_2 - T_1) \times C}{m} \text{ (cal/gr)}$$

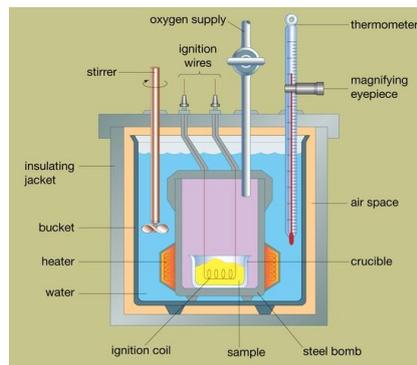
Perpindahan Panas Secara Konduksi

pengangkutan kalor hanya satu jenis. Perpindahan panas ini hanya terjadi didalam matrial. Suhu energi panas adalah titik bersuhu tinggi mengalir ketitik bersuhu rendah (Masyithah dan Haryanto, 2006).

$$q = -K.A \frac{dT}{dX} \quad \text{atau} \quad q = K.A \frac{(T_1 - T_2)}{L}$$

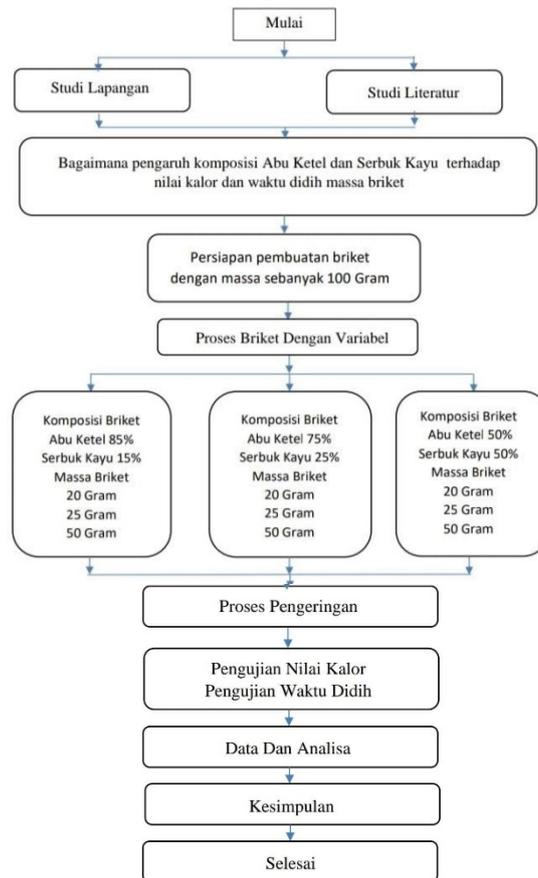
Bomb calorimeter

Bomb kalorimeter yaitu alat untuk mengukur nilai kalor dari briket yang dibebaskan pada pembakaran sempurna. Sampel yang akan diuji setelah itu meletakkan didalam tabung yang beroksigen selanjutnya letakan alat kalorimeter yang tercelup untuk menyerap kalor. Briket akan dibakar dengan api listrik dan kawat logam yang terpasang dalam tabung.



Gambar 4. Bomb calorimeter

Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan cara untuk mendapatkan jawaban tentang masalah yang berkaitan dengan nilai dan data penelitian yang disajikan berbentuk angka dan statistik pada pelaksanaan mampu menjabarkan dengan baik mengenai penelitian, sampel dan populasi. Teknik analisa data dan pengumpulan data dalam penulisan laporan ataupun jurnal perlu menguasai pemahaman mengenai isi dan tujuan dari masing-masing konsep yang sudah ditemukan tersebut.



PROSEDUR EKSPERIMEN

Penimbangan

Berguna untuk menentukan massa briket setiap komposisi yang akan dicampur sesuai ketentuan, proses selanjutnya akan mencampurkan bahan yang menggunakan abu ketel dan serbuk kayu dengan bahan perekat tepung tapioka. Kedua bahan tersebut dicampurkan dengan beberapa variasi dengan perbandingan perekat tiap komposisinya adalah 1:3.



Gambar 5 Penimbangan

Pencampuran

Setelah dilakukan penimbangan selanjutnya Abu ketel dan serbuk kayu yang masing - masing sesudah di timbang dibagi 3 massa briket yaitu 20 Gram, 25 Gram dan 50 Gram dengan perbandingan :

- Komposisi 1 (85% : 15%)
- komposisi 2 (75% : 25%)
- komposisi 3 (50% : 50%)

dan perbandingan perekat 1 : 3. Kemudian semua bahan di campur pada wadah untuk dilakukan pencampuran sampai kedua bahan tercampur dengan merata.



Gambar 6 Pencampuran

Pencetakan

Proses pencetakan dilakukan dengan cara penekanan secara manual briket kedalam cetakan setelah briket tercampur setiap materialnya, pemadatan briket campuran abu ketel dan serbuk kayu pada cetakan dengan merata samapai dengan briket dalam cetakan siap berikan kompaksi.



Gambar 7 Pencetakan

Kompaksi

tekanan (kompaksi) pada pembuatan spesimen uji ini mmenggunakantekanan dengan waktu tahan selama 2 menit guna mendapatkan briket dengan kekuatan yang memenuhi syarat dan ketika dikeluarkan dari cetakan tidak hancur.



Gambar 8 Pengepresan

Pengeringan

Pengeringan adalah proses pengeringan briket dengan cara menjemur di bawah sinar matahari, kelebihan menjemur dibawah sinar matahari tidak dibutuhkan alat khusus dan penambahan biaya untuk pemanasan. Kekurangannya membutuhkan waktu pengeringan yang cukup lama dan cuaca sangat mempengaruhi saat pengeringan briket.



Gambar 9 Penjemuran

DATA HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Nilai Kalor

Setelah briket dibuat, briket diuji nilai kalornya dengan menggunakan *bomb* kalori meter. Pengujian *bomb* kalori meter ini dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Hasil uji *bomb* kalori meter tersaji pada Tabel 1.

Dari tabel nilai kalor di atas, dapat dibuat grafik seperti yang terpapar pada Gambar 5 Pada grafik terlihat nilai kalor serbuk kayu lebih tinggi daripada nilai kalor abu ketel. Nilai kalor serbuk kayu sebesar 3495,07 kal/gr sedangkan nilai kalor abu ketel sebesar 1348,04 kal/gr.

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai Kalor

No	Nama Spesimen	Nilai Kalor (kal/gr)
1	Abu Ketel	1348,04
2	Serbuk Kayu	3495,07
3	Komposisi 1 85% Abu Ketel 15% Serbuk Kayu	20gr
4		25gr
5		50gr
6	Komposisi 2 75% Abu Ketel 25% Serbuk Kayu	20gr
7		25gr
8		50gr
9	Komposisi 3 50% Abu Ketel 50% Serbuk Kayu	20gr
10		25gr
11		50gr

Pada variasi komposisi 1 nilai kalor terbesar terdapat pada massa 25gr adalah 2137,68 kal/gr sedangkan pada komposisi 2 nilai kalor terbesar terdapat di 25gr dengan nilai 2354,03 kal/gr. Ada perbedaan nilai kalor yang signifikan pada komposisi 3 Massa 20gr. Hal ini disebabkan Variasi Abu ketel 50% dan Serbuk kayu 50% cenderung mempunyai nilai kalor yang besar diantara variasi massa komposisi yang lain.



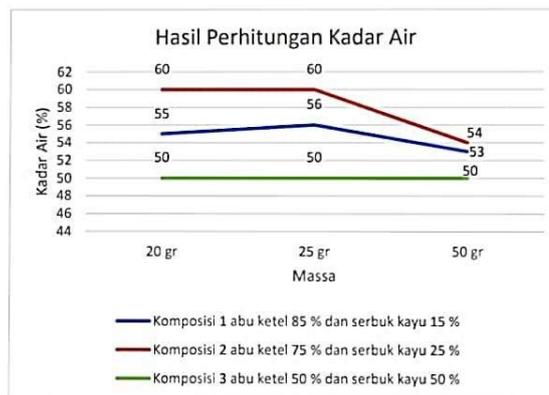
Gambar 5. Grafik Pengujian Nilai Kalor

Kadar Air

Kadar air diperoleh dari hasil perhitungan pengurangan berat awal briket dan berat kering briket.

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai

Komposisi	Massa	Hasil Perhitungan kadar air
Komposisi 1 abu ketel 85 % dan serbuk kayu 15 %	20 gr	55 %
	25 gr	56 %
	50 gr	53 %
Komposisi 2 abu ketel 75 % dan serbuk kayu 25 %	20 gr	60 %
	25 gr	60 %
	50 gr	54 %
Komposisi 3 abu ketel 50 % dan serbuk kayu 50 %	20 gr	50 %
	25 gr	50 %
	50 gr	50 %



Gambar 6. Grafik hasil perhitungan kadar air

Dari grafik diatas diperoleh hasil perhitungan kadar air paling baik dari beberapa komposisi dan massa yaitu terdapat pada komposisi 2 pada massa 20gr dan 25gr dengan hasil persentase adalah 60%.

Perhitungan Nilai Kerapatan

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai kerapatan

Komposisi	Massa	Hasil Perhitungan Kerapatan (gr/cm ³)
Komposisi 1 abu ketel 85% dan serbuk kayu 15%	20 gr	2,42
	25 gr	1,51
	50 gr	1,52
Komposisi 2 abu ketel 75% dan Serbuk kayu 25%	20 gr	2,02
	25 gr	1,26
	50 gr	1,37
Komposisi 3 abu ketel 50% dan serbuk kayu 50%	20 gr	1,51
	25 gr	0,97
	50 gr	1,21

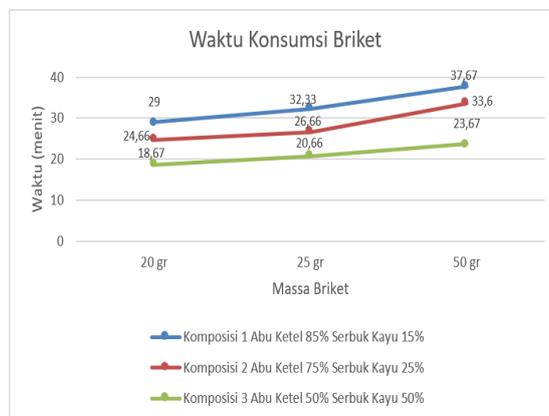
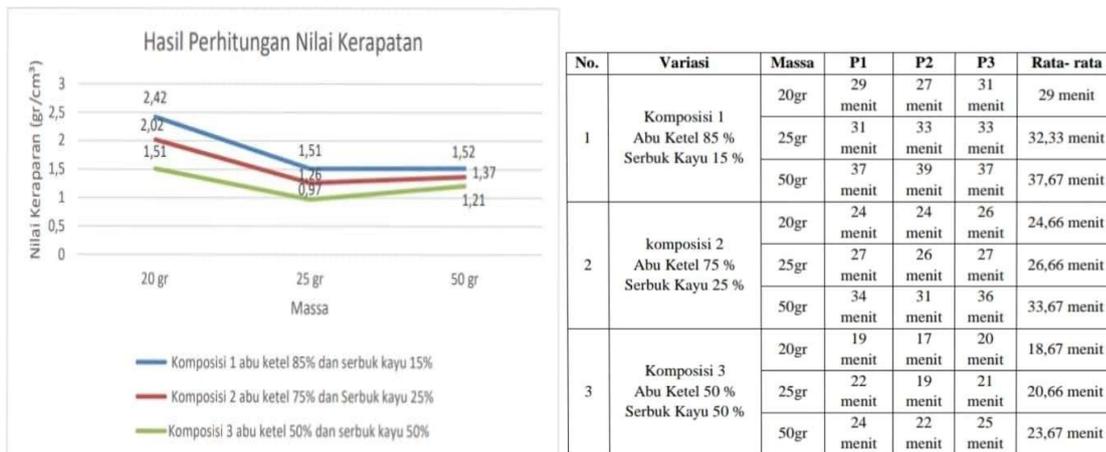
Gambar 7. Grafik hasil perhitungan nilai kerapatan

Dari grafik diatas diperoleh hasil perhitungan nilai kerapatan paling baik dari beberapa komposisi dan massa yaitu terdapat pada komposisi 3 pada massa 25gr dengan hasil perhitungan adalah 0,97 gr/cm³. Sedangkan untuk hasil perhitungan nilai kerapatan kurang baik terdapat pada komposisi 1 massa 20gr dengan hasil 2,42 gr/cm³.

Data Hasil Pengujian Waktu Konsumsi Briket

Proses pelaksanaan pengujian waktu konsumsi dilakukan di Laboratorium dengan cara membakar briket dari setiap variasi komposisinya. Setiap komposisi dibagi menjadi beberapa massa yaitu 20gr, 25gr dan 50gr. Dari setiap massa tersebut diperoleh dari 100gr campuran komposisinya. Kemudian setiap massa dibakar dengan menggunakan gas touch sampai bara apinya keluar kemudian diberikan kipas supaya bara apinya tetap menyala sambil menyalakan stopwatch sampai semua briket terbakar habis. Kemudian kita catat waktu konsumsi briket yang diperoleh dari setiap komposisi dan semua massanya.

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Konsumsi Briket



Gambar 8. Grafik Waktu Konsumsi Briket

Dari grafik diatas diperoleh waktu konsumsi briket paling baik dari beberapa komposisi dan massa yaitu terdapat pada komposisi 1 pada massa 25gr dengan waktu konsumsi briket adalah 32,33 menit. Pada komposisi 2 paling baik terdapat pada massa 25gr dengan waktu konsumsi briket adalah 26,66 menit. Pada komposisi 3 paling baik terdapat pada massa 25gr dengan waktu konsumsi briket adalah 20,66 menit.

Tabel 5. Hasil perhitungan laju pembakaran

Komposisi	Massa	Hasil Perhitungan Laju Pembakaran (gr/menit)
Komposisi 1 abu ketel 85% dan serbuk kayu 15%	20 gr	0,68
	25 gr	0,77
	50 gr	1,32
Komposisi 2 abu ketel 75% dan serbuk kayu 25%	20 gr	0,81
	25 gr	0,93
	50 gr	1,48
Komposisi 3 abu ketel 50% dan serbuk kayu 50%	20 gr	1,07
	25 gr	1,21
	50 gr	2,11



Gambar 9. Grafik hasil perhitungan laju pembakaran

Dari grafik diatas diperoleh hasil perhitungan laju pembakaran paling cepat dari beberapa komposisi dan massa yaitu terdapat pada komposisi 3 pada massa 50gr dengan hasil perhitungan adalah 2,11 gr/menit. Sedangkan untuk hasil perhitungan paling lama terdapat pada komposisi 1 massa 20gr dengan hasil 0,68 gr/menit.

Waktu Mendidih Air

Proses pelaksanaan pengujian waktu yang digunakan dalam mendidih air pada briket dilakukan di Laboratorium dengan cara membakar briket dari setiap variasi komposisinya. Setiap komposisi dibagi menjadi beberapa massa yaitu 20gr, 25gr dan 50gr. Dari setiap massa tersebut diperoleh dari 100gr campuran komposisinya. Kemudian setiap massa dibakar dengan menggunakan gas touch sampai bara apinya keluar setelah itu volume air yang di didihkan adalah sebanyak 60ml. Dengan menyalakan stopwatch ditunggu sampai air mendidih kemudian dicatat waktu yang sudah diperoleh dari pengujian tersebut.

Tabel 6. Waktu Mendidih Air

Komposisi 1 Abu Ketel 85% Serbuk Kayu 15%		
20 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	56	12
60 ml	57	11
60 ml	54	14
Rata-rata	55,66666667	12
25 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	53	14
60 ml	57	13
60 ml	55	13
Rata-rata	55	13
50 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	56	13
60 ml	58	14
60 ml	57	15
Rata-rata	57	14
Komposisi 2 Abu Ketel 75% Serbuk Kayu 25%		
20 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	47	11
60 ml	45	9
60 ml	44	10
Rata-rata	45,33333333	10
25 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	52	12
60 ml	53	12
60 ml	50	13
Rata-rata	51,66666667	12
50 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	55	14
60 ml	52	12
60 ml	54	13
Rata-rata	53,66666667	13
Komposisi 3 Abu Ketel 50% Serbuk Kayu 50%		
20 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	39	3
60 ml	33	4
60 ml	37	5
Rata-rata	36,33333333	4
25 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	39	5
60 ml	36	6
60 ml	38	7
Rata-rata	37,66666667	6
50 gr		
Volume awal	volume akhir	waktu
60 ml	40	7
60 ml	42	8
60 ml	39	9



Gambar 10. Grafik Waktu Mendidih Air

Dari grafik diatas diperoleh waktu mendidih air paling baik dari beberapa komposisi dan massa yaitu Pada komposisi 1 massa 20gr dengan waktu mendidihnya air adalah 12 menit. Pada komposisi 2 paling baik terdapat pada massa 20gr dengan waktu mendidihnya air adalah 10 menit. Pada komposisi 3 paling baik terdapat pada massa 20gr dengan waktu mendidihnya air adalah 4 menit.

Perhitungan laju perpindahan panas

Tabel 7. Hasil perhitungan laju perpindahan panas

Komposisi	Massa	Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas (kj/s)
Komposisi 1 abu ketel 85% dan serbuk kayu 15%	20 gr	68,916
	25 gr	38,904
	50 gr	27,233
Komposisi 2 abu ketel 75% dan serbuk kayu 25%	20 gr	38,904
	25 gr	32,420
	50 gr	25,262
Komposisi 3 abu ketel 50% dan serbuk kayu 50%	20 gr	134,77
	25 gr	67,434
	50 gr	32,902



Gambar 11. Grafik hasil perhitungan laju perpindahan panas

Dari grafik diatas diperoleh hasil perhitungan laju perpindahan panas paling baik dari beberapa komposisi dan massa yaitu Pada komposisi 3 massa 20gr dengan hasil perhitungan laju perpindahan panasnya adalah 134,77 kj/s. Pada komposisi 2 paling baik terdapat pada massa 20gr dengan hasil perhitungan laju perpindahan panasnya adalah 38,9 kj/s. Pada komposisi 1 paling baik terdapat pada massa 20gr dengan hasil perhitungan laju perpindahan panasnya adalah 68,91 kj/s.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian tentang pengaruh komposisi abu ketel dan serbuk kayu terhadap nilai kalor dan waktu mendidih massa briket, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besarnya nilai kalor briket berpengaruh terhadap waktu mendidih. Semakin tinggi nilai kalor maka akan semakin besar bara api yang dihasilkannya dan akan berbanding terbalik pada nilai kalor yang kecil. Semakin besar nilai kalor briket akan menyebabkan waktu mendidih yang dibutuhkan lebih cepat. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan nilai kalor paling tertinggi ada pada komposisi 50% abu ketel dan 50% serbuk kayu massa 20 gram dengan rata – rata waktu mendidih 4 menit.
2. Besarnya perbandingan komposisi abu ketel dan serbuk kayu berpengaruh pada nilai kalor semakin banyak komposisi abu ketel maka nilai kalor briketnya menurun, hal ini karena serbuk kayu adalah bahan yang muda terbakar.
3. Jumlah komposisi briket yang sangat bagus dieksperimen ini adalah komposisi 50% abu ketel dan 50% serbuk kayu. Karena dari beberapa hasil pengujian yang terbaik dikomposisi 50% abu ketel 50% serbuk kayu tersebut memiliki nilai kalor yang tinggi.

Saran

Supaya penelitian berikutnya lebih baik mengenai waktu mendidih dan waktu konsumsi terhadap nilai kalor, maka penulis menyarankan :

1. Pada proses pencampuran komposisi diharap lebih diperhatikan untuk menghindari adanya campuran yang kurang merata dalam proses tersebut.
2. Untuk penilitian berikutnya proses pengeringan briket dapat dilakukan dengan oven supaya keringnya bisa lebih sempurna.
3. Seharusnya eksperimen dilakukan menggunakan alat standart uji.

REFERENSI

- Almu, M. A. S. S. & P. Y. A., 2014. Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi.. Volume 4(2), pp. 117-112..
- Bagas, 2019. *Abu ketel merupakan residu bagas yang digunakan sebagai bahan bakar boiler*, Jogjakarta: ANZDOC.
- Buckori, L., 2011. *Perpindahan Panas (Heat Transfer)*, Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang.

-
- Faujiah, 2016. Pengaruh Komposisi Pereket Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. Volume 147, pp. 11-40.
- Fikri, A., 2011. *Unsur - unsur atau kandungan serbuk gergaji*, Mataram: UMMAT.
- Holman, J., 1997. *Perpindahan Kalor*. enam ed. jakarta: Erlangga.
- Kreith, F., 1997. *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*. Jakarta: Erlangga.
- Masturing, A., 2002. *Sifat fisika Dan kimia Briket Arang Dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu*, Bogor: IPB.
- Pabisa, J., 2013. *Pembuatan briket dari limbah sortiran biji kakao (Theobroma Cacao)*, Makassar: UHM.
- Pari, G., 2002. Teknologi alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengelolaan Kayu. Volume 1, p. 8.
- Pertanian, D., 1970. Pegertian Serbuk Gergaji Kayu.
- Subroto, E., 2007. *Pengantar metode penelitian lingistk struktural*, Surakarta: Universitas 11 Maret.
- Triono, A., 2006. *Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis emene engl.)Dan Sengon (Paraserianthes Valcataria L.)*, Bogor: IPB.
- Umrisu, M., 2018. pengaruh komposisi sekam padi terhadap parameter Fisis briket tempurung kelapa. *Fisika*, 3(1)(Fisika sains dan aplikasinya), pp. 37-42.