

## KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET DARI LIMBAH DAUN POHON BINTARO

Andreas Wijaya Kasrun<sup>1)</sup>, Willyanto Anggono<sup>2)</sup>, Teng Sutrisno<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2,3)</sup>

Phone: +62-31-8439040, Fax: +62-31-8417658<sup>1,2,3)</sup>

E-mail : andreas94\_kun@yahoo.com<sup>1)</sup>, willy@petra.ac.id<sup>2)</sup>, tengsutrisno@petra.ac.id<sup>3)</sup>

### ABSTRAK

*Pada era globalisasi ini, kebutuhan energi semakin meningkat. Penggunaan bahan bakar fosil yang semakin tinggi mengakibatkan semakin menipisnya cadangan bahan bakar. Penggunaan bahan bakar biomassa merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Bahan bakar biomassa yang digunakan berupa bahan bakar padat dan dijadikan dalam bentuk briket. Briket dibentuk dari bahan baku limbah daun pohon bintaro dengan campuran bahan perekat tepung tapioka dengan kadar 90:10. Nilai kalor atas dari bahan bakar briket sebesar 4164 Kcal/kg. ukuran partikel berpengaruh kepada bentuk fisik maupun pembakaran briket. Ukuran partikel yang semakin kecil akan membuat bentuk fisik briket menjadi halus, tetapi briket menjadi lebih susah terbakar.*

*Kata kunci: Briket, biomassa, Cerbera Manghas, bintaro.*

### 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi masyarakat semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perekonomian masyarakat. Kondisi ini telah dialami oleh masyarakat Indonesia. Dhany [1], menyatakan pemerintah Jokowi dan Jusuf Kalla menginginkan pembangunan pembangkit listrik 35.000 Megawatt, hal ini menunjukkan fakta bahwa kebutuhan energi di Indonesia sangatlah besar. Sebagian besar dari Pembangkit listrik tersebut menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM). Padahal Suroso menyatakan cadangan BBM (Bahan Bakar Minyak) di Indonesia, diprediksi akan habis sekitar 23 tahun. Oleh karena itu dibutuhkan energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar fosil [2].

Kota-kota Indonesia selalu berada di daerah hujan tropis, sehingga selalu diperlukan jalur hijau sepanjang jalan kota. Fungsi jalur hijau tersebut digunakan untuk memperindah kota dan mereduksi emisi gas buang kendaraan. Selain itu dampak negatif seperti keruntuhan daun dan batang, sering dianggap sebagai pengotor kota. limbah pasar yang tidak diolah menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga hasil pengolahan limbah tersebut diaplikasi menjadi pupuk cair. Oleh karena itu Disnas Pertamina Kota membentuk tim pembersih kota, untuk mengumpulkan dan membuang tumpukan daun dan batang pada suatu tempat. Tumpukan daun dan batang tersebut dapat digunakan sebagai pupuk, apabila tidak termanfaatkan dapat menyebabkan penumpukan sampah [3].

pemerintah mencanangkan pembangunan Pembangkit Tenaga Sampah (PLTSa) di Gedebage kota Bandung Jawa Barat pada tahun 2011 sampai dengan 2032. Sistem pembangkitan ini menggunakan gasifikasi sampah menjadi bahan bakar [4]. Selain itu Fachry, Dipura & Najamudin [5] melakukan penelitian tentang teknik pembuatan briket dari campuran enceng gondok dan batubara. Fakta ini menjelaskan bahwa inovasi

tentang energi terbarukan sangat diperlukan oleh masyarakat.

Salah satu alternatif energi terbarukan adalah Biogas. Dimana merupakan gas yang dihasilkan oleh bakteri anaerob dari reaksi fermentasi limbah kotoran maupun sampah. Biogas adalah bahan bakar yang sebagian besar terdiri dari senyawa Hidrokarbon (CH<sub>4</sub>) dan senyawa lainnya seperti: CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>. Hidrokarbon merupakan senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Hidrogen merupakan gas di-atomik yang sangat mudah terbakar. Biogas merupakan bahan bakar gas yang mempunyai komposisi terbesar adalah *Methane* (66.4%), *Carbon Dioxide* (30.6%) dan *Nitrogen* (3%) Anggono [6,7]. Perbandingan prosentase antara gas metana (*Methane*) sebagai gas yang bersifat *flammable* serta *Impurities* (*Carbon Dioxide* (karbon dioksida) dan *Nitrogen* (Nitrogen)) yang bersifat inhibitor berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran yang terjadi Anggono [6,7].

Selain itu faktor visibilitas bahan bakar dinyatakan dalam nilai kalor. Nilai kalor tersebut dinyatakan sebagai *Low Heating Value* (LHV) dan *High Heating Value* (HHV). HHV adalah jumlah panas yang dikeluarkan oleh 1kg bahan bakar ketika terbakar, dimana H<sub>2</sub>O dalam bentuk cairan. Sedangkan LHV adalah jumlah panas yang dikeluarkan oleh 1kg bahan bakar ketika terbakar, dimana H<sub>2</sub>O dalam bentuk gas. Perbedaan LHV merupakan nilai dari HHV dikurangi dengan panas yang digunakan untuk menguapkan H<sub>2</sub>O menjadi gas, sehingga nilai lebih kecil.

Penelitian tentang aplikasi biomass telah dilakukan oleh Raju [8], tentang studi pengembangan bahan bakar briket untuk rumah tangga dan industri. Bahan baku yang digunakan daun almon, abu kayu dan serabut kelapa. Briket dibuat dengan ukuran 6x3x3 inch, kemudian material tersebut direkatkan menggunakan material perekat seperti tepung beras, tepung maizena,

tepung tapioka dll. Hasil pengujian *proximate analysis* ditunjukkan bahwa briket dengan bahan daun *almond* kadar karbon 18,7 %. Nilai tersebut lebih tinggi dari serabut kelapa dan lebih kecil dari bubuk kayu. Sedangkan *ultimate analysis* memiliki unsur 42.5% C, 3.8% H, 1.1% N<sub>2</sub>, 0.35% S, 31.4% O dan porositas 25.23%. Raju [8] juga memaparkan nilai kalori briket dari bubuk kayu, daun almon dan serabut kelapa yaitu 4654 kcal, 4237 kcal dan 4146 kcal. Selain itu keuntungan briket tersebut memiliki panas yang cukup untuk kebutuhan rumah tangga, mudah untuk dinyalakan, tidak berbahaya, membangkitkan sedikit abu-abu, dan disarankan untuk proses masak [8].

Selain itu penelitian briket yang terbuat dari daun dan pelepah pisang. Kadar karbon yang terkandung dalam daun dan pelepah pisang sebesar 43.28% dan 38.92%, sedangkan HHV yang didapatkan pada daun dan pelepah pisang sebesar 17.1 MJ/kg dan 13.7MJ/kg. Di dalam proses pembakaran, temperatur briket tersebut yang dicapai sebesar 580°C dan 300°C, proses tekanan yang dibutuhkan 15Mpa dan 5.3Mpa [9].

Jalur hijau diperkotaan merupakan faktor yang sangat penting sebagai paru-paru Kota sehingga pada kepemimpinan Walikota Surabaya Ibu Tri Rismaharini pembangunan jalur hijau sangat pesat. Hal ini berdampak semakin besar potensi sampah akibat guguran jalur penghijauan, jenis pohon penghijauan yang sesuai dengan kondisi Surabaya. Berdasarkan Peraturan menteri kehutanan No: P.03/MENHUT-V/2004 jenis penyerap CO<sub>2</sub> dan penghasil O<sub>2</sub> antara lain: *Agasthis Alba* (damar), *Bauhinea Purpurea* (kupu-kupu), *Leucena Purpurea* (lamtoro gung), *Acacia Auriculiformis* (akasia) dan *Ficus Benyamina* (beringin). Oleh karena itu potensi sampah jalur hijau memiliki kapasitas yang besar seiring dengan berkembang paru-paru kota.

Penjual kendaraan bermotor di daerah perkotaan semakin pesat sehingga pemerintah kota memperluas pembangunan jalur hijau, hal ini menunjukkan bahwa potensi sampah penghijau semakin besar. Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa sesuatu yang memiliki unsur karbon berpotensi untuk dijadikan bahan bakar pengganti bahan bakar fosil

## 2. Metode Penelitian

Langkah – langkah kerja penelitian yang dilakukan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan alat limbah daun pohon bintaro
2. Persiapan pembentukan briket
3. Peracikan bahan limbah daun dengan bahan perekat briket
4. Melakukan proses pengepresan
5. Pengepresan ulang akan dilakukan apabila briket tidak sesuai dengan kriteria yang diharapkan
6. Melakukan pengujian nilai kalor briket
7. Melakukan pengujian ultimat dan proksimat briket
8. Melakukan pengujian pembakaran briket

Dalam persiapan limbah daun pohon bintaro, pengumpulan limbah daun dilakukan dengan cara mengambil daun kering dari pohon bintaro seperti yang

ditunjukkan pada gambar 1. Setelah pengumpulan limbah daun, limbah daun kemudian dikeringkan dengan cara penjemuran dengan sinar matahari selama 1 minggu. Kemudian limbah daun diolah menjadi bentuk bubuk dengan cara menggiling daun kering dengan menggunakan blender.



**Gambar 1** Limbah daun pohon bintaro

Pada tahap persiapan alat pengolahan limbah daun, alat yang dipersiapkan berupa blender, *wiremesh*, timbangan *digital*, bom kalorimeter, tabung oksigen, cetakan briket dan mesin press. *Blender* ini digunakan untuk menggiling daun dan memproses daun menjadi bentuk bubuk. Daun yang telah dikeringkan langsung di proses pembubukan dengan *blender*. *Wiremesh* digunakan dalam proses pengayakan, bahan limbah daun ini dibagi menjadi beberapa ukuran partikel dari ukuran 20 mesh hingga 60 mesh. Timbangan *digital* digunakan untuk menimbang massa bubuk limbah daun pohon bintaro yang kemudian digunakan dalam bom kalorimeter. Penggunaan bom kalorimeter ini digunakan untuk mengukur nilai kalor dari suatu bahan. Pada percobaan ini jenis bom kalorimeter yang digunakan adalah Parr oxygen bomb calorimeter. Gambar 2 menunjukkan bom kalorimeter yang digunakan. Jenis bom kalorimeter ini menggunakan tekanan oksigen dalam tabung peledaknya.



**Gambar 2** Parr oxygen bomb calorimeter



Cetakan briket yang digunakan terbuat dari bahan besi agar dapat menahan tekanan yang diberikan mesin press. Cetakan briket dibuat dengan ukuran diameter 25 mm dan tinggi 110 mm. Pada gambar 3 menunjukkan cetakan briket yang digunakan.



**Gambar 3 Cetakan briket**

Mesin press yang digunakan dalam penelitian berupa mesin press hidrolis seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4 Mesin press**

Pada tahap persiapan pembentukan briket, limbah daun dikeringkan dan kemudian diolah dalam bentuk bubuk kemudian diayak menjadi beberapa ukuran partikel 20 mesh, 30 mesh, 40 mesh dan 60 mesh seperti ditunjukkan pada gambar 5.



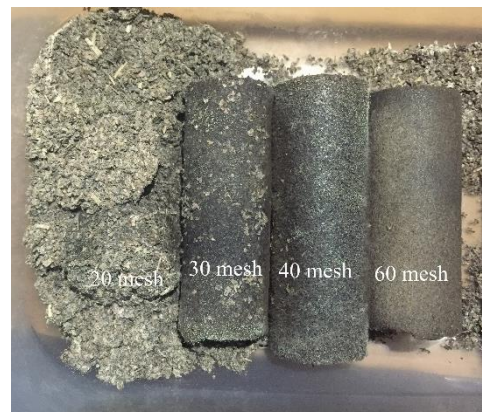
**Gambar 5 Bubuk limbah daun pohon bintaro**

Pada tahap peracikan bahan limbah daun pohon bintaro dengan bahan perekat, bahan briket yang telah di bubukan dan di ayak dicampur dengan bahan perekat berupa tepung tapioka (tepung kanji). Kadar tepung kanji dalam briket berkisar antara 10% hingga 50% dengan kelipatan 10%.

Proses pengepressan briket dilakukan dengan menggunakan mesin press seperti yang telah ditunjukkan pada gambar 4. Briket yang dicetak memiliki ukuran partikel dan kekuatan tekan yang berbeda – beda. Pada gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan briket yang telah dicetak dengan menggunakan mesin press.



**Gambar 6 Briket dengan tekanan press 10 bar (1MPa)**



**Gambar 7 Briket dengan tekanan press 20 bar (2MPa)**

Pada pengujian nilai kalor briket limbah daun pohon bintaro digunakan bom kalorimeter seperti pada gambar 2. Hal yang perlu di catat pada proses pengujian nilai kalor adalah mencatat temperatur air awal dan temperatur akhir air serta panjang *fuse wire* yang tersisa setelah proses *ignition* pada bom kalorimeter. Rumus yang digunakan pada bom kalorimeter adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{H_g \cdot m + e_1 + e_3}{\Delta t} \quad (2)$$

Dimana:

W = Energy equivalent dari kalorimeter (cal/°C)

m = massa asam benzoate dalam 1 tablet (1 gram)

Δt = selisih temperatur sesudah *ignition* dan sebelum *ignition*

e<sub>1</sub> = faktor koreksi untuk heat formation pada HNO<sub>3</sub>

e<sub>3</sub> = faktor koreksi untuk heat formation pada *fuse wire* (panjang sisa kawat (cm) dikalikan dengan 2.3)

$$H_g (\text{Benzoic Acid}) = 6318 \frac{\text{cal}}{\text{gram}}$$

$$H_g = \frac{\Delta t \cdot W - e_1 - e_2 - e_3}{m} \quad (1)$$

Dimana:

W = Energy equivalent dari hasil kalibrasi (cal/°C)

M = massa bahan bakar (gram)

Δt = selisih temperatur sesudah *ignition* dan sebelum *ignition*

e<sub>1</sub> = faktor koreksi untuk heat formation pada HNO<sub>3</sub>

e<sub>2</sub> = faktor koreksi untuk heat formation pada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

e<sub>3</sub> = faktor koreksi untuk heat formation pada *fuse wire* (panjang sisa kawat (cm) dikalikan dengan 2.3)

Pada tahap pengujian ultimat dan proksimat, pengujian dilakukan oleh pihak laboratorium succofindo yang berada di Surabaya. Bahan yang berupa bubuk briket diserahkan kepada pihak lab untuk di analisa.

Uji bakar briket dilakukan dengan cara membakar briket di ruang bakar sederhana. Parameter yang di catat pada uji bakar adalah waktu penyalaan, durasi pembakaran briket dan temperatur bara api.

Hasil dan kesimpulan

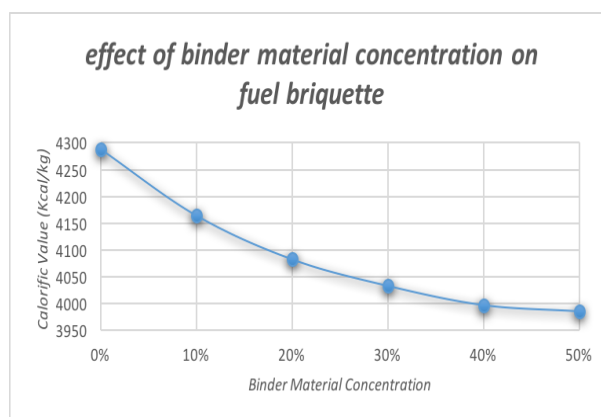
#### 4. Hasil dan Pembahasan

Nilai kalor yang didapatkan dari pengujian bom kalori meter ditunjukkan pada tabel 1. Pada tabel 1 nilai kalor yang ditampilkan adalah nilai kalor atas atau HHV (High Heating Value). Nilai kalor yang ditampilkan beragam dari komposisi 100% limbah daun bintaro hingga 100% bahan perekat dengan kelipatan 10%. Campuran bahan limbah daun pohon bintaro dengan bahan perekat tepung tapioka

**Tabel 1 Nilai kalor limbah daun pohon bintaro**

<i>Mixture composition (Cerbera Manghas : Tapioca)</i>	<i>High Heating Value (Kcal/Kg) (Nilai kalor)</i>
100% <i>Cerbera Manghas</i>	4287.534
90% <i>Cerbera Manghas</i>	4164.008
80% <i>Cerbera Manghas</i>	4082.607
70% <i>Cerbera Manghas</i>	4033.266
60% <i>Cerbera Manghas</i>	3997.457
50% <i>Cerbera Manghas</i>	3985.817
100% <i>Tapioca flour</i>	3574.474

Untuk memudahkan pembacaan tabel 1, pada gambar 8 menunjukkan grafik nilai kalor berdasarkan tabel 1.



**Gambar 8 Grafik nilai kalor terhadap zat perekat**

Nilai kalor briket tertinggi pada saat tidak ada penambahan konsentrasi bahan perekat, sedangkan briket tidak dapat terbentuk tanpa adanya bahan perekat yang terkandung di dalamnya. Nilai kalor briket yang optimal berada pada kadar 10% hingga 20% dikarenakan nilai kalornya yang tinggi. Briket dengan kadar bahan perekat 30% keatas memiliki nilai kalor yang rendah dikarenakan komposisi bahan bakar yang semakin berkurang

Selain dari hasil percobaan nilai kalor di atas, penelitian ini juga mengkaji materi pembahasan seperti *ultimate analysis* dan *proximate analysis*. Pengujian ini dilakukan pada laboratorium yang memiliki standar – standar dalam melakukan pengujianya. Sampel yang di ujikan pada laboratorium ini memiliki campuran dengan bahan perekat tepung tapioka sebesar 90% limbah daun pohon bintaro dan 10% tepung tapioka. Pada tabel 2 menunjukkan hasil pengujian *proximate analysis*.

**Tabel 2 Hasil proximate analysis**

<i>parameters</i>	<i>unit</i>	<i>As Received</i>	<i>Dried Basis</i>
<i>Total Moisture</i>	% wt	12.2	-
<i>Ash Content</i>	% wt	8.6	9.8
<i>Volatile Matter</i>	% wt	66.8	76.1
<i>Fixed Carbon</i>	% wt	12.4	14.1
<i>Total Sulfur</i>	% wt	0.19	0.22
<i>Gross Calorific Value</i>	Kcal/Kg	4164	4742

*Proximate analysis* merupakan pengujian yang berdasarkan sifat fisis dari bahan bakar. Sifat fisis tersebut merupakan *Total moisture*, *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon*, *total sulfur* dan *gross calorific value* (HHV). *Total moisture* merupakan kadar kelembaban dari bahan bakar, pada hasil uji lab limbah daun pohon bintaro *total moisture* yang diperoleh sebesar 12,2% dari persentase massa. *Ash content* atau kadar abu yang terkandung pada limbah daun pohon bintaro ini memiliki kadar sebesar 8,6% dari persentase massa. *Volatile matter* atau zat yang mudah menguap pada bahan limbah daunpohon bintaro memiliki kadar sebesar 66,8% dari persentase massa. *Fixed carbon* atau karbon yang terikat sebesar 12,4% dari persentase massa. Kandungan total sulfur yang ada dalam bahan limbah daun pohon bintaro sebesar 0,19% dari persentase massa. Nilai kalor yang didapatkan dari hasil pengujian sebesar 4164 Kcal/Kg.

Ultimate analysis merupakan analisa bahan bakar yang ditinjau dari sisi kimiawi berupa kadar komposisi kimia. Kadar komposisi kimia yang didapat dari hasil ultimate analysis berupa kadar *Carbon*, *Hydrogen*, *Oxygen*, *Nitrogen* dan *Sulfur*. Pada Tabel 3 menunjukkan hasil ultimate analysis dari limbah pohon bintaro.

**Tabel 3 Hasil ultimate analysis**

<i>Parameters</i>	<i>unit</i>	<i>As received</i>
<i>Carbon</i>	% wt	40.37
<i>Hydrogen</i>	% wt	5.17
<i>Nitrogen</i>	% wt	0.45
<i>Sulfur</i>	% wt	0.19
<i>Oxygen</i>	% wt	33.01

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil ultimate analysis dari limbah daun pohon bintaro. Kandungan kimia yang terbesar adalah unsur karbon dengan persentase massa sebesar 40,37%. Persentase terbesar selanjutnya adalah unsur oksigen dengan persentase massa sebesar 33,01%. Unsur selanjutnya adalah Hidrogen, Nitrogen, dan sulfur dengan kadar sebesar 5,17% 0,45% dan 0,19% dari persentase massa.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium berupa analisa proksimat, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2. Nilai kalor dari briket limbah daun pohon bintaro tanpa proses karbonisasi sebesar 4164 Kcal/Kg dengan

kadar air sebesar 12.2 %wt. Apabila briket melalui proses karbonisasi atau pengarangan, nilai kalor dari briket akan meningkat. Kadar air juga berpengaruh kepada nilai kalor, jika kadar air semakin rendah maka nilai kalor akan semakin meningkat. Penurunan kadar air juga akan berpengaruh pada kecepatan nyala api pada briket, karena semakin rendah kadar air maka proses penyalaan api pada briket akan semakin cepat. Kadar air memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap komposisi pengujian proksimat. Pada tabel 2, terdapat kolom *As Received* dan *Dried Basis*. *As Received* berarti pengujian proksimat berdasarkan bahan yang telah di terima pada saat pengujian tanpa melakukan proses pengeringan, sedangkan *Dried Basis*, melalui proses pengeringan lagi untuk menghilangkan kadar air (*Moisture Content*) pada bahan dan kemudian di uji proksimat. Pada hasil nilai kalor *As Received* dan *Dried Basis* memiliki nilai yang cukup berbeda yaitu 4164 Kkcal/Kg dan 4742 KKcal/Kg, dengan perbandingan nilai kalor *dried basis* menunjukkan bahwa *moisture content* berpengaruh pada hasil uji proksimat. *Volatile matter* pada limbah daun kering pohon bintaro tergolong tinggi yaitu 66,8 % dari persentase massa, hal ini menandakan bahan mudah dibakar. Semakin tinggi nilai *Volatile matter* maka bahan bakar akan semakin mudah terbakar. Berbanding terbalik dengan *fixed carbon*, jika *fixed carbon* semakin tinggi maka bahan bakar akan semakin sulit terbakar. Hasil yang didapatkan dari Tabel 2 menunjukkan hasil *fixed carbon* dari limbah daun pohon bintaro sebesar 12,4 % dari persentase massa. *Ash content* dari hasil pengujian proksimat menunjukkan hasil sebesar 8,6% dari persentase massa. *Ash content* adalah kadar abu yang tersisa setelah proses pembakaran. *Ash content* yang terkandung dalam limbah daun pohon bintaro tidak terlalu banyak, dalam arti *Ash content* tergolong rendah. Kriteria bahan bakar yang baik jika nilai *ash content* semakin kecil.

Hasil uji lab berupa *ultimate analysis* didapatkan hasil berupa kadar dari unsur – unsur kimia seperti unsur C, H, O, N dan S. Unsur yang terpenting dalam pembakaran adalah unsur C dan H, dikarenakan C dan H merupakan unsur utama dalam pembakaran. Persentase unsur C dan H digunakan sebagai parameter perhitungan nilai kalor. Pada perhitungan reaksi kimia unsur C yang bersifat sebagai reaktan bereaksi dengan oksigen sehingga menghasilkan CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> merupakan produk hasil pembakaran yang dilepaskan kembali ke udara sekitar setelah proses pembakaran. Semakin tinggi persentase nilai C pada bahan bakar maka nilai kalornya juga akan semakin tinggi. Unsur H sebagai reaktan bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan H<sub>2</sub>O setelah proses pembakaran. Unsur H juga digunakan sebagai parameter perhitungan nilai kalor dan perhitungan dalam menghitung *moisture content*. Unsur O dalam bahan bakar ini mengindikasikan kandungan oksigen dalam bahan bakar, hal ini digunakan sebagai indikasi pemudahan penyalaan bahan bakar. Semakin tinggi nilai oksigen dalam bahan bakar, maka bahan bakar tidak memerlukan oksigen yang terlalu banyak karena kandungan oksigennya cukup tinggi. Sedangkan unsur N dan S, merupakan unsur yang menyebabkan polusi pada



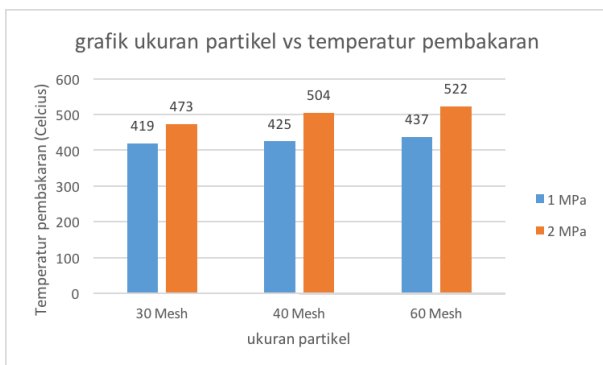
pembakaran dikarenakan unsur tersebut dapat bereaksi dengan udara sekitar sehingga menjadi  $\text{NO}_x$  dan  $\text{SO}_x$ . Kadar dari unsur N dan S dari hasil pengujian lab berturut – turut adalah sebesar 0,45% dan 0,19%. Pada eksperimen yang dilakukan oleh Raju [8] mengatakan bahwa polusi pembakaran bahan bakar akan tidak berbahaya apabila kadar N dan S tidak melebihi dari 1% dari persentase massa, hal ini dikarenakan kadar  $\text{NO}_x$  dan  $\text{SO}_x$  yang bereaksi tidak banyak dihasilkan karena jumlah reaktan yang sedikit.

Hasil uji pembakaran dari briket limbah daun pohon bintaro ditunjukkan pada tabel 4. Parameter yang dicatat adalah durasi penyalan briket, durasi pembakaran briket dan suhu bara api briket.

**Tabel 4 Hasil uji pembakaran briket limbah daun pohon bintaro**

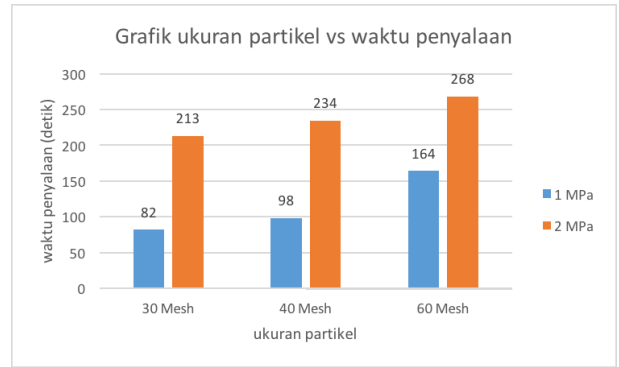
ukuran partikel	Tekanan press	Suhu api	Waktu penyalan (detik)	Durasi pembakaran
30 Mesh	1MPa	419	82	1'36"16
40 Mesh	1MPa	425	98	1'37"33
60 Mesh	1MPa	437	164	1'51"56
30 Mesh	2MPa	473	213	1'37"01
40 Mesh	2MPa	504	234	1'39"05
60 Mesh	2MPa	522	268	2'01"33

Untuk mempermudah pembacaan tabel 4, hasil dari tabel 4 disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 9, gambar 10 dan gambar 11.



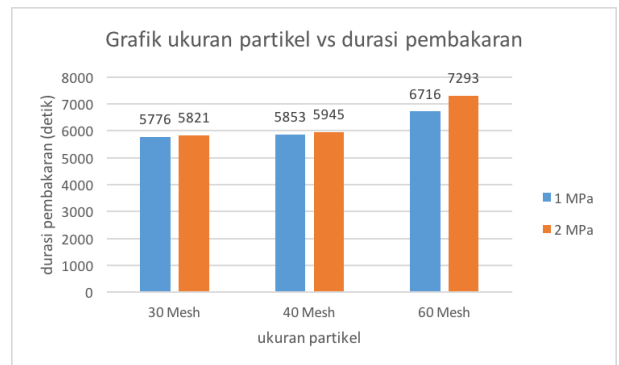
**Gambar 9 Pengaruh ukuran partikel terhadap temperatur pembakaran**

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka suhu pembakaran akan semakin tinggi. Demikian dengan tekanan *press* briket, semakin tinggi tekanan *press* briket maka suhu pembakaran akan meningkat. Pada data dengan ukuran partikel sebesar 60 mesh dengan tekanan 2 MPa menunjukkan suhu pembakaran tertinggi.



**Gambar 10 Pengaruh ukuran partikel terhadap waktu penyalan**

Pada gambar 10 menunjukkan pengaruh ukuran partikel terhadap waktu penyalan. Berdasarkan grafik, semakin besar ukuran partikel dari bahan bakar akan mempermudah proses penyalan bahan bakar. Tekanan briket juga mempengaruhi durasi penyalan briket. Semakin tinggi tekanan briket maka waktu penyalan briket akan semakin lama. Pada grafik dapat dilihat pada briket dengan ukuran partikel 60 mesh dengan kekuatan *press* sebesar 2 MPa memiliki waktu penyalan yang paling lama, yaitu 268 detik.



**Gambar 11 Pengaruh ukuran partikel terhadap durasi pembakaran**

Pada gambar 11 menunjukkan pengaruh ukuran partikel terhadap durasi pembakaran. Berdasarkan grafik durasi pembakaran terpengaruh oleh ukuran partikel dan tekanan *press* briket. Semakin kecil ukuran partikel maka durasi pembakaran akan semakin lama. Begitu pula pada tekanan, semakin besar tekanan *press* briket maka durasi pembakaran akan semakin lama. Pada grafik briket yang memiliki durasi pembakaran terlama adalah briket dengan ukuran partikel 60 mesh dengan tekanan *press* sebesar 2 MPa.

Berdasarkan hasil uji pembakaran briket yang tertera pada tabel 4, hasil pembakaran dengan durasi yang paling lama adalah briket dengan ukuran partikel 60 mesh. Briket dengan ukuran partikel 60 mesh, memiliki ukuran partikel yang kecil, sehingga celah udara yang masuk juga semakin sedikit. Waktu penyalan briket terpengaruh oleh kekuatan tekan briket, semakin besar kekuatan tekan briket maka briket akan semakin sulit dinyalakan. Briket yang sulit dinyalakan ini dipengaruhi oleh porositas yang semakin kecil sehingga oksigen yang berada di udara sulit mengisi celah yang dimiliki oleh

briket. Laju pembakaran yang tertinggi berpengaruh terhadap ukuran partikel, semakin besar ukuran partikel maka semakin cepat laju pembakaran bahan bakar. Pada tabel 4 menunjukkan hasil pembakaran briket dengan ukuran partikel yang terbesar hingga terkecil, dari data pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka semakin cepat pula laju pembakaran. Suhu pembakaran briket bergantung pada ukuran partikel dan tekanan press briket.

## 5. Kesimpulan

Briket limbah daun pohon bintaro yang dihasilkan dengan komposisi 90:10 memiliki nilai kalor yang tertinggi dibandingkan dengan komposisi lainnya. Briket limbah daun bintaro ini tidak dapat dijadikan briket tanpa adanya zat perekat seperti tepung tapioka. Nilai kalor dari briket limbah daun pohon bintaro ini sebesar 4164 Kcal/Kg. *Properties* lainnya seperti *volatile matter* tergolong dalam bahan bakar dengan *volatile matter* yang tinggi, yang berarti bahan bakar mudah dinyalakan atau dibakar. Kandungan *ash content* dalam bahan bakar ini tidak terlalu besar yaitu dibawah 10% yang berarti bahan bakar menghasilkan abu yang sedikit. Kandungan *fixed carbon* juga tinggi, *fixed carbon* berpengaruh kepada durasi pembakaran, sehingga bahan bakar briket limbah daun pohon bintaro memiliki durasi pembakaran yang cukup lama.

Dari segi biaya, briket dengan komposisi 90:10 merupakan komposisi yang paling ekonomis. Hal ini dikarenakan briket menggunakan perekat yang sedikit sehingga menekan harga perekat dan lebih banyak menggunakan komposisi limbah daun bintaro yang didapatkan secara gratis.

Briket limbah daun bintaro memiliki sifat fisik dan pembakaran yang berbeda – beda. Briket dengan ukuran partikel yang besar memiliki bentuk fisik yang kasar, akan tetapi briket dengan ukuran partikel yang besar lebih mudah terbakar dan durasi pembakarannya singkat. Briket dengan ukuran partikel yang semakin kecil memiliki bentuk fisik yang halus dan memiliki durasi pembakaran yang lama. Durasi penyalaan briket dengan ukuran partikel yang semakin kecil akan semakin lama.

Kekuatan press briket berpengaruh kepada proses penyalaan briket dan durasi pembakaran briket. Semakin tinggi kekuatan press briket maka waktu yang dibutuhkan briket untuk proses penyalaan akan semakin lama. Begitu pula pada durasi pembakaran briket, semakin tinggi kekuatan press briket maka durasi pembakaran akan semakin lama. Dari segi fisiknya, briket dengan kekuatan press yang semakin tinggi membuat briket semakin padat sehingga memiliki bentuk fisik yang lebih halus. Demikian pula sebaliknya, briket dengan kekuatan press yang rendah proses penyalaan briketnya akan lebih cepat namun dengan kekuatan press yang rendah membuat bentuk briket menjadi kurang padat.

## Daftar Pustaka

- [1]. Dhany, R. R. (2015, January 20), Jokowi Ingin Bangun Pembangkit Listrik 35.000MW, Menteri ESDM Gerak Cepat, Trans Corps, Retrieved October 2, 2015. from <http://finance.detik.com/>
- [2]. Jumana, E. (2014, September 15), Cadangan Minyak di Indonesia Hanya Cukup untuk 23 Tahun Lagi, *Kompas Cyber Media*, Retrieved October 2, 2015. From <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2014/09/15/095100426/Cadangan.Minyak.di.Indonesia.Hanya.Cukup.untuk.23.Tahun.Lagi>
- [3]. Fitriyatno, Suparti, Anif, S. (2012), Uji Pupuk Organik Cair dari Limbah Pasar terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L*) dengan Media Hidroponik, Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS, Vol 9 no 1, 635-641.
- [4]. Purwaningsih, M.R. (2012), Analisis Biaya Manfaat Sosial Keberadaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Gedebage bagi Masyarakat Sekitar, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* VOL.23 No3, 225-240.
- [5]. Fachry, A.R., Sari, T.S., Dipura, A.Y. & Najamudin, J. (2010), Teknik Pembuatan Briket Campuran Eceng Gondok dan Batubara Sebagai Bahan Alternatif bagi Masyarakat Pedesaan, *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke 16* ISBN:978-979-95620-6-7, 52-58.
- [6]. Anggono. W., Wardana. I.N.G., Lawes. M., Hughes. K.J., Wahyudi. S., Hamidi. N. (2012). Laminar burning characteristics of biogas-air mixtures in spark ignited premix combustion. *Journal of Applied Sciences Research*. 8, 4126-4132.
- [7]. Anggono.W., Wardana. I.N.G., Lawes. M., Hughes. K.J., Wahyudi. S., Hamidi. N., and Hayakawa. A. (2013). Laminar burning velocity and flammability characteristics of biogas-air mixtures in spark ignited premix combustion. *Journal of Physics Conference Series*. 423, 1-7.
- [8]. Raju, Ch.A.I., Jyothi, K.R., Satya, M. & Praveena U. (2014), Studies on Development of Fuel Briquettes for Household and Industrial Purpose, *International Journal of Research in Engineering and Technology Vol 3*, ISSN :2319-1163, 54-63.
- [9]. Sellin, N., Bianca. G, Marangoni, C., Souza, O., Pedro, N., Novais, T. M. (2013), Use of Banana Culture Waste to Produce Briquettes, *Chemical Engineering Transactions Vol-32*. ISSN 1974-9791, 349-354.