

PENGARUH VARIASITEKANAN PENGEPRESAN TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET ARANG DAUN JATI (*TECTONA GRANDIS* L.F)

Sarjono ^{a,*}, Agus Hendriyanto ^b,

^a Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu, E-Mail: sarjono508@yahoo.co.id

^b Mahasiswa S-1 Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu, E-mail: Agushendriyanto.19@gmail.com

Abstract

The potential of biomass teak leaves as an alternative source of energy is so abundant, but not yet fully realized. Teak leaf is one type of biomass that can be used as an alternative fuel. The objective of this research is to determine the influence of pressure variation on the combustion characteristics of teak biobriket charcoal. Testing carried out with a variation of pressing pressure of 350 psi, 600 psi, 850 psi, 1100 psi and 1350 psi.

The test results of the influence of pressure variations on the presses against the combustion characteristics of teak charcoal briquettes show that biobriket with lower dipbriglutinous pressure has the highest combustion rate of 0.0928 grams/second. The combustion temperature rate reaches 486.4 °C and the lowest temperature is 384.3 °C. Mass reduction will be quicker if the temperature of the air flowing into the fuel chamber is higher. The decrease in mass will be faster if airflow speed is raised. Low glutinous pressure causes the fuel to be shorter in its burning time.

Keywords: Leaf Teak, Briquette, Pressure Pressing, Combustion Characteristics.

1. Pendahuluan

Secara umum produksi minyak bumi terus mengalami penurunan. Penurunan produksi tersebut disebabkan tidak ditemukannya lagi cadangan minyak bumi yang potensial, sehingga sebagian besar produksi pada saat ini hanya berasal dari sumur-sumur tua yang telah mengalami penurunan produksi (BPPT, 2009:4-1).

Subroto (2006), meneliti karakteristik pembakaran briket campuran batubara, ampas tebu dan jerami dengan bahan perekat tepung pati. Komposisi yang di uji adalah biobriket dengan perbandingan prosentase batubara: biomassa (ampas tebu dan jerami) 10%:90%; 33,3%:66,6%; 50%:50%, briket dibuat dengan metode cetak tekan pada tekanan 100 kg/cm². Pengujian pembakaran dilakukan untuk mengetahui besarnya laju pengurangan massa dengan laju kecepatan udara konstan (0,3 m/s), kemudian dilanjutkan dengan pengujian emisi polutan. Berdasarkan percobaan dan parameter yang telah di uji, penambahan biomassa menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Penambahan biomassa juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan pada saat pembakaran. Komposisi biobriket terbaik yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari adalah komposisi batubara dan biomassa 10%:90%, karena suhu yang dicapai lebih optimal maka lebih cepat terbakar, dan lebih ramah lingkungan.

Sulistiyanto (2006), telah menguji karakteristik pembakaran biobriket campuran batubara dengan sabut kelapa dengan perbandingan batubara dan biomassa: 10%:90%; 20%:80%; 30%:70% dengan kecepatan udara konstan. Briket dibuat dengan metode *Piston Press* pada tekanan kompaksi sebesar 100 kg/cm² dan bahan perekatnya adalah pati. Berdasarkan percobaan dan parameter yang telah di uji, penambahan biomassa menyebabkan naiknya

volatile matter sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Penambahan biomassa juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan pada saat pembakaran. Komposisi biobriket terbaik yang dapat digunakan adalah komposisi batubara dan biomassa: 10%:90%, karena lebih cepat terbakar dan lebih ramah lingkungan.

Wahyudi (2007), telah melakukan penelitian tentang karakteristik pembakaran biobriket campuran batubara dan limbah pertanian (ampas tebu, serbuk kayu dan sekam padi), tujuannya untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran bahan bakar, laju aliran udara, temperatur udara *preheat* dan tekanan pembriketan terhadap laju pembakarannya. Pengujian pengaruh kecepatan aliran udara terhadap laju pembakaran dilakukan dengan variasi kecepatan v:0 m/s; v:0,3 m/s; v:0,6 m/s; v:0,9 m/s; dan v:1,2 m/s. Variasi temperatur terhadap laju pembakaran adalah: 24 - 32 °C; 51 - 104 °C; dan 81 - 136 °C. Variasi tekanan yang digunakan adalah: 2038,2 kg/m²; 7133,76 kg/m²; dan 20382,16 kg/m². Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa briket yang mengandung campuran biomassa lebih banyak akan lebih mudah menyala dan waktu pembakaran lebih cepat. Pada penelitian pengaruh laju aliran udara, semakin besar laju aliran udara, pengurangan massa akan semakin cepat. Jika temperatur udara yang dialirkan ke ruang bakar semakin tinggi akan menyebabkan pengurangan massa semakin cepat. Tekanan pembriketan yang rendah menyebabkan bahan bakar tersebut *burning time* lebih pendek.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, maka dilakukan penelitian tentang Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Karakteristik Briket Arang Daun Jati dengan variasi tekanan cetakan 350 psi; 600 psi; 850 psi; 1100 psi; dan 1350 psi.

2. Kerangka Teori

2.1. Daun Jati Sebagai Energi Alternatif

Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Di samping itu sumber energi biomassa mempunyai keuntungan pemanfaatan (Syafii, 2003) antara lain: (1) Sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang *renewable resources*; (2) Sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara sebagaimana yang terjadi pada bahan bakar fosil; (3) Pemanfaatan energi biomassa meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian.

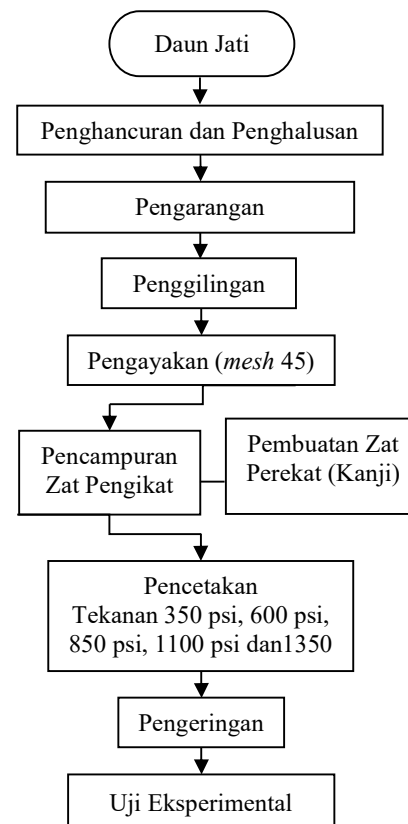
2.2. Teknologi Pembriketan

Briket arang merupakan bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu. Tujuan dari pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas biomassa sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan.

Secara umum tahap-tahap proses pembriketan adalah :

1. Penggerusan bahan baku briket untuk mendapatkan ukuran butir tertentu dengan mesh 45.
2. Pencampuran bahan baku briket dengan binder pada komposisi tertentu untuk mendapatkan adonan yang homogen.
3. Pencetakan adonan briket untuk mendapatkan bentuk tertentu sesuai dengan cetakan yang tersedia.
4. Pengeringan briket menggunakan udara panas pada temperatur tertentu untuk menurunkan kandungan air briket.
5. Pengemasan produk briket sesuai dengan spesifikasi kualitas dan kuantitas yang telah ditentukan.

Berikut adalah tahap-tahap dalam proses pembuatan briket arang limbah daun jati:



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Briket

2.3. Zat Pengikat

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket maka diperlukan zat pengikat sehingga dihasilkan briket yang kompak.

Pemilihan bahan pengikat dapat dibagi sebagai berikut:

1. Berdasarkan sifat/bahan baku perekatan briket.
Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut:
 - a. Memiliki gaya *kohesi* yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batu bara.
 - b. Mudah terbakar dan tidak berasap.
 - c. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.
 - d. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.
2. Berdasarkan jenis.
Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket adalah:
 - a. Pengikat anorganik.
Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat

anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung, natrium silikat.

b. Pengikat organik.

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik adalah kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin.

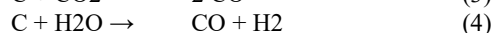
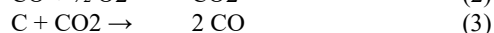
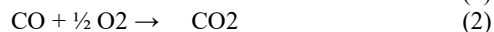
Tapioka adalah pati dengan bahan baku singkong dan merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri makanan, farmasi, dan tekstil. Tapioka sering digunakan untuk membuat makanan dan bahan perekat.

Perekat tepung tapioka dalam bentuk cair sebagai bahan perekat menghasilkan *fiberboard* bernilai rendah dalam hal kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu, dan zat mudah menguap, tapi akan lebih tinggi dalam hal kadar air, karbon terikat dan nilai kalornya apabila dibandingkan dengan yang menggunakan perekat molase.

Partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan biobriket batang jagung membutuhkan zat pengikat sehingga dihasilkan biobriket yang kompak. Penggunaan tepung tapioka sebagai bahan perekat pada penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan briket yang berkualitas. Penggunaan tapioka akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama.

2.4. Pembakaran Bahan Bakar Padat

Proses pembakaran padatan terdiri atas beberapa tahap seperti pemanasan, pengeringan, devolatilisasi dan pembakaran arang. Selama proses devolatilisasi, kandungan volatil akan ke luar dalam bentuk gas seperti: CO, CO₂, CH₄ dan H₂. Menurut Pengmei, dkk. (2004), komposisi gas selama devolatilisasi tergantung pada jenis bahan yang dibakar. Proses devolatilisasi diikuti dengan oksidasi bahan bakar padat yang lajunya tergantung pada konsentrasi oksigen, suhu gas, ukuran dan porositas arang (Syamsiro dan Saptoadi, 2004). Kenaikan konsentrasi oksigen dalam gas menimbulkan laju pembakaran lebih tinggi. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dapat menaikkan laju reaksi dan menyebabkan waktu pembakaran menjadi lebih singkat. Demikian pula dengan kecepatan gas yang tinggi pada permukaan dapat menaikkan laju pembakaran bahan bakar padat, terutama disebabkan oleh laju perpindahan massa oksigen ke permukaan partikel yang lebih tinggi. Arang karbon yang bereaksi dengan oksigen pada permukaan partikel membentuk karbon monoksida dan karbon dioksida, yang reaksinya adalah sebagai berikut:



Tahapan dalam pembakaran bahan bakar padat (Himawanto D. A., 2005), antara lain:

1. Pengeringan (*drying*)

Dalam proses ini bahan bakar mengalami proses kenaikan temperatur yang akan mengakibatkan menguapnya kadar air yang berada pada permukaan bahan bakar tersebut, sedangkan untuk kadar air yang berada di dalam akan menguap melalui pori-pori bahan bakar padat tersebut.

2. Devolatilisasi (*devolatilization*)

Devolatilisasi yaitu proses bahan bakar mulai mengalami dekomposisi setelah terjadi pengeringan.

3. Pembakaran arang (*char combustion*)

Sisa dari pirolisis adalah arang (*fixed carbon*) dan sedikit abu, kemudian partikel bahan bakar mengalami tahapan oksidasi arang yang memerlukan 70% - 80% dari total waktu pembakaran.

Dari hasil penelitian Syamsiro dan Saptoadi (2007) tentang biobriket diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik pembakaran biobriket, antara lain:

1. Laju pembakaran biobriket semakin tinggi dengan semakin tingginya kandungan senyawa yang mudah menguap (*volatile matter*). Laju pembakaran dapat didekati dengan (Levenspiel, 1972),

$$-(r_A) = -\frac{dm_A}{2dt} = k_m A^n \quad (5)$$

dengan k adalah konstanta laju pembakaran, n pangkat reaksi dan m_A berat briket.

2. Biobriket dengan nilai kalor yang tinggi dapat mencapai suhu pembakaran yang tinggi dan pencapaian suhu optimumnya cukup lama.
3. Semakin besar kerapatan (*density*) biobriket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi. Namun, semakin besar kerapatan biobriket menyebabkan semakin tinggi pula nilai kalornya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat (Sulistiyanto A, 2006) adalah:

1. Ukuran partikel

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pembakaran bahan bakar padat adalah ukuran partikel bahan bakar padat yang kecil. Dengan Partikel yang lebih kecil ukurannya, maka bahan bakar padat akan lebih cepat terbakar.

2. Kecepatan aliran udara

Laju pembakaran biobriket akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur.

3. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan *volatile matter*, dan kandungan *moisture* (kadar air). Semakin banyak kandungan *volatile matter* pada bahan bakar padat, maka akan semakin mudah bahan bakar padat tersebut untuk terbakar dan menyala.

4. Temperatur udara pembakaran

Kenaikan temperatur udara pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran.

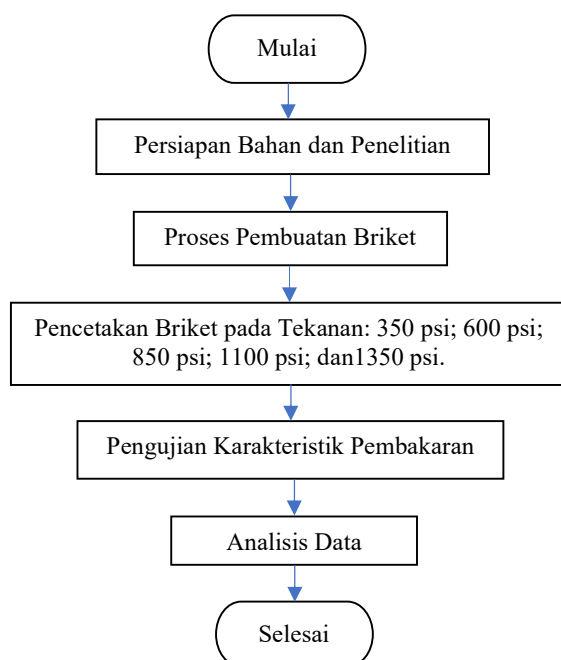
2.5. Karbonisasi

Karbonisasi biomassa atau yang lebih dikenal dengan pengarangan adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa dan hasil pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam. Proses karbonisasi merupakan bagian dari proses pirolisis, yaitu pembakaran biomassa pada kondisi tanpa oksigen. Tujuannya adalah melepaskan zat terbang (*volatile matter*) yang terkandung pada biomassa. Secara umum kandungan zat terbang dalam biomassa cukup tinggi. Produk padat dari proses ini berupa arang (*char*) yang kemudian disebut karbonisasi. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang. Sedikit banyaknya arang yang dihasilkan bergantung pada komposisi awal biomassa. Semakin banyak kandungan *volatile matter* maka semakin sedikit arang yang dihasilkan karena banyak bagian yang terlepas ke udara (M. Yusuf Thoha dan Diana Ekawati Fajrin, 2010).

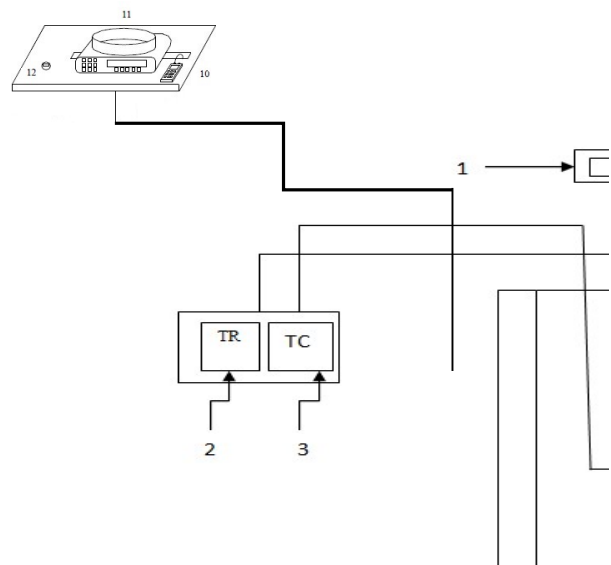
Lamanya pengarangan ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik. Ukuran parsial bahan, kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, jumlah oksigen yang masuk dan asap yang keluar dari pembakaran. Pada bagian bawah terlihat bahwa abu yang merupakan hasil akhir proses pembakaran tidak memiliki energi lagi. Sementara itu, arang masih memiliki jumlah energi karena belum menjadi abu. Arang inilah yang akan menjadi briket (Asri Saleh, 2013).

3. Metodologi

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Skema Alat Uji Karakteristik Pembakaran

Keterangan gambar:

1. Timbangan Hoist
2. Thermocouple Reader
3. Thermocouple Controller
4. Thermocouple Sensor
5. Sampel Bahan Bakar (Briket)
6. Furnace wall heater
7. Rotameter
8. Katup Pengatur Aliran Udara (Valve)
9. Blower
10. Digital Thermocouple Reader
11. Electronic Top Pan Balance
12. Stop Watch

3.2. Langkah-langkah Penelitian

3.2.1. Proses Karbonisasi

Adapun langkah-langkah dalam proses karbonisasi adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan material atau bahan yang diambil dari alam, yaitu berupa limbah daun jati kering.
2. Lakukan pengarangan daun jati kering menggunakan drum. Pada saat proses pengarangan dimulai, drum tersebut di letakkan di atas pasir agar udara tidak bisa masuk.
3. Saring serbuk arang daun jati kering dengan ayakan 45 mesh.
4. Serbuk arang daun jati kering siap dicampur dengan tepung kanji.

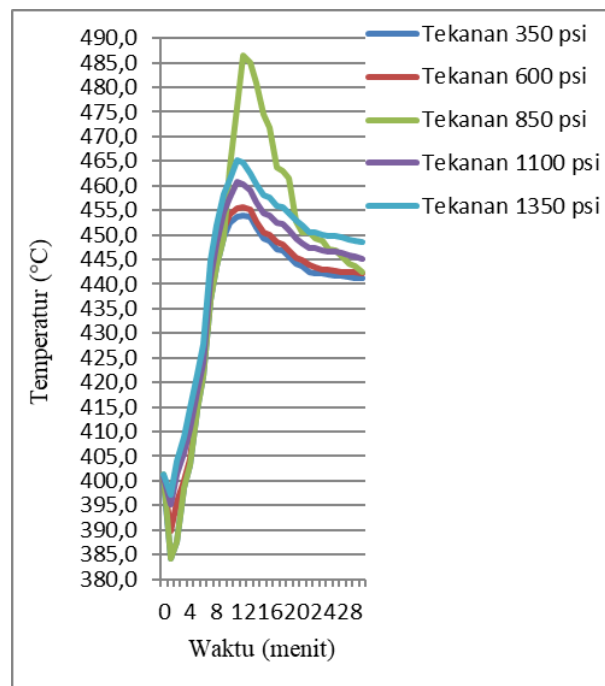
3.2.2. Proses pengujian

Adapun langkah-langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan untuk pengujian.
2. Menempatkan briket yang akan diuji pada tempat yang terhubung dengan timbangan digital.
3. Mengukur massa briket sebelum pembakaran berlangsung.
4. Menghidupkan termokopel dan sensor yang terletak pada briket dan tungku pemanas.
5. Hidupkan tungku pembakaran dan biarkan beberapa waktu untuk mencapai temperatur yang diinginkan (400 °C).
6. Hidupkan blower kemudian atur kecepatan aliran udara konstan 0,3 m/s dengan mengubah katup (*valve*) pengatur aliran udara.
7. Kecepatan udara dapat diketahui dengan rotameter yang terpasang.
8. Catat temperatur awal yang ditunjukkan oleh alat *digital thermocouple reader*.
9. Catat temperatur spesimen dan temperatur udara ruang bakar setiap satu menit sampai batas waktu 30 menit.
10. Catat pengurangan massa menggunakan alat *electronic top pan balance* yang dilakukan dalam interval waktu 1 menit dengan bantuan *stop watch* sampai briket terbakar habis.

4. Hasil dan Pembahasan

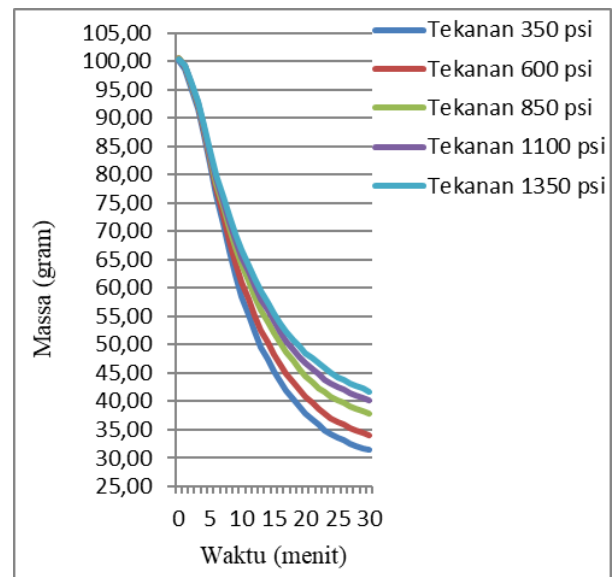
4.1. Pengujian Temperatur Pembakaran



Gambar 4. Grafik Hubungan Temperatur Terhadap Waktu Pembakaran

Pada gambar 4. grafik di atas menunjukkan perbandingan temperatur pembakaran dari lima variasi tekanan cetakan. Pada grafik tersebut variasi tekanan cetakan memberikan kenaikan temperature, dalam hal ini temperatur tertinggi adalah pada variasi tekanan cetakan 850 psi sebesar 486,4°C. Kenaikan temperatur udara pembakaran ini akan menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran sehingga akan mempercepat peningkatan proses pembakaran. Setelah mencapai kurun waktu sekitar 15 menit, selanjutnya temperatur briket akan mengalami penurunan temperatur hingga akhirnya briket habis terbakar.

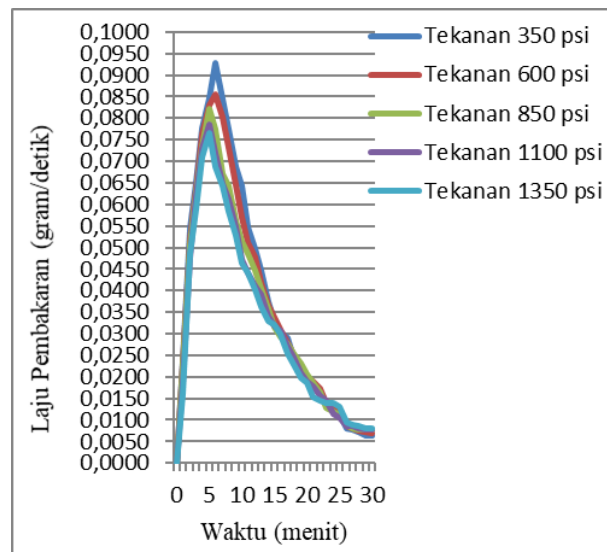
4.2. Pengujian Laju Pengurangan Massa Pembakaran



Gambar 5. Grafik Hubungan Massa Terhadap Waktu Pembakaran

Pada gambar 5. tersebut di atas menunjukkan bahwa pengurangan massa dari ke lima variasi tekanan cetakan mengalami penurunan massa seiring bertambahnya waktu. Dimana massa akhir tertinggi adalah pada variasi tekanan cetakan 1350 psi sebesar 41,72 gram dan terendah pada variasi tekanan cetakan 350 psi sebesar 31,38 gram. Dalam hal tekanan cetakan pembriketan paling rendah menunjukkan adanya penurunan massa yang paling cepat. Hal ini disebabkan karena briket yang tekanan pembriketannya rendah mempunyai pori (rongga) yang lebih besar dari pada briket yang tekanan pembriketannya tinggi, sehingga oksigen lebih mudah berdifusi dan lebih cepat terbakar.

4.3. Pengujian Laju Pembakaran Briket



Gambar 6. Grafik Hubungan Laju Pembakaran Terhadap Waktu Pembakaran

Gambar 6. adalah grafik hubungan laju pembakaran terhadap waktu pembakaran, dalam hal terlihat bahwa pada variasi tekanan 350 psi mengalami kenaikan laju pembakaran briket secara tajam yaitu bisa mencapai 0,0928 gram/detik. Hal ini disebabkan karena briket dengan tekanan pembriketan rendah mempunyai *density* yang lebih kecil, sehingga laju pembakaran semakin tinggi dan bahan bakar akan cepat terbakar. Selain itu juga dipengaruhi oleh semakin banyak kandungan *volatile matter* pada biobriket, maka semakin mudah biobriket tersebut terbakar, sehingga laju pembakaran semakin cepat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa tentang pengaruh variasi tekanan pengepresan terhadap karakteristik pembakaran briket arang daun jati, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Laju pembakaran tercepat dicapai pada tekanan cetakan 350 psi, hal ini dipengaruhi oleh tekanan pembriketan yang rendah mempunyai *density* yang lebih kecil, sehingga bahan bakar cepat terbakar dan laju pembakaran semakin meingkat.
2. Temperatur tertinggi dicapai pada tekanan cetakan 850 psi, kenaikan temperatur udara pembakaran akan menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran sehingga akan mempercepat proses pembakaran.
3. Jika temperatur udara yang dialirkan ke ruang bakar semakin tinggi maka akan menyebabkan pengurangan massa semakin cepat.
4. Tekanan pembriketan yang rendah menyebabkan bahan bakar tersebut lebih pendek *burning time* nya. Karena densitasnya rendah.

Daftar Pustaka

- Himawanto, D. A., 2005; *Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Sampah Kota*. Media Mesin. Vol. 6, No. 2. Pp: 84 - 91.
- Pengmei Lv, Chang, J., Wang, T., dan Wu, C. A., 2004; *Kinetic Study on Biomass Fast Catalytic Pryrolysis*, Jurnal Energy & Fuels 18, 1865 – 1869.
- Saleh, Asri, 2013; *Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Batang Jagung*. Jurnal Teknosains. Vol. 7, No. 1, Pp: 78 - 89.
- Subroto, 2006; *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu dan Jerami*. Media Mesin. Vol. 7, No.2, Pp: 47 - 54.
- Sulistiyanto, A., 2006; *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Vol. 7, No. 2, Pp: 77 - 84.
- Syamsiro, M. Dan Harwin Saptoadi, 2007; *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat*, Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007), Yogyakarta.
- Thoha, M. Yusuf dan Fajrin, Diana Ekawati, 2010; *Pembuatan Briket Arang dari Daun Jati Dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 17, No. 1.
- Wahyudi, 2007; *Karakteristik Pembakaran Biobriket dari Campuran Batubara dan Limbah Padat Pertanian*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 10, No. 2, Pp: 178 – 191.