

KARAKTERISTIK PEMBAKARAN WOOD PELLET CAMPURAN SENGON-BAMBU APUS MENGGUNAKAN METODE SINGLE WOOD PELLET

Hasan Al Asykari¹), Ena Marlina², Margianto³

¹)Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jalan Sudimoro Gang. 01, No. 03, Malang, Jawa Timur 65154
Email: hasanskuy1@gmail.com

²Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jalan Mayjen Haryono No.193, Malang, Jawa Timur 65144
Email: enamarlina@unisma.ac.id

³Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jalan Mayjen Haryono No.193, Malang, Jawa Timur 65144
Email: margianto@unisma.ac.id

ABSTRACT

Nowadays, the depleting biomass is often used as the main fuel source of energy in everyday life. One of the biomass that is correlated with this research is coal, coal is a fossil fuel used for combustion. The alternative fuel that will be used in this study is wood pellets. Wood pellets are the latest innovation to reduce coal use, using 2 compositions, namely apus bamboo powder and sengon wood powder. The purpose of this study was to determine the burning characteristics of sengon-bamboo apus wood pellets using the single wood pellet method. The research method used is experimental. Variations on wood pellets using sengon wood to which apus bamboo will be added by 0%, 10%, 20%, 30%. The length of the wood pellet is 2 cm with a diameter of 0.8 cm. Ignition of wood pellets uses a match as fuel for ignition in a connector connected to LPG. There is a thermocouple that is placed at a distance of 0.5 cm above the wood pellet which has been tied to a support.

The results showed that the burning temperature of wood pellets would be higher if the ash content in the wood pellet composition was low, this was because the low ash content affected the higher combustible matter content resulting in a high calorific value. The high calorific value also causes the burning time to be higher, this is due to the low combustion rate. The low burning rate is affected by the volatile matter content, the higher the volatile matter, the lower the bound carbon content, because the high carbon content affects the heating value. The high calorific value improves the quality of the wood pellets.

Keywords: *Sengon wood, combustion characteristics, percentage of apus bamboo, single wood pellets*

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil sebagian besar memenuhi sumber energi. Aktivitas masyarakat tidak lepas dari penggunaan bahan bakar fosil. Ketersediaan bahan bakarsaat ini sedang mengalami penurunan khususnya a bahan bakar fosil. Cadangan batubara hanya dapat diproduksi atau akan habis dalam kurun waktu 82,01 tahun. Ladang ladang baru sebagai sumber energi fosil menghasilkan perhitungan yang mengasumsikan bahwa tidak ditemukan lagi bahan bakar fosil. Untuk itu perlu sumber bahan bakar yang dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil, salah satunya adalah *wood pellet*[1].

Salah satu bahan bakar alternatif yang dikembangkan adalah *wood pellet*. *Wood pellet* umumnya digunakan sebagai bahan bakar kebutuhan rumah tangga, pertanian, dan industri besar, bahkan

juga bisa untuk industri pembangkit tenaga. *Wood pellet* dapat menjadi bahan bakar alternatif karena dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil yang harganya semakin tinggi, selain ekonomis *wood pellet* memiliki nilai kalor yang tinggi yang menjadikan *wood pellet* sebagai bahan bakar alternatif andalan [2].

Wood pellet adalah partikel kayu yang dipadatkan pengempaan biomassa yang memiliki tekanan lebih besar daripada briket. Bahan baku *wood pellet* dapat ditemukan pada limbah eksploitasi seperti sisa penebangan, cabang atau ranting, limbah industri perKayuan seperti sisa potongan, chip, serbuk gergaji dan kulit kayu. Limbah dari kayu sengon (*Falcataria mollicana*) memiliki potensi besar yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan

baku *wood pellet*. Limbah hasil pengrajin kayu yang berupa serbuk gergaji menghasilkan limbah sebesar 10.6% [3].

Biomassa yang bersumber dari sampah dan tanaman akan dikembangkan dan dioptimalkan untuk sumber energi. Biomassa dapat bersumber dari kelapa sawit, tebu, karet, kelapa, sekam padi, jagung, singkong, kayu, bambu, dan sampah kota [4]. Salah satu biomassa yang akan divariasikan pada penelitian ini adalah kayu sengon dan bambu apus

Limbah bambu masih belum mendapat perhatian lebih, limbah yang dihasilkan oleh berbagai kerajinan rendemen produksi bambu sekitar 40% dan 60% digunakan hingga menjadi produk. Pemanfaatan limbah bambu saat ini masih tergolong sangat sedikit. Limbah bambu pada umumnya akan dibuang begitu saja oleh para pengrajin mebel. Serbuk bambu yang sering dipandang sebagai limbah ternyata menyimpan potensi besar sebagai biomassa. Serbuk bambu dapat digunakan sebagai bahan baku industri dan bahan bakar [5]

Limbah yang akan dimanfaatkan pada penelitian ini adalah limbah kayu sengon dan bambu apus berupa serbuk. Serbuk dari kedua komposisi tersebut akan dicampur pada tiap presentase dan diolah menggunakan mesin dengan kecepatan rpm menggunakan tekanan yang panas, sehingga akan menjadi *wood pellet* berbentuk silinder dan padat. Panjang spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 2 cm dan ketebalan 0.8mm.

Penelitian ini menggunakan metode *single wood pellet* dalam artian menguji *wood pellet* secara satu per satu pada keempat variasi. Seiring bertambahnya presentase bambu apus pada *wood pellet* diharapkan kualitas *wood pellet* akan bagus, dikarenakan bambu apus mempunyai kadar air yang lebih rendah daripada kayu sengon, karena jika kadar air rendah maka nilai kalor akan meningkat. Nilai kalor yang tinggi menyebabkan kualitas *wood pellet* semakin bagus. [6]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode berbasis percobaan (*experimental research*) dilakukan dalam penelitian ini dengan membuat perancangan sistem peralatan untuk melakukan pengujian yang melakukan pengamatan pada objek yang diteliti, penelitian ini menggunakan metode *single wood pellet*.

Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu dan tempat dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2022 di laboratorium Universitas Islam Malang.

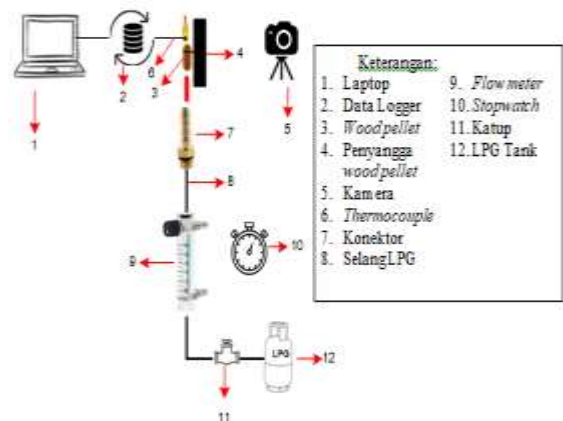
Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas adalah Bahan baku serbuk kayu sengon dan serbuk bambu apus dengan

penambahan presentase 0%, 10%, 20%, 30% serbuk bambu apus.

2. Variabel Terikat adalah waktu pembakaran, laju pembakaran, temperatur pembakaran, visualisasi nyala api, tinggi api serta lebar api.
3. Variabel Terkontrol adalah temperatur lingkungan pembakaran antara 28°C-30°C, panjang spesimen 2cm.

Rangkaian instalasi penelitian yang digunakan ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Instalasi Penelitian

PROSES PEMBAKARAN WOOD PELLET

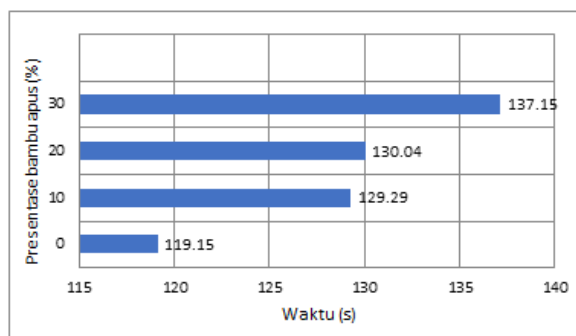
Proses awal yaitu penyetelan posisi kamera berjarak 50cm pada penyangga *wood pellet*. Meletakkan *wood pellet* pada kawat penyangga yang diletakkan 1,5cm di atas burner. Memposisikan *thermocouple* pada jarak 0,5cm diatas *wood pellet*.

Membuka katup LPG sebagai bahan bakar, lalu menyalakan korek api untuk penyalaan awal burner. Mengklik start pada data logger yang terhubung pada laptop dan stopwatch serta record pada kamera secara bersamaan. Menutup katup LPG ketika api burner pada *wood pellet* mencapai ketinggian 1cm dari bawah *wood pellet*. Menghentikan pembacaan data pada aplikasi data logger saat nyala api telah menghilang, dan menghentikan kamera, stopwatch, secara bersamaan. Menyimpan data yang sudah diuji pada laptop.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan karakteristik pembakaran *wood pellet* dapat dihitung dan dihasilkan dari segi waktu pembakaran, laju pembakaran, temperatur pembakaran, visualisasi nyala api, tinggi api serta lebar api. Pengambilan data menggunakan inisial "S%" yang berarti presentase pada kandungan bahan baku kayu sengon.

1. Pembahasan waktu pembakaran dan laju pembakaran



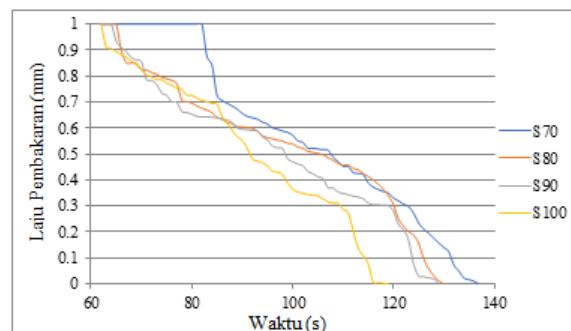
Gambar 2. Pengaruh presentase bambu apus dalam *wood pellet* terhadap waktu pembakaran

Gambar 2. Pengaruh presentase bambu apus dalam *wood pellet* terhadap waktu pembakaran, menunjukkan perbedaan durasi waktu pembakaran pada tiap variasi. Dalam penambahan bambu apus pada tiap variasi dengan presentase 0% berdurasi 119.15 detik waktu pembakaran, presentase 10% berdurasi 129.29 detik waktu pembakaran, presentase 20% berdurasi 130.04 detik waktu pembakaran, presentase 30% berdurasi 137.15 detik waktu pembakaran.

Waktu	h_0	h	h/h_0
0	20	20	1
10	20	20	1
20	20	20	1
30	20	20	1
40	20	20	1
50	20	20	1
60	20	20	1
63	20	18.22	0.911
70	20	16.47	0.8235
80	20	14.49	0.7245
90	20	11.03	0.5515
100	20	7.29	0.3645
110	20	5.74	0.287
119.15	20	0	0

Tabel 1. Tabel laju pembakaran variasi S100

Tabel 1. Tabel laju pembakaran variasi S100 menunjukkan laju pembakaran paling cepat diantara 4 variasi, yaitu pelet terbakar ditandai pada detik 63 dengan panjang pelet 18.22 mm.

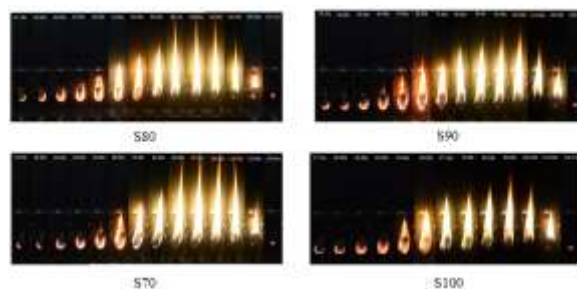


Gambar 3. Pengaruh presentase bambu apus dalam *wood pellet* terhadap laju pembakaran

Laju pembakaran dan waktu pembakaran mempunyai korelasi, hal ini dikarenakan jika laju pembakaran tinggi maka waktu pembakaran akan semakin rendah. Pada gambar 2 presentase 30% bambu apus terjadi peningkatan waktu pembakaran tetapi pada gambar 3 presentase 30% bambu apus terjadi penurunan laju pembakaran, hal ini dikarenakan komposisi bambu apus yang semakin bertambah pada tiap presentase menyebabkan kadar dari *volatile matter* lebih rendah. *Volatile matter* yang rendah menyebabkan laju pembakaran yang rendah dan waktu pembakaran akan semakin meningkat.[7]

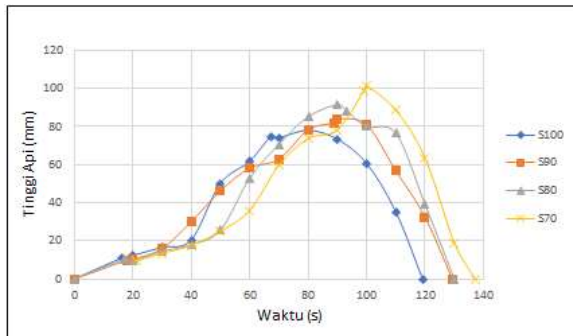
Tabel 1 tabel laju pembakaran variasi S100 mendapati laju pembakaran yang paling cepat diantara empat variasi. Data tersebut diambil dengan menggunakan bantuan *software ImageJ*, selesai mengambil data laju pembakaran akan dihitung perdetik dengan mengikuti waktu awal laju pembakaran dimulai. Laju pembakaran pada presentase S100 dimulai dari detik 63, lalu laju pembakaran dihitung menggunakan perhitungan pelet terbakar dibagi dengan panjang awal pelet. Data pada tabel ditandai dengan interval per sepuluh detik.

2. Pembahasan visualisasi nyala api



Gambar 4. Visualisasi nyala api pada semua variasi

Gambar 4. Visualisasi nyala api pada semua variasi menunjukkan perbedaan tinggi api dan lebar api pada tiap variasi, terlihat api mula mula menyala kecil hingga mencapai tinggi api puncak sampai *wood pellet* menjadi arang kemerahan.



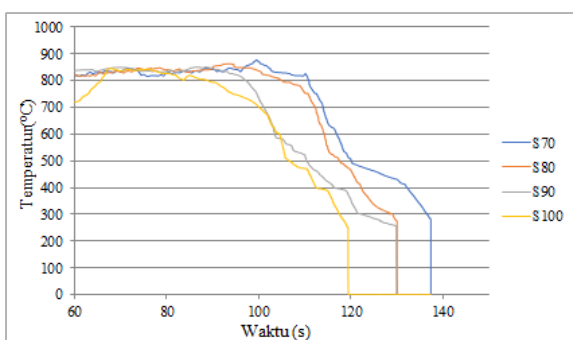
Gambar 5. Perbandingan tinggi api terhadap komposisi *wood pellet*

Gambar 4, visualisasi nyala api merupakan evolusi api selama proses pembakaran *wood pellet* berlangsung. Data evolusi api diambil melalui video dengan bantuan *software free studio 2019* yang diamati tiap frame, lalu dilanjutkan pengukuran tinggi api yang diambil secara vertikal dibantu dengan *software ImageJ* untuk mengetahui tinggi dan lebar api berdasarkan tinggi referensi. Tinggi api dapat diukur pada api yang berwarna kuning keputihan. Data visualisasi nyala api dapat mewakili temperatur pembakaran, tinggi dan lebar api.

Awal proses pembakaran bahan bakar padat terjadi penguapan kadar air pada *wood pellet*, hal ini menyebabkan api belum dapat menyala pada *wood pellet*. Setelah itu *wood pellet* akan dibakar dengan bantuan *burner* yang menyebabkan penguapan pada *wood pellet*. Pada waktu terjadinya penguapan maka *wood pellet* dapat menyala tanpa bantuan *burner*. Seiring bertambahnya waktu tinggi api akan semakin naik dan mencapai tinggi puncak, lalu akan turun sampai padam. Setelah api padam terjadi pembakaran arang yang ditandai dengan *wood pellet* yang sudah menjadi arang kemerahan.[8]

Pada gambar 4 tinggi api maksimum terdapat pada variasi S70 yang dicapai pada detik ke 100 dengan tinggi api 101.43 mm. Pada gambar 5 juga terlihat bahwa pada variasi S70 mendapatkan api yang tertinggi, hal ini disebabkan oleh nilai kalor dari bambu apus yang lebih tinggi. Nilai kalor yang tinggi dapat menyebabkan nyala api yang tinggi[9]

3. Pembahasan temperatur pembakaran



Gambar 6. Perbandingan temperatur nyala api terhadap komposisi *wood pellet* pada ketinggian sensor 0.5cm

Gambar 6 terdapat perbandingan temperatur nyala api terhadap komposisi *wood pellet*. *Thermocouple* berjarak 0.5 cm diatas *wood pellet* mendapatkan bagian tengah api. Warna api yang berbeda pada pembakaran pelet kayu ini dapat dipengaruhi oleh dua hal yaitu berasal dari komposisi bahan bakar dan campuran udara pada proses pembakaran. Api yang berwarna kemerahan menghasilkan temperatur yang rendah, hal ini dikarenakan api yang berwarna merah memiliki jelaga api lebih banyak. Api yang berwarna kuning keputihan menghasilkan temperatur yang tinggi, hal ini dikarenakan api yang berwarna kuning memiliki jelaga yang lebih sedikit. Semakin banyak jelaga, maka temperatur yang dihasilkan rendah. [10]

Grafik 4.4 dimana grafik akan dimulai dari detik ke 60, grafik akan naik perlahan hingga sampai titik suhu maksimal dan akan turun kembali sampai api padam. Pada variasi S70 terlihat bahwa temperatur maksimal menghasilkan temperatur tertinggi, hal ini dikarenakan kadar abu pada bambu apus lebih rendah daripada kayu sengon. Kadar abu yang rendah mempengaruhi kandungan *combustible matter* semakin tinggi sehingga nilai pada kalor akan semakin tinggi. Nilai kalor yang tinggi mengakibatkan temperatur api yang tinggi.[11]. Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan laju pembakaran yang lambat. Pengaruh persentase bambu apus dalam *wood pellet* terhadap laju pembakaran, semakin bertambah persentase bambu apus maka laju pembakaran akan semakin lambat.

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan pembahasan karakteristik pembakaran *wood pellet* sengon-bambu apus menggunakan metode *single wood pellet*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Temperatur pembakaran *wood pellet* tertinggi didapati pada variasi S70 hal ini dikarenakan kadar abu rendah, Kadar abu yang rendah mempengaruhi temperatur pembakaran, kadar abu yang rendah juga mempengaruhi kandungan *combustible matter* semakin tinggi sehingga menghasilkan nilai kalor yang tinggi.
2. Visualisasi nyala api dari seluruh pengujian mula mula api terlihat rendah dan api akan meningkat seiring berjalannya waktu sampai api padam, setelah api padam maka *wood pellet* akan menjadi arang kemerahan.
3. Laju pembakaran terlambat didapati pada variasi S70, hal ini dikarenakan kadar *volatile matter* dari bambu apus semakin rendah. *Wood pellet* akan semakin bagus jika laju pembakaran akan semakin lambat

4. Waktu pembakaran terlama didapati pada variasi S70, hal ini dikarenakan laju pembakaran yang rendah. Laju pembakaran yang rendah diakibatkan oleh kadar *volatile matter* rendah dan kadar karbon terikat yang tinggi, karena kadar karbon yang tinggi mempengaruhi nilai kalor, semakin tinggi nilai kalor maka kualitas *wood pellet* akan semakin bagus.
5. *Wood pellet* variasi S70 mendapati kualitas karakteristik pembakaran yang terbaik, hal ini dikarenakan memiliki temperatur tertinggi, laju pembakaran yang lambat, dan waktu pembakaran dengan durasi paling lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. S. Priyarsono, M. Tambunan, and M. Firdaus, "Perkembangan konsumsi dan penyediaan energi dalam perekonomian Indonesia," *IJAE (Jurnal Ilmu Ekon. Pertan. Indones.*, vol. 1, no. 02, 2012.
- [2] B. Rismayadi, "Penyuluhan Kesadaran Masyarakat Seputar Kampus Universitas Buana Perjuangan Karawang Mengenai Dampak Sampah Serta Pelatihan Pemanfaatan Sampah Plastik Untuk Kegiatan Ekonomi Kreatif," *Buana Ilmu*, vol. 1, no. 2, pp. 239–263, 2017, doi: 10.36805/bi.v1i2.418.
- [3] S. Sylviani and E. Y. Suryandari, "Potensi Pengembangan Industri Pelet Kayu sebagai Bahan Bakar Terbarukan Studi Kasus di Kabupaten Wonosobo," *J. Penelit. Sos. dan Ekon. Kehutan.*, vol. 10, no. 4, pp. 235–246, 2013.
- [4] N. I. Wibowo and M. R. B. Arief, "Pemanfaatan teknologi tepat guna kompor roket dengan formulasi bahan bakar pelet kayu dan kayu sengon," *Agroscience*, vol. 10, no. 2, pp. 136–147, 2020.
- [5] R. Lestari, A. T. Yuliansyah, A. Prasetya, and H. Sulisty, "Kajian Proses Pengolahan Limbah Bambu Apus (*Gigantochloa Apus*) dengan Menggunakan Metode Hydrothermal Liquefaction," in *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, 2018, p. 4.
- [6] L. Indrayanti and G. Siska, "Lesser Known Species, Kawui (*Vernonia Arborea*); Menggali Potensi Energi Biomassa Dari Hutan Rawa Gambut," *Agrienvi J. Ilmu Pertan.*, vol. 15, no. 2, pp. 77–88, 2021.
- [7] S. Jamilatun, "Sifat-sifat penyalan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu," *J. Rekayasa Proses*, vol. 2, no. 2, pp. 37–40, 2008.
- [8] J. Ahn and H. J. Kim, "Combustion process of a Korean wood pellet at a low temperature," *Renew. Energy*, vol. 145, pp. 391–398, 2020.
- [9] A. S. Wibowo, "Kajian pengaruh komposisi dan perekat pada pembuatan briket sekam padi terhadap kalor yang dihasilkan." Department of Physics, Diponegoro University, 2009.
- [10] M. Sulhan, R. Indriyanto, and A. Syarief, "PENGARUH SUPLAI UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK BENTUK DAN TEMPERATUR NYALA API DARI UAP PREMIUM," *INFO-TEKNIK*, vol. 21, no. 1, pp. 15–24.
- [11] B. Batubara and S. Jamilatun, "Sifat-Sifat Penyalan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu, J," *Rekayasa Proses*, vol. 2, no. 2, pp. 37–40, 2012.