

Peran Limbah Serbuk Kayu Pada Peningkatan Kalor Briket

Abid Fahreza Alphanoda^{1*}, Rahmat Tri Atmojo¹

Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta Selatan, 12630, Indonesia

*Email Corresponding Author: abid_fahreza@univpancasila.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan dan eksploitasi sumber daya hutan dalam beberapa tahun terakhir telah meningkatkan limbah dan residu, salah satunya adalah serbuk kayu. Salah satu cara memanfaatkan limbah kayu adalah mengubahnya menjadi pelet atau briket (biofuel padat), akan tetapi ketika distribusi ataupun penyimpanan briket akan ada briket yang basah ataupun rusak dikarenakan terkontaminasi air, seperti terkena hujan, banjir atau karena kelembapan udara. Dalam kondisi ekstrim briket mampu menyerap air sebesar 42,28% dengan laju penyerapan 0,2606% per jamnya. Kontaminasi tersebut menyebabkan meningkatnya nilai kadar air dalam briket serta menurunkan nilai kalor yang dihasilkan, untuk menurunkan kadar air yang telah meningkat bisa dengan dilakukan pemanasan. Pemanasan yang optimal untuk menurunkan kadar air adalah pada suhu 100 oC dengan waktu pemanasan 2,5 jam, karena mampu meningkatkan nilai kalor briket dari 4587,91 kal/g menjadi 4633,77 kal/g.

Kata kunci: Kadar air; Briket; Nilai kalor; Limbah; Energi

ABSTRACT

The use and exploitation of forest resources in recent years has increased waste and residue, one of which is sawdust. One way to utilize wood waste is to turn it into pellets or briquettes (solid biofuels). However, when distributing or storing briquettes, there will be briquettes that are wet or damaged due to water contamination, such as being exposed to rain, floods or due to air humidity. In extreme conditions, briquettes can absorb 42,28% of water with an absorption rate of 0,2606% per hour. This contamination causes an increase in the water content in the briquettes and reduces the calorific value produced, to reduce the increased water content, heating can be done. The optimal heating to reduce water content is at a temperature of 100 oC with a heating time of 2,5 hours, because it can increase the calorific value of the briquettes from 4587,91 cal / g to 4633,77 cal / g.

Keywords: Moisture content; Briquettes; Calorific Value; Waste; Energy

PENDAHULUAN

Pertumbuhan eksponensial populasi dunia dan banyaknya aktivitas industri telah membahayakan keberlanjutan kehidupan di daratan. Sementara bahan bakar fosil masih menjadi sumber energi utama, biomassa bisa menjadi sumber energi alternatif karena bahan organik sangat melimpah di bumi dan merupakan pilihan potensial untuk menghasilkan energi menggantikan bahan bakar fosil. Penggunaan dan eksploitasi sumber daya hutan dalam beberapa tahun terakhir telah meningkatkan limbah dan residu. Salah satu produk sampingan kayu seperti serbuk kayu dan serutan kayu, kurang dimanfaatkan tetapi membutuhkan banyak ruang fisik tanpa memberikan nilai tambah atau digunakan sebagai bahan bakar [1]. Serbuk kayu merupakan salah satu limbah industri pengolahan kayu seperti serbuk gergajian, sebetan, dan sisa kupasan. Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu penggergajian,

vinir atau kayu lapis, dan pulp atau kertas. Masalah yang ditimbulkan dari industri pengolahan itu adalah limbah penggergajian yang kenyataannya di lapangan masih ada yang ditumpuk dan sebagian lagi dibuang ke aliran sungai sehingga menimbulkan pencemaran air, atau di bakar secara langsung sehingga emisi karbon di atmosfer bertambah [2]. Serbuk kayu tersebut merupakan limbah yang dapat didaur ulang menjadi produk yang lebih bernilai dan ramah lingkungan. Salah satu cara memanfaatkan limbah kayu adalah mengubahnya menjadi pelet atau briket (*biofuel* padat) [3]. Secara umum, kualitas briket harus memenuhi standar mutu yang telah ada, selain itu juga kualitas briket sangat ditentukan oleh bentuk dan ketahanan nya sewaktu pengepakan dan pengiriman. Faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas briket, yaitu kadar air, kadar volatile matter, kadar abu, kadar karbon terikat, nilai kalor, dan laju pembakaran [4].

Kadar air ini memungkinkan pembakaran yang efisien dan efektif, dengan nilai kalor yang tinggi dan produksi asap yang minimal. Dengan demikian, menjaga kadar air dalam briket pada

tingkat yang rendah sangat penting untuk memastikan efisiensi pembakaran yang optimal dan menghasilkan energi yang maksimal. Ini juga membantu mengurangi emisi dan meningkatkan kualitas pembakaran secara keseluruhan [5].

Nilai kalor juga dianggap sebagai salah satu sifat utama yang bertanggung jawab untuk mengevaluasi efisiensi proses termal seperti pada pabrik CHP dan biorefinery. Efisiensi termal didefinisikan sebagai seberapa banyak bahan bakar yang diubah menjadi layanan energi yang diinginkan. Selain itu, ia mendefinisikan baik istilah ekonomis maupun lingkungan dari setiap proses tertentu [6].

Pengaruh dari kadar air dan nilai kalor pada kualitas briket sangatlah besar, sehingga dalam penyimpanannya briket harus ditempatkan dalam tempat yang kering. Akan tetapi ketika distribusi ataupun penyimpanan briket akan ada briket yang basah ataupun rusak dikarenakan terkontaminasi air, seperti terkena hujan, banjir atau karena kelembapan udara. Kontaminasi tersebut menyebabkan meningkatnya nilai kadar air dalam briket serta menurunkan nilai kalor yang dihasilkan, untuk menurunkan kadar air yang telah meningkat bisa dengan dilakukan pemanasan. Penulis berencana melakukan analisis waktu pemanasan briket yang telah terkontaminasi untuk menurunkan kadar air sehingga mendapatkan nilai kalor yang optimal.

METODE PENELITIAN

Sampel briket yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan briket berbentuk tabung. Briket tabung memiliki kelebihan diantaranya kepadatan energi yang lebih tinggi, pembakaran yang lebih baik dengan api yang konsisten, minim fluktuasi, dan cenderung memiliki waktu pembakaran yang lebih lama.

Sampel briket yang digunakan untuk pengujian kadar air, laju pembakaran, serta nilai kalor adalah briket yang mengalami kondisi ekstrim direndam selama 128 jam sesuai dengan fase jenuh penyerapan air briket. Kemudian sampel tersebut dipanaskan dalam oven dengan suhu 100 °C.

Analisis perubahan fisik briket dengan jumlah 30 sampel yg diamati, Analisa ini menggunakan Vision Measuring Machine Nomer Seri Z0523041CD Tipe Captura 3.2.2 Merk Hexagon perbesaran 11 kali dan resolusi 0,0001 mm. Analisa yang dilakukan adalah pengukuran diameter briket dalam kondisi ekstrim yaitu terendam untuk mengamati penambahan diameter briket dan perubahan permukaan briket. Pengambilan data dilakukan setiap 16 jam sekali agar penambahan diameter yang diukur signifikan

dan diamati selama 160 jam sesuai dengan fase akhir perendaman briket yaitu penambahan diameter tidak signifikan dan briket hancur menjadi serbuk kayu.

Pengujian kadar air dilakukan dengan sampel ditimbang dalam cawan petri yang telah diketahui berat tetapnya. Kemudian dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu (102 °C – 105 °C) selama 2 jam hingga beratnya konstan. Setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam dan timbang sesuai dengan ASTM D 5142-02. Kadar air briket dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana A adalah berat awan bahan dan B setelah bahan dikeringkan.

Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan cara membakar briket dengan tujuan untuk bisa mengetahui lama nyala dari suatu bahan bakar (briket), kemudian menimbang massa briket yang terbakar menggunakan timbangan digital. Lama waktu penyalaan dihitung dengan menggunakan stopwatch setiap menit, untuk yang dihitung yaitu waktu, suhu, dan massa dari briket sesuai dengan ASTM D 5142-02. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah sebagai berikut:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m}{t} \quad (2)$$

Dimana m adalah massa briket terbakar (massa briket awal dikurangi massa briket sisa dengan satuan gram). Kemudian t adalah waktu pembakaran setiap menitnya.

Menentukan nilai kalor dengan cara memasukkan sampel 0,5 gram ke dalam wadah sampel, kemudian memasukkan ke dalam tabung Bomb Calorimeter. Setelah itu dimasukkan air sebanyak 200 g ke dalam bejana bom kalorimeter. Ditutup rapat lalu disambungkan dengan power supply 30 W. Suhu awal dan kenaikan suhu pada 5-10 menit dan Daya power supply dicatat. Perhitungan berdasarkan pada jumlah kalor yang terlepas sama dengan jumlah kalor yang diserap, dan menghitung dengan menggunakan satuan kal/gram dengan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{(E \times t) - e}{m} \quad (3)$$

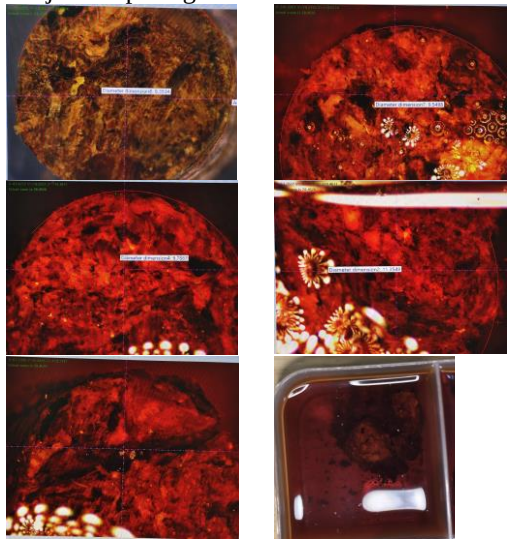
Dimana m adalah Berat sampel dengan satuan gram, t adalah Kenaikan suhu dengan satuan °C, E adalah Kapasitas kalori alat dengan satuan kal/°C), dan e adalah daya power supply dikali waktu

dengan satuan kalori. Pengujian kadar air briket dilakukan untuk mengetahui pengaruh persentase kadar air dari variasi sampel terhadap nilai kalor yang dihasilkan, Pengulangan pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap sampelnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menampilkan hasil perolehan data penelitian, analisis data, temuan-temuan spesifik serta perbandingan-perbandingan terhadap penelitian yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya yang dibahas secara mendetail Hubungan sebab-akibat dari kondisi tersebut [7].

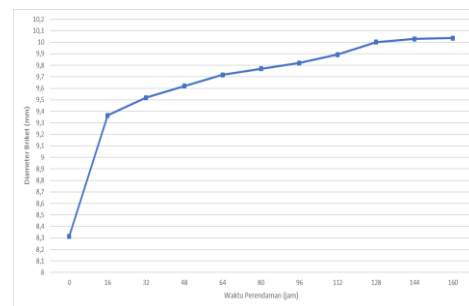
Hasil analisis perubahan fisik briket dalam kondisi ekstrim (direndam) selama 160 jam ditunjukkan pada Gambar 1 terlihat bahwa Bentuk permukaan briket sebelum direndam berwarna coklat terang dan beberapa spot berwarna lebih gelap. Setelah briket direndam 8 jam permukaan briket yang direndam air akan melepaskan gelembung2 udara yang terperangkap di dalam briket. Setelah briket direndam selama 16 jam maka akan terlihat bagian yang membentuk garis retakan pada briket. Setelah briket direndam selama 32 jam, garis retakan yang terbentuk akan semakin dalam seiring dengan bertambahnya diameter briket. Setelah briket direndam selama 96 jam, garis retakan yang terbentuk membelah briket semakin dalam. Setelah briket direndam selama 160 jam, briket akan terbelah menjadi dua dan kembali menjadi serbuk kayu. Hasil analisis perubahan fisik briket berupa rata – rata penambahan diameter selama proses perendaman selama 160 jam untuk 30 sampel briket ditunjukkan pada grafik.



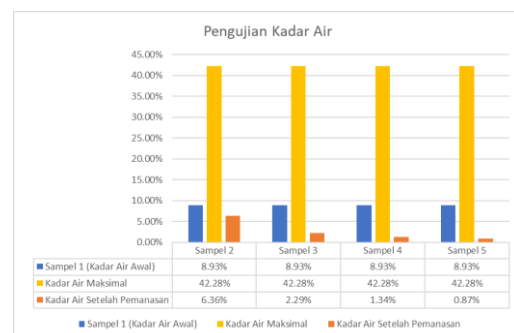
Gambar 1 Gambar perubahan fisik briket

Pada awal perendaman (0 s/d 16 jam), terlihat diameter briket mengalami peningkatan yang

signifikan dari 8,3151 mm menjadi 9,3637 mm (12,61%). Hal ini menunjukkan tingkat penyerapan air pada briket sangat cepat pada fase awal perendaman yang menyebabkan ekspansi ukuran secara drastis. Pada fase ini juga briket akan melepaskan udara yang terperangkap dan menunjukkan garis-garis retakan pada permukaannya [8]. Pada fase menengah (16 s/d 96 jam), terlihat peningkatan diameter briket berjalan lebih lambat, diameter meningkat dari 9,3637 mm menjadi 9,8190 mm (4,86%). Pada fase ini proses penyerapan air mulai melambat karena briket mendekati kapasitas maksimum penyerapan. Garis – garis retakan yang telah terbentuk akan semakin jelas. Pada fase jenuh (96 s/d 128 jam), terlihat diameter meningkat dari 9,8190 mm menjadi 10,0009 mm (4,92%). Fase ini menunjukkan kapasitas maksimum penyerapan air oleh briket. Total peningkatan diameter sebelum direndam sampai fase jenuh yaitu 1,7207 mm (20,69%). Pada fase akhir (128 s/d 160 jam), terlihat diameter meningkat dari 10,0009 mm menjadi 10,03574 mm (4,16%). Pada fase ini retakan pada briket telah membelah briket mejadi beberapa bagian kemudian mengubahnya menjadi serbuk kayu.



Gambar 2 Laju perubahan diameter briket



Gambar 3 Laju penyerapan kadar air

Kadar air maksimal briket didapatkan dari rata - rata pengujian kadar air sampel briket pada fase jenuh, yaitu sebesar 42,28 %. Ini adalah nilai kadar air maksimal yang mampu diserap oleh briket.

Dari data pengujian kadar air dan Grafik hubungan diameter briket dengan waktu

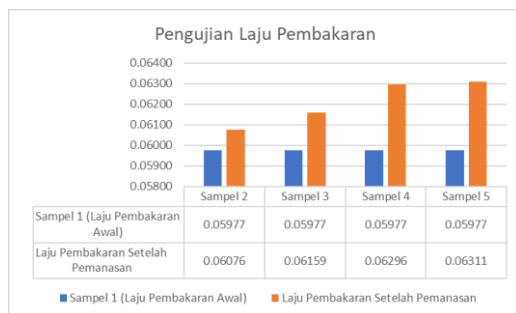
perendaman (Gambar), maka laju penyerapan air briket dapat diperhitungkan dengan cara sebagai berikut:

Laju Penyerapan

$$= \frac{\text{Kadar air maksimal} - \text{kadar air sampel 1}}{\text{Waktu perendaman}}$$

$$= \frac{42,28\% - 8,93\%}{128} = 0,2606 \text{ \% per jam}$$

Jadi laju penyerapan air oleh briket dalam kondisi ekstrim (direndam) yaitu 0,2606% untuk setiap jamnya.



Gambar 4 Laju pembakaran

Berdasarkan Gambar 4 laju pembakaran untuk sampel 1 dengan kadar air 8,93% adalah 0,05977 gram/menit, sampel 2 dengan kadar air 6,36% adalah 0,06076 gram/menit, sampel 3 dengan kadar air 2,29% adalah 0,06159 gram/menit, sampel 4 dengan kadar air 1,34% adalah 0,06296 gram/menit dan sampel 5 dengan kadar air 0,87% adalah 0,06311 gram/menit. Ini menunjukkan semakin kecil kadar air yang terkandung di dalam briket maka akan semakin cepat laju pembakarannya.

KESIMPULAN

Perubahan fisik briket dalam kondisi ekstrim (terendam air) pada fase awal briket akan melepaskan gelembung udara, setelah 16 jam permukaan briket akan menunjukkan garis-garis retakan dan akan memperbesar diameternya sebesar 12,61%. Pada fase menengah (16 – 96 jam) penyerapan air oleh briket sudah melambat dan peningkatan diameter hanya 4,86% sedangkan garis-garis retakan akan semakin dalam. Kemudian briket akan memasuki fase jenuh (96-128 jam), fase ini menunjukkan kapasitas maksimum penyerapan air oleh briket. Selanjutnya di fase akhir retakan – retakan yang terbentuk akan memecah briket menjadi serbuk kayu kembali. Kadar air maksimal yang bisa diserap oleh briket adalah 42,28% dengan laju penyerapannya 0,2606% per jamnya. Ini menunjukkan bahwa

dalam kondisi ekstrim briket mampu menyerap air sangat besar dengan waktu yang singkat. Pengaruh pemanasan briket setelah berada dalam kondisi ekstrim terhadap laju pembakarannya adalah berbanding terbalik semakin kecil kadar air yang terkandung, maka akan semakin cepat laju pembakarannya. Dapat dibuktikan dengan pada kadar air 8,93% laju pembakarannya 0,05977 gram/menit, kadar air 6,36% laju pembakarannya 0,06076 gram/menit, kadar air 2,29% laju pembakarannya 0,06159 gram/menit, kadar air 1,34% laju pembakarannya 0,06296 gram/menit, dan pada kadar air 0,87% laju pembakarannya 0,06311 gram/menit. Pengaruh pemanasan briket pada suhu 100 oC setelah berada dalam kondisi ekstrim (direndam selama 128 jam) terhadap nilai kalor yang dihasilkan adalah pada waktu pemanasan 2 jam nilai kalor yang dihasilkan adalah 4293,88 Kal/g lebih rendah daripada nilai kalor dasar briket yaitu 4587,91 Kal/g. Sedangkan pada pemanasan 2,5 jam nilai kalornya adalah 4633,77 Kal/g, pada pemanasan 3 jam nilai kalornya 4806,928 Kal/g dan pemanasan 3,5 jam nilai kalornya 5031,986 Kal/g. Berdasarkan hasil tersebut semakin lama waktu pemanasan briket bisa menurunkan tingkat kadar air dan meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Bridgwater, *Fast pyrolysis of biomass for the production of liquids*. Woodhead Publishing Limited, 2013. doi: 10.1533/9780857097439.2.130.
- [2] S. K. Samanta, O. V. Singh, and R. K. Jain, 'Polycyclic aromatic hydrocarbons: Environmental pollution and bioremediation', *Trends Biotechnol*, vol. 20, no. 6, pp. 243–248, 2002, doi: 10.1016/S0167-7799(02)01943-1.
- [3] C. Marcos, M. de Uribe-Zorita, P. Álvarez-Lloret, A. Adawy, P. Fernández, and P. Arias, 'Quartz crystallite size and moganite content as indicators of the mineralogical maturity of the carboniferous chert: The case of cherts from eastern asturias (spain)', *Minerals*, vol. 11, no. 6, 2021, doi: 10.3390/min11060611.

-
- [4] F. M. Bkangmo Kontchouo *et al.*, 'Activation of biomass (cola nut shell) with KOH and K₂C₂O₄: The distinct influence on evolution of volatiles and pore structures of activated carbon', *Journal of the Energy Institute*, vol. 109, no. May, 2023, doi: 10.1016/j.joei.2023.101288.
- [5] N. I. Matskevich *et al.*, 'Enthalpy of formation and lattice energy of bismuth perhenate doped by neodymium and indium oxides', *Thermochim Acta*, vol. 658, pp. 63–67, 2017, doi: 10.1016/j.tca.2017.10.010.
- [6] L. Sisti *et al.*, 'Monomers, materials and energy from coffee by-products: A review', *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 12, 2021, doi: 10.3390/su13126921.
- [7] A. Takahashi and T. Ohnishi, 'The significance of the study about the biological effects of solar ultraviolet radiation using the Exposed Facility on the International Space Station.', *Biological sciences in space = Uchū seibutsu kagaku*, vol. 18, no. 4, pp. 255–260, 2004, doi: 10.2187/bss.18.255.
- [8] M. S. Silberberg and P. Amateis, *CHEMISTRY: THE MOLECULAR NATURE OF MATTER AND CHANGE*, 7th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.