

STUDI EKSPERIMEN PEMANFAATAN LIMBAH DAUN BAMBU, DAUN KOPI DAN DAUN PINUS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Sallolo Suluh⁽¹⁾

*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja
sallolonel@gmail.com,

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan (1) melakukan pengujian proksimasi nilai kalor tiga jenis daun. Dan (2) menentukan efisiensi thermal briket arang daun. Metode penelitian yang digunakan metode eksperimen dengan memanfaatkan arang daun dari 3 jenis bahan dengan pengujian efisiensi pada kompor briket. Hasil uji perbandingan komposisi nilai kalor didapatkan jenis briket B2 (daun kopi) mempunyai nilai kalor paling tinggi sebesar 4180 cal/gram, B3 (daun pinus) memiliki nilai kalor sebesar 4083 cal/gram, dan B1 (daun bambu) memiliki nilai kalor sebesar 3285 cal/gram. Dan hasil uji pembakaran pada kompor menggunakan B2 (Daun Kopi) yang paling unggul dalam hal kemampuan untuk mendidihkan air sebanyak 1 kali dengan efisiensi thermal sebesar 38.56%.

Kata kunci : briket arang, daun bambu, daun kopi, daun pinus, nilai kalor, efisiensi.

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan semakin berkurangnya cadangan minyak bumi dan gas alam dimana penambangan selalu bergerak dari daratan, ketepi pantai hingga ke dasar laut, yang menggunakan teknologi modern dan pada modal. Sementara permintaan minyak dari tahun ketahun semakin meningkat, hal ini membuat harga minyak semakin meningkat, dan subsidi pemerintah pun tidak berpengaruh besar terhadap harga, di masyarakat, maka perlu dilakukan pengolahan limbah yang dapat menghasilkan briket sebagai bahan bakar minyak (BBM).

Biomassa sangat mudah di temukan dari aktifitas pertanian, peternakan, perikanan dan limbah lainnya. Berbagai bahan biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar bisa di ambil dari aktifitas kehutanan dan pertanian yaitu daun bambu, daun kopi dan daun pinus. Mengingat kabupaten Toraja utara khususnya daerah Rantepao yang beriklim dingin sangat melimpah akan ketiga tanaman tersebut dan pemanfaatannya terbuang begitu saja.

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui nilai kalor sifat fisik dari briket arang daun bambu, daun kopi dan daun pinus
2. Untuk mengetahui efisiensi thermal

pembakaran briket daun bambu, daun kopi dan daun pinus pada kompor briket.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan umum Biomassa Sebagai Sumber Energi

Biomassa adalah suatu limbah benda padat yang bisa dimanfaatkan lagi sebagai sumber bahan bakar. Biomassa meliputi limbah kayu, limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah hutan, komponen organik dari industri dan rumah tangga. Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian.

1. Komposisi bahan Perekat

Untuk mendapatkan arang yang memiliki sifat yang unggul dari segi mutu dan lebih ekonomis dari segi biaya produksinya, tidak jarang produsen briket arang mengombinasikan 2 jenis bahan perekat sekaligus. Di sisi lain, penggabungan macam-macam perekat ini bertujuan meningkatkan ketahanan briket dari

faktor-faktor yang kurang menguntungkan, seperti temperatur ekstrim, kelembaban tinggi, dan kerusakan selama pengangkutan. Perakat kanji (tepung tapioka) dan tanah liat dapat dikombinasikan caranya adalah tepung tapioka dilarutkan dengan air, lalu dipanaskan diatas api sampai terbentuk larutan kental. Selanjutnya bubuk arang kering ditaburi butiran tanah liat halus yang sudah dibasahi dan diaduk merata, setelah rata bubuk arang ditambahkan kanji yang telah disiapkan, ketiga macam bahan tersebut kembali diaduk hingga campuran adonan tidak buyar jika dikepal tangan.

2. Rumus – rumus Yang Digunakan

Nilai kalor (HHV)

Pengukuran nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter* dengan rumus sebagai berikut:

$$HHV = \frac{[(\Delta t)EEV] - (e_1 + e_2)}{m} - e_3 \text{ (cal/g)} \quad (1)$$

Dimana :

Δt = Kenaikan suhu pembakaran pada Bomb Kalorimeter (C)

EEV = Energi Ekuivalen saat terjadi pembakaran (cal/°C)

e_1 = Koreksi panas karena pembentukan asam (cal)

e_2 = Koreksi panas pembakaran dari kawat pembakar (cal)

e_s = Koreksi sulfur yang ada dalam bahan bakar (cal/g)

m = Massa briket (g)

2.1 Efisiensi Pembakaran

Metode ini dilakukan dengan memanaskan sejumlah air sampai mendidih pada kompor dengan menggunakan briket tempurung sebagai bahan bakar. Sehingga efisiensi termal dapat dihitung sebagai berikut dengan rumus berikut:

$$\eta_{th} = \frac{Q_{air} + Q_{api}}{LHV * MBB} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

$$\eta_{th} = \frac{(M_a \times C_{p_{air}} \times (T_a - T_b)) + (M_p \times C_{p_{al}} \times (T_c - T_b)) + (M_u \times H_l)}{LHV \times M_{bb}} \dots \dots (3)$$

dimana :

- m_a = massa air yang dipanaskan (kg)

- m_p = massa panci (kg)
- m_{bb} = massa briket yang telah terpakai (kg)
- m_u = massa uap air (kg)
- H_L = Kalor laten dari uap (kJ/kg)
- $C_{p_{air}}$ = kalor spesifik air (kJ/kg °C)
- $C_{p_{al}}$ = kalor spesifik aluminium (kJ/kg °C)
- LHV = nilai kalor bawah briket (kJ/kg)
- T_b = temperatur air awal (°C)
- T_a = temperatur didih air dalam panci (°C)
- T_c = temperatur api (°C)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan membuat briket arang daun bambu, daun kopi dan daun pinus dalam bentuk silinder berlubang (sarang tawon) dengan berbagai variasi jenis, kemudian melakukan pengujian nilai kalor (HHV), dan pengujian pembakaran pada kompor briket.

Adapun variasi jenis arang dengan kombinasi campuran bahan baku dapat dilihat pada tabel 3.1. dibawah ini :

Tabel 1. Komposisi campuran arang daun bambu, daun kopi dan daun pinus

No	Sa	Komposisi (%)					Air (m)
		Daun Bambu (gram)	Daun Kopi (gram)	Daun Pinus (gram)	Penguat (gram)	Perekat (gram)	
1	B1	1000	-	-	100	100	800
2	B2	-	1000	-	100	100	800
3	B3	-	-	1000	100	100	800

1. Bahan yang digunakan:

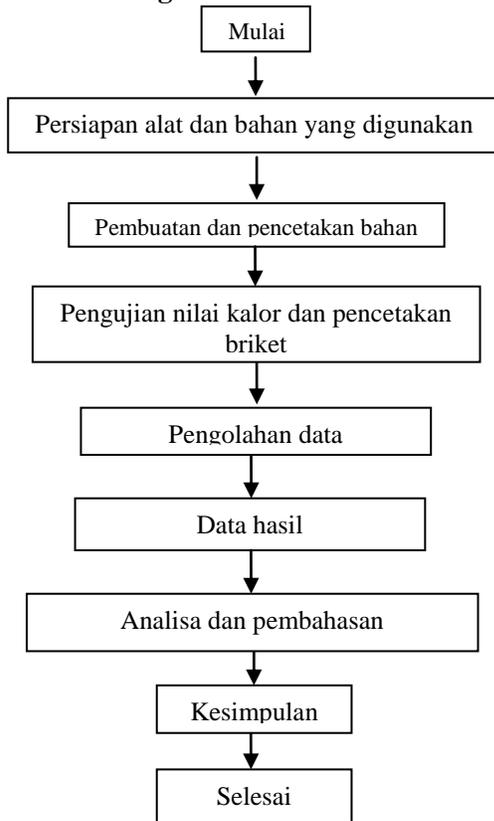
- daun bambu
- daun kopi
- daun pinus
- tepung tapioka
- tanah liat
- Air

2. Peralatan :

- Drum karbonisasi sebagai tempat pembakaran daun bambu, daun kopi dan daun pinus sampai menjadi arang
- Alat pencetak briket untuk mencetak bubuk arang daun bambu, daun kopi dan daun pinus menjadi briket
- Kompor briket berfungsi sebagai tempat pembakaran briket dan timbangan analog sebagai alat pengukur berat bahan briket

- d). Panci aluminium berfungsi untuk mendidihkan air
- e). Ketel air sebagai pemanas air
- f). Pencatat waktu / *Stopwatch* untuk mengukur lama pendidihan air
- g). Thermokopel untuk mengukur temperatur titik api dan titik didih air pada pengujian pembakaran
- h). Gelas ukur sebagai alat ukur untuk mengukur berat air
- i). Ayakan mesh 40 sebagai alat untuk memisahkan arang yang halus dengan yang kasar setelah digiling atau ditumbuk secara manual.

Flow Chart/ Diagram Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

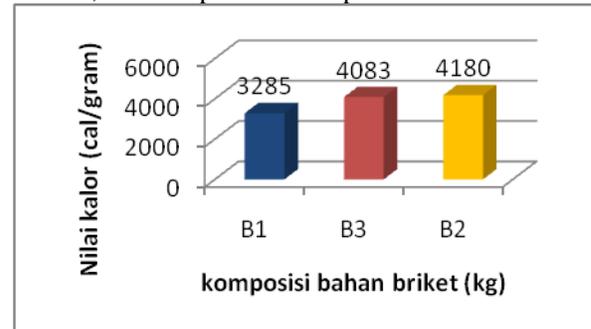
Hasil penelitian ini meliputi pembuatan briket, pengujian proksimasi, nilai kalor dan uji pembakaran (kinerja) pada tiga jenis briket

arang daun bambu, daun kopi dan daun pinus berdasarkan komposisi dan penguat.

2. Pengujian nilai kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan di laboratorium kimia makanan ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 1(lampiran 1)

Berikut grafik perbandingan komposisi bahan dengan nilai kalor 3 jenis briket arang daun bambu, daun kopi dan daun pinus:



Gambar 2 Grafik perbandingan bahan briket terhadap nilai kalor

Efisiensi Thermal

Efisiensi merupakan besarnya energi panas yang digunakan selama proses perubahan bentuk energi yang bermanfaat dibagi besarnya energi panas yang dilepaskan oleh bahan bakar selama proses pembakaran.

1. Efisiensi Thermal B1

Perhitungan diambil efisiensi termal untuk briket B1 dalam mendidihkan air sebanyak 1 kali dan temperatur api di dapatkan sebesar 592°C dengan waktu pembakaran briket selama 145 menit (2 jam lebih). Dan menghabiskan briket yang terbakar sebanyak 0.29 kg. Selanjutnya dapat dilihat data-datanya sebagai berikut :

- m_a = massa air yang dipanaskan (kg) = 2 kg
- m_p = massa panci (kg) = 0.25 kg
- m_b = massa briket yang telah terpakai (kg) = 0.29 kg
- m_u = massa uap air (kg) = 0.02 kg
- H_L =Kalor laten dari uap (kJ/kg) = 2256.487 kJ/kg
- $C_{p\text{air}}$ = kalor spesifik air (kJ/kg °C = 4.1769 kJ/kg °C

- $C_{p_{al}}$ = kalor spesifik aluminium (kJ/kg °C)
= 0.9 kJ/kg °C
- LHV = nilai kalor bawah briket (kJ/kg)
= ((3285.333 * 4.1866kJ/kg) - 3240 kJ/kg)
= 10514.37 kJ/kg
- T_b = temperatur air awal (°C) = 27 °C
- T_a = temperatur didih air dalam panci (°C)
= 100 °C
- T_c = temperatur api (°C) = 592 °C

Dengan menggunakan persamaan, maka diperoleh efisiensi termal sebagai berikut :

$$\eta_{th} = \frac{Q_{air} + Q_{panci}}{m_{bb} \times LHV} \times 100\%$$

$$= \frac{(760.19) + (140.4) + (45.12974)}{3049.16}$$

$$\eta_{th} = 31\%$$

Untuk perhitungan b_2 dan b_3 dapat di lihat pada tabel di bawah ini

2. Hasil pengujian nilai kalor

Kode Sampel	B1	B2	B3
ma	2	2	2
mp	0.25	0.25	0.25
mu	0.02	0.02	0.02
Cp air	4.1769	4.1769	4.1769
Cp al	0.9	0.9	0.9
Ta (°C)	100	100	100
Tb (°C)	27	27	27
Tc (°C)	592	718	567
mbb	0.29	0.28	0.28
LHV	10514.36	14262.77	13855.28
η_{th}	31.00	38.56	25.26

Hasil pembuatan briket arang daun

Briket daun bambu, daun kopi dan daun pinus telah berhasil dibuat menjadi briket dalam bentuk sarang tawon dengan mesin pencetak. Jumlah briket daun bambu, daun kopi dan daun pinus yang dihasilkan dalam penelitian ini sebanyak 30 buah. Sebelumnya telah dilakukan berbagai usaha untuk meningkatkan kualitas briket itu sendiri antara lain : memaksimalkan pengeringan bahan baku sebelum dan sesudah pengarangan, kemudian memisahkan arang dan abu dengan menggunakan jenis saringan yang berukuran 40 mesh sehingga abu dapat terbuang. Selain itu juga ditambahkan tepung tapioka dan

tanah liat untuk menambah kerapatan dan kuat tekan briket.

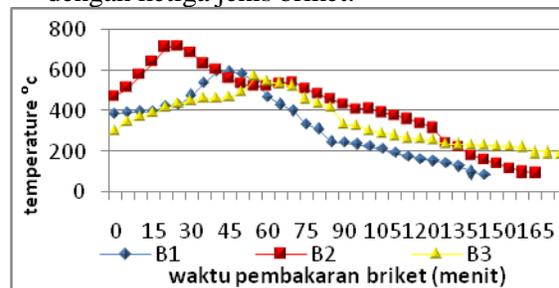
Hasil pengujian nilai kalor

Tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin rendah nilai kadar air dan kadar abu briket arang maka akan meningkatkan nilai kalor bakar briket arang. Hasil penelitian membuktikan jika kadar abu tinggi maka akan dihasilkan nilai kalor yang rendah atau sebaliknya. Selain itu nilai kalor juga dipengaruhi oleh nilai kadar karbon terikat yang terkandung didalam briket arang. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat dalam briket arang maka semakin tinggi pula nilai kalor briket arang.

Hasil pengujian pembakaran briket dan pendidihan air

Setelah mendidih (temperatur 100°C), kemudian air panas dikeluarkan dari panci untuk ditimbang beratnya. Setelah itu panci kembali diisi dengan air yang baru, siap di didihkan ulang. Hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai briket tidak bisa lagi untuk mendidihkan air. Pengujian dilanjutkan dengan menimbang briket sisa pembakaran dan menimbang berat air yang telah mendidih. Berat briket yang digunakan pada pengujian adalah tetap yaitu sebesar 300 gram sedangkan berat panci aluminium yang digunakan 250 gram.

A. Hasil pengujian pembakaran pada kompor dengan ketiga jenis briket.

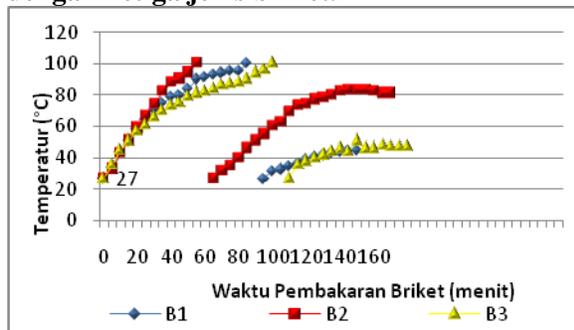


Gambar 3 Grafik waktu pembakaran briket terhadap temperature api pada ketiga jenis briket

Pengujian pembakaran dengan menggunakan briket daun bambu, daun kopi dan daun pinus dengan komposisi bahan penguat

tepung tapioca 100 gram dan tanah liat 100 gram (B1), penguat tepung tapioca 100 gram dan tanah liat 100 gram (B2), dan penguat tepung tapioca 100 gram dan tanah liat 100 gram (B3) menghasilkan grafik waktu pembakaran briket terhadap temperature api pada kompor, diperlihatkan dalam Gambar 4.7. di atas. Ketiga jenis briket ini masing-masing mampu menghasilkan temperatur maksimal yang diberikan B1 pada kompor yaitu 592 °C yang dicapai pada menit ke 5 dan temperature akhir yang diberikan briket pada kompor adalah 86 °C pada menit ke 145, temperatur maksimal yang diberikan B2 pada kompor yaitu 675 °C yang dicapai pada menit ke 55 dan temperature akhir yang diberikan briket pada kompor adalah 210 °C pada menit ke 270, dan temperature maksimal yang diberikan B3 pada kompor yaitu 567 °C yang dicapai pada menit ke 5 dan temperature akhir yang diberikan briket pada kompor adalah 189 °C pada menit ke 175.

Hasil pengujian pendidihan air pada kompor dengan ketiga jenis briket.



Gambar 4 Grafik waktu pembakaran briket terhadap temperatur air pada ketiga jenis briket.

Pengujian pemanasan air dengan menggunakan briket daun bambu, daun kopi dan daun pinus dengan komposisi bahan penguat tepung tapioca 100 gram dan tanah liat 100 gram (B1), penguat tepung tapioca 100 gram dan tanah liat 100 gram (B2), dan penguat tepung tapioca 100 gram dan tanah liat 100 gram (B3) menghasilkan grafik waktu pembakaran briket terhadap temperatur air, diperlihatkan dalam Gambar 4.7. di atas. Pemanasan air dengan menggunakan briket daun bambu B1

membutuhkan waktu 145 menit dan dapat mendidihkan air 2 kg sebanyak 1 kali yaitu pada menit ke 85 dan Selanjutnya tidak dapat lagi mendidihkan air dan hanya mampu memanaskan air sampai temperatur 45°C, kemudian turun, untuk briket daun kopi B2 membutuhkan waktu 165 menit dan dapat mendidihkan air 2 kg sebanyak 1 kali yaitu pada menit ke 55 dan Selanjutnya tidak dapat lagi mendidihkan air dan hanya mampu memanaskan air sampai temperatur 81°C, kemudian turun dan briket B3 membutuhkan waktu 175 menit dan dapat mendidihkan air 2 kg sebanyak 1 kali yaitu pada menit ke 100 dan Selanjutnya tidak dapat lagi mendidihkan air dan hanya mampu memanaskan air sampai temperatur 47 °C, kemudian turun.

V.KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan bahwa:

1. Hasil Nilai kalor yang paling tinggi adalah briket daun kopi (B2) sebesar 4180 cal/gram, disusul briket daun pinus (B3) sebesar 4083 cal/gram, dan yang paling rendah adalah briket daun bambu (B1) sebesar 3285 cal/gram.
2. Hasil efisiensi pembakaran yang paling unggul yaitu briket daun kopi (B2) sebesar 38.56 %, disusul briket daun bambu (B1) sebesar 31.00% Dan terakhir yaitu briket daun pinus (B3) sebesar 25.26 %.

VI. REFERENSI

- Esmar Budi., (2011). *Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar*. Jurnal Penelitian Sains Vol. 4, No. 3(B), Oktober 2011.
- Siti Jamilatun., (2011). *Kualitas sifat-sifat dari pembakaran tempurung kelapa, briket serbuk gergaji kayu jati, briket sekam dan briket batubara*. Prosiding seminar Nasional Teknik Kimia”Kejuangan” Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Triono A., (2006). *Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajikayu Afrika dan Sengon dengan Penambahan Tempurung Kelapa* (Skripsi). Departemen

Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, IPB, 2006.

- Meli dan Muslimin (2010). *Pengaruh Dimensi Arang Tempurung Kelapa Terhadap Mutu Briket*. Skripsi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Mulhin Aries., (2010). *Kompore Batok Kelapa Bertekanan Sebagai Alternatif*. Proposal Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- MM Faozi., 2008. *Peluang Pasar Produk dari Kelapa Indonesia, Analisa Dampak Menipisnya Cadangan Minyak Bumi Dan Perubahan Iklim*, diaskes 11 April 2017.
- Sallolo Suluh., (2014). *Studi kemungkinan peningkatan kinerja berbagai kompor dengan bahan bakar briket limbah biomassa*. Tesis Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
- Herotje Siwi(2010). *Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa dan Enceng Gondok Sebagai Sumber Alternatif*. Laporan Penelitian Tesis Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.