

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT KOPI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DALAM BENTUK BRICKET BERBASIS BIOMASS (STUDI KASUS DI PT. SANTOS JAYA ABADI INSTANT COFFEE)

Dwi Khusna¹ dan Joko Susanto²

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya¹
PT. Santos Jaya Abadi²

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, tanpa melakukan ekstraksi minyak kopi, didapatkan nilai kalori $24,117 \text{ M.Jkg}^{-1}$ untuk briquet ampas kopi dengan dan $28,364 \text{ M.Jkg}^{-1}$ untuk arang kopi. Perhitungan dari PT. Santos Jaya Abadi 3 dimana produksi memasang target 360 ton/bulan bubuk instant kopi. Maka dalam 1 tahun memproduksi 3888 ton dengan efisiensi 90% dan rendemen/prosentase kapasitas produksi PT. Santos Jaya Abadi 3 adalah 19,44% dari total produksi kopi instan di Indonesia. Berdasarkan perhitungan dalam riset ini, ampas kopi dari PT Santos Jaya Abadi 3 setelah melalui proses pirolisis didapatkan briquet 129,6 ton/bulan dengan asumsi 1 kg ampas kopi menghasilkan 40% arang kopi, dan tanpa pirolisis dapat menghasilkan 329 ton/bulan briquet. Kesimpulan dari riset ini, bahwa kualitas briquet dengan dasar ampas kopi tergantung pada kepadatan, perbandingan campuran (ampas kopi-arang kopi-batubara), jenis tungku pembakaran dan udara lebihnya.

Kata-kata kunci : Ampas kopi spent ground, arang ,nilai kalori, pirolisis, dan briquet

PENDAHULUAN

Berbagai upaya dilakukan untuk membuat/memanfaatkan energi yang dapat diperbaharui sebagai upaya penghematan bahan bakar minyak yang semakin menipis. Briquet salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi permasalahan krisis energi ini. Di PT. Santos Jaya Abadi dalam keadaan normal proses dalam 1 bulan rata-rata mengolah kopi goreng sebanyak 720 ton dan setelah melalui proses ekstraksi dihasilkan produk 55 % dari total proses, jadi didapat 396 ton produk dan 324 ton limbah ampas kopi. Ini diketahui dari proses transfer kopi goreng dari unit roasting sebanyak 48 ton perhari.

Limbah basah yang dihasilkan menjadi ton (air = 175,3 ton dan ampas kopi = 324 ton) maka dalam 1 hari dilakukan pengangkutan sebanyak 16,6 ton. Ampas kopi yang dapat dimanfaatkan untuk pembakaran dalam uji coba ini kandungan moisture rata – rata 4,7%. Maka ampas kopi yang dapat dimanfaatkan dalam 1 hari adalah 13,6 ton dan dalam 1 bulan 340 ton.

KAJIAN PUSTAKA

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi.



Gambar 1. Biji kopi

Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies robusta. Kopi berasal dari daerah afrika, daerah pegunungan Ethiopia.

Penyangraian

Kunci dari proses produksi kopi bubuk adalah penyangraian karena ini merupakan tahap pembentuk aroma dan citarasa khas dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas. Roasting merupakan proses penyangraian biji kopi yang tergantung dari waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi dibedakan atas tiga golongan, yaitu *light roast* suhu yang digunakan 193°C sampai 199 °C (mampu menghilangkan 3%-5% air), *medium roast* suhu yang digunakan 204°C (menghilangkan 5%-8% air) dan *dark roast* suhu yang digunakan 213°C sampai 221°C (menghilangkan 8%-14% air). (Varnam and Sutherland,1994). Secara laboratoris tingkat kecerahan warna sangrai diukur dengan pembeda warna yang disebut *lovibond*. Biji kopi dengan penyangraian ringan (*light*) memiliki nilai 44-45 warna kecoklat-coklatan dan nilai *lavibond*-nya (L) turun karena kurang kuat dalam pemantulan sinar. Untuk tingkat *medium*, nilai L semakin turun ke kisaran 38-40. Pada penyangraian gelap, warna biji kopi makin mendekati hitam karena senyawa hidrokarbon terpolisis menjadi unsur karbon. Sedangkan senyawa gula mengalami karamelisasi dan akhirnya nilai L tinggal 34-35.

Perubahan sifat fisik dan kimia terjadi selama proses penyangraian menurut Ukers dan Prescott dalam Ciptadi dan Nasution (1985) seperti *swelling*, penguapan air, terbentuknya senyawa volatile, karamelisasi karbohidrat, pengurangan serat kasar, denaturasi protein, terbentuknya gas sebagai hasil oksidasi dan terbentuknya aroma yang karakteristik pada kopi. *Swelling* selama penyangraian disebabkan karena terbentuknya gas-gas yang kemudian mengisi ruang dalam sel atau pori-pori kopi. Senyawa yang membentuk aroma dan rasa di dalam kopi menurut Mabrouk dan Deatherage dalam Ciptadi dan Nasution (1985) adalah :

1. Golongan fenol dan asam tidak mudah menguap yaitu asam kafeat, asam klorogenat, asam ginat dan riboflavin
2. Golongan senyawa karbonil yaitu aset aldehyd, propanon, alkohol, vanilin aldehyd
3. Golongan senyawa karbonil asam yaitu oksasuksinat, aseto asetat, hidroksi piruvat, keton kaproat, oksalasetat, mekoksalat dan merkaptopiruvat
4. Golongan asam amino yaitu leusin, iso leusin, variline, hidrosiprolin alanin, threonin, glisin dan asam aspartat.
5. Golongan asam mudah menguap yaitu asam asetat, propionat, butirir dan volerat.

Didalam proses sangrai sebagian kecil dari kafein akan menguap dan terin di dalam bentuk komponen-komponen lain yaitu aseton, furfural, amonia, trimetilamin dan asam formiat dan asam asetat.

Bricket Biomass

Bricket merupakan bahan bakar padat dengan dimensi tertentu yang seragam, diperoleh dari hasil pengempaan bahan bakar curah, serbuk yang ukuran relatif kecil dan tidak beraturan sehingga sulit digunakan sebagai bahan bakar dalam bentuk aslinya [1]. Kelebihan penggunaan bricket limbah biomass sebagai bahan bakar pengganti (substitusi kerosene dan LPG) antara lain :

- a) Biaya bahan bakar murah
- b) Tungku dapat digunakan untuk berbagai jenis bricket
- c) Ramah lingkungan
- d) Sebagai sumber energi yang terbaharukan (*renweable energy*)
- e) Mengatasi permasalahan limbah dan menekan biaya pengolahan limbah

Bricket tidak harus bersifat arang aktif tergantung dari sisi ekonomi, penggunaan dan sifat bahan dasarnya, misalnya dalam bentuk baggase. Menurut Stamm dan Harris (1953) dalam Holil (1980), mengemukakan bahwa ada 4 (empat) cara pembentuk bricket, yaitu :

1. Pembuatan bricket tanpa bahan perekat diikuti proses karbonisasi dalam tekanan sedang
2. Pengempaan dan proses karbonisasi dilakukan secara serentak
3. Pengempaan campuran arang dengan bahan lain disusul proses karbonisasi
4. Pengempaan campuran arang dengan perekat disusul dengan pengeringan atau karbonisasi lagi.

Komposisi perekat

Bahan baku bricket harus cukup halus untuk dapat membentuk bricket yang baik, ukuran partikel tidak terlalu besar karena akan sulit dilakukan perekatan sehingga mengurangi keteguhan tekan dari bricket yang dihasilkan (Ramaswarni, 1937). Perbedaan ukuran serbuk mempengaruhi keteguhan tekan dan kerapatan bricket yang dihasilkan. (Boejang, 1973). Proses perekatan yang baik ditentukan dengan pencampuran bahan perekat yang dipengaruhi oleh bekerjanya alat pengaduk (mixer), komposisi bahan perekat yang tepat dan ukuran pencampurannya. Setiap 1 kg serbuk bahan dicampurkan dengan perekat yang terdiri dari 30 gram tepung tapioka (3 % dari berat serbuk bahan) dan air 1 liter [2].

Mutu bricket

Kriteria sederhana suatu bahan dapat menjadi bahan bakar adalah :

1. Memiliki nilai kalor tinggi yang mencukupi standar.
2. Jumlah ketersediaan bahannya yang cukup.
3. Mudah terbakar.
4. Nyaman dalam penggunaan.

Arang yang baik untuk bahan bakar adalah sebagai berikut (Wardi, 1969) :

- a. Warna hitam dengan nyala kebiru-biruan.
- b. Mengkilap pada pecahannya.
- c. Tidak mengotori tangan.
- d. Terbakar tanpa berasap, tidak memercik dan tidak berbau.
- e. Dapat menyala terus tanpa dikipas

Menurut Hendra dalam Pari (2002), briket dikatakan memiliki mutu yang baik dan berkualitas apabila hasil pembakarannya memiliki ciri-ciri :

- Tidak berwarna hitam dan apabila dibakar api berwarna kebiru-biruan.
- Briket terbakar tanpa berasap, tidak memercikkan api dan tidak berbau.
- Tidak terlalu cepat terbakar.

Bila ditinjau dari nilai kalornya, briket arang dengan nilai kalor 6.000 – 8.000 kal/g merupakan bahan bakar yang cukup baik dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Kualitas bricket yang baik adalah bricket yang memenuhi standart mutu agar dapat digunakan sesuai keperluannya. Kualitas bricket umumnya ditentukan oleh kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, ketahanan tekan, dan nilai kalor.

Proses Pirolisis (karbonisasi)

Pirolisis adalah proses pembakaran tidak sempurna, dimana supply oksigen (O_2) sangat sedikit dan dalam tekanan tinggi, yang menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbondioksida. Pada saat pirolisis energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon kompleks tersebut terurai menjadi karbon atau arang disertai penguapan volatil matter dalam zat tersebut. Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada suhu antara $150^\circ C$ - $3000^\circ C$. Arang tersebut dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon, dan produk hasil proses ini dinamakan arang aktif (pirolisis sekunder).

Menurut Hcock dan Olson (1948) dalam Sudrajat (1982) mengemukakan bahwa garis besar pembuatan arang ada 4 (empat) cara, yaitu :

1. Proses karbonisasi dengan memasukkan udara di dalam bahan
2. Proses karbonisasi dengan sirkulasi gas api terhadap massa bahan
3. Proses karbonisasi dengan pemanasan di luar tempat pembakaran
4. Proses karbonisasi dalam tempat tertutup dan bahan dimasukkan secara teratur ke dalam dapur pemanasan.

Densifikasi (Pematatan)

Menurut sumber, ada empat cara yang diterapkan mesin-mesin pengecilan ukuran oleh gaya mekanik, yaitu :

- Kompresi, pengecilan dengan tekstur yang keras
- Impact, digunakan untuk padatan dengan tekstur yang kasar
- Attrition, digunakan untuk menghasilkan produk dengan tekstur halus
- Cutting, digunakan untuk produk ukuran, bentuk, dan tekstur tertentu

(Mc. Cabe *et al.*, 1976).

Sebelum dilakukan pengempaan perlu diperhatikan kondisi bahan, perekat, tekanan pengempaan, alat da mesin pengempa, karbonisasi (bila diperlukan) dan mtu bricket yang dihasilkan.

Besarnya tekanan pengempaan berpengaruh terhadap densitas dan porositas bricket yang dihasilkan dan lebih lanjut akan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran bricket sebagai bahan akar. Pengempaan dengan tekanan tinggi tidak selalu menghasilkan mutu bricket yang lebih baik karena dapat menurunkan efisiensi pembakaran, dan menyulitkan dalam penggunaannya. Alat kempa yang digunakan untuk pembuatan bricket sangat beragam, diantaranya mesin kempa dengan tuas biasa, tipe screw, dan hidrolik.



Gambar 2 Alat kempa screw

Umumnya dalam kapasitas besar kempa dilakukan dengan beban 30 ton.

Daya Api (Fire Power)

Daya yang dihasilkan oleh pembakaran ampas kopi waktu pengujian. Dari persamaan daya, menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar berbanding langsung dengan dayanya. Fire Power yang juga disebut daya pembakaran, dimana energi yang dilepaskan oleh pembakaran bahan bakar persatuan waktu, jadi untuk semua jenis dari pembakaran, rumus Fire powernya sama. Persamaan untuk mengetahui Fire power adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$P = \frac{(M_0 - M_1) \times E_{bb}}{t} \text{ (kW)}$$

Dimana :

- P = Daya (Kw)
- E_{bb} = Nilai kalor netto bahan bakar (kJ/kg)
- M_0 = massa awal bahan bakar pada kompor (kg)
- M_1 = massa akhir bahan bakar pada kompor (kg)
- t = waktu pada saat $t = 97^\circ\text{C}$ (air mendidih) (s)

Efisiensi Thermal Kompor Bricket Ampas Kopi

Efisiensi thermal adalah persentase panas yang berguna dengan panas yang diberikan ampas kopi selama proses pengujian. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$\eta = \frac{(m_a C_a + m_p C_p)(t_2 - t_1) + m_u h_{fg}}{m_f \cdot E} \cdot 100 \%$$

Dimana :

- η_{th} = efisiensi thermal ampas kopi (%)
- m_p = massa panci (kg)
- m_a = massa air yang dipanaskan (kg)
- C_a = panas jenis air (Kj/kgK)
- C_p = panas jenis panci mild steel (kJ/kgK)
- M_u = massa uap air yang mendidih (kg)
- m_f = massa uap bahan bakar yang digunakan (kg)
- t_1 = temperatur awal air (K)
- t_2 = temperatur didih air (K)
- E = nilai kalor netto bahan bakar (kJ/kg)
- h_{fg} = panas laten air yang menguap (kJ/kg)

Perhitungan Laju Konveksi

Menurut hukum newton tentang pendinginan, laju perpindahan panas konveksi antara suatu permukaan benda (plat dasar) dengan suatu fluida yang keduanya berada pada temperatur yang berbeda masing-masing T_∞ dan T_s dengan ($T_\infty < T_s$), maka dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_c = \bar{h} \cdot A(T_s T_\infty) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

- q_c = laju perpindahan panas konveksi (W)
- \bar{h} = Konduktivitas Thermal material (W / m^o K)
- A = luas penampang (m²)
- T_s = temperature permukaan material (°K)
- T_∞ = temperature sekitar material (°K)

Perhitungan laju perpindahan panas konduksi

Perpindahan panas secara konduksi dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut

$$q_{cond} = -k \cdot A \frac{(T_{s2} - T_{s1})}{x} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

- q_{cond} = laju perpindahan panas konduksi (W)
- k = konduktivitas thermal material (W / m K)
- A = luas penampang (m²)
- T_{s1} = temperatur permukaan pada titik 1 (°K)
- T_{s2} = temperatur permukaan pada titik 2 (°K)

Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi thermal adalah energi yang dipancarkan oleh suatu benda yang berada pada temperatur hingga. Radiasi dipancarkan oleh suatu permukaan dari energi panas ke zat sekeliling permukaan. Suatu flux radiasi maksimum (W / m²) yang dapat dipancarkan oleh suatu permukaan radiator ideal (benda hitam) diberikan oleh hukum Stefan - Boltzman, yaitu :

$$q_{rad} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_s(T_s^4 - T_{sur}^4) \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana :

- q_{rad} = laju perpindahan panas radiasi (W)
- ϵ = sifat radiasi pada permukaan benda ($0 \leq \epsilon \leq 1$)
- σ = konstanta Stefan – Boltzman
- T_s = temperatur permukaan ($^{\circ}\text{K}$)
- A_s = luas permukaan perpindahan panas (m^2)
- T_{sur} = temperatur sekeliling ($^{\circ}\text{K}$)

Metode Uji mutu Bricket

Metode untuk mengetahui kualitas dari bricket ada dua cara teoritis dan uji laboratorium. Uji mutu yang akan dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Densitas (kerapatan)

Prinsip penentuan kerapatan atau berat jenis dinyatakan hasil perbandingan antara berat dan volumenya.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat (Kg)}}{\text{Volume (m3)}}$$

2. Kadar air (moisture)

Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$K_a = [(M_b - M_k) / M_k] \times 100\%$$

Dimana :

- M_b = massa bricket basah (gram)
- M_k = massa bricket kering (gram)
- K_a = Kadar air (%)

3. Laju pembakaran bricket

Laju pembakaran bricket dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{M_a - M_b \text{ (Kg)}}{t \text{ (waktu pembakaran dalam detik)}}$$

Dimana :

- M_a = Massa bahan bakar sebelum pembakaran(kg)
- M_b = Massa bahan bakar sesudah pembakaran(kg)
- t = Waktu dibutuhkan selama pembakaran (detik)

4. Kadar abu

Kadar abu dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{a \text{ (gram)}}{b \text{ (gram)}} \times 100\%$$

Dimana :

- a = Berat abu (gram)
- b = Berat bricket sebelum dibakar (gram)

METODE PENELITIAN

Tahap Persiapan

Ampas kering tadi kemudian dilakukan pengecekan kandungan moisture lagidan didapat dengan 10 kali pengecekan rendemen 7,62 %. Dari uji coba pembakaran ditarik kesimpulan bahwa

ampas kopi hasil sangrai dan ekstraksi tersebut bisa terbakar dan memiliki kualitas pembakaran yang baik bila dilakukan dengan treatment benar

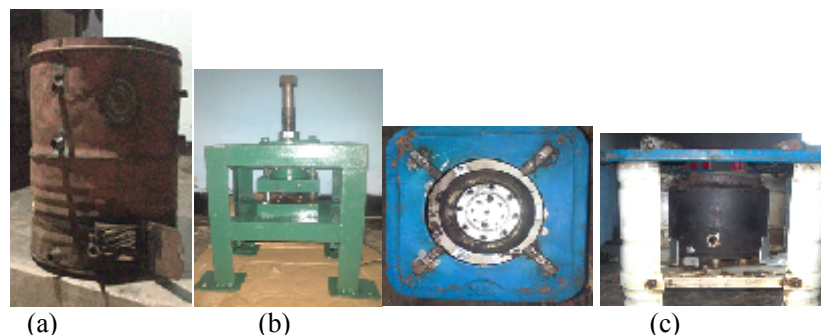
Perencanaan Ukuran dan Bentuk Bahan Bakar

Terinspirasi untuk memanfaatkan limbah ampas tersebut untuk bahan bakar boiler yang memiliki spesifikasi ukuran batubara 1 cm² maka dimensi yang akan diambil menyesuaikan ukuran batubara. Jadi bahan bakar akan dijadikan bricket kopi (baggasse) dan bricket arang berbentuk silindris dengan dimensi : diameter 10 mm dan tinggi 10 mm. Dengan luas penampang kecil dan ada celah untuk sirkulasi udara diharapkan api bisa menyala dan terbakar sempurna. Alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini, antara lain :

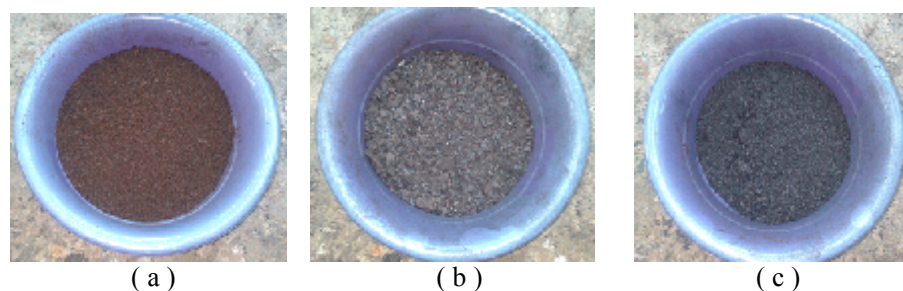
1. Timbangan analog kapasitas 100 kg, untuk menimbang ampas kopi yang akan dilakukan pengarangan.
2. Timbangan digital kapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram, untuk menimbang komposisi pencampuran, berat air pengujian, mengukur densitas bahan bakar, mengukur kadar abu,
3. Termometer digital dengan limit maximum 250°C untuk mengukur suhu air uji coba.
4. Temperatur Gun (Lasser) untuk mengukur kekuatan api pengujian
5. Sketmatch, untuk mengukur dimensi kopi dengan ketelitaian alat 0,05 mm
6. Moisture checker, untuk mengukur kandungan air di dalam bahan bakar
7. Gelas ukur untuk mengukur volume air pengujian
8. Boomkalorimeter, untuk mengetahui kandungan nilai kalor pada bahan bakar ampas kopi.
9. Stopwatch

Desain Alat Pengujian

Peralatan utama dalam pengujian ini antara lain : tungku pembakaran pirolisis (pengarangan), mesin cetak (kempa) dan kompor uji kualitas pembakaran.



Gambar 3. Peralatan Pengujian (a) Tabung Pirolisis, (b) Alat Kempa Ulir, (c) Tungku pembakaran dengan blower



Gambar 4. Bahan dasar Bricket : (a) Ampas kopi, (b) Batubara, (c) Arang /pirolisis

Untuk mempermudah penelitian maka diberikan notasi sample uji, yaitu :

1. Ampas kopi (baggasse) dengan kode A
2. Batubara dengan kode B
3. Baggasse kopi pirolisi dengan kode C

Dan untuk metode pencampuran sample adalah sebagai berikut :

Pengujian ke – 1 :	Pengujian ke – 2 :	Pengujian ke – 3 :
- A murni	- B murni	- C murni
- A (75%) + B (25 %)	- B (75%) + C (25 %)	- C (75%) + A (25 %)
- A (50%) + B (50 %)	- B (50%) + C (50 %)	- C (50%) + A (50 %)
- A (25%) + B (75 %)	- B (25%) + C (75 %)	- C (25%) + A (75 %)

Untuk pengujian nilai kalori (boom kalorimeter) diambil dari sample A murni, B murni dan C murni saja. Hasil pencampuran lainnya akan dilakukan penelitian melalui uji pembakaran dengan tungku atau kompor yang sudah didesain. Diharapkan dari uji pembakaran ini ditemukan komposisi bahan bakar yang sesuai dan dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif sesuai kebutuhan.

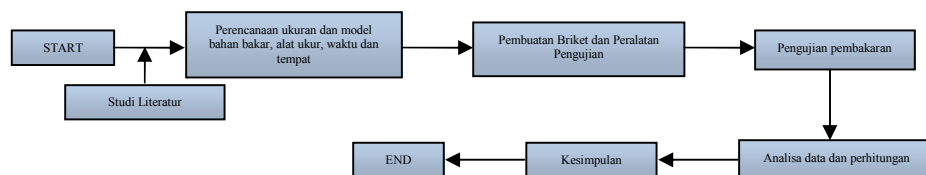
Tahap Pengujian Pembakaran

Adapun langkah-langkah pengujian pembakaran, yaitu :

1. Masukkan bricket ampas kopi seberat 80 gram ke dalam tungku pembakaran
2. Usahakan posisi bricket di dalam tungku rata agar udara yang melewatinya rata ke semua celah bricket
3. Sebelum dinyalakan timbang air dengan berat 1050 gram (1 liter) dalam panci uji coba
4. Tuangkan solar sebanyak 4 tetes diatas bricket dan letakkan ranting (pematik)
5. Nyalakan api dengan korek yang sudah disiapkan pada ranting dan biarkan api menyebar sendiri ke semua permukaan bricket
6. Setelah api benar-benar rata dan kuat menahan udara tambahan (exceed air) baru blower dinyalakan
7. Catat suhu awal air sebelum diletakkan di atas tungku
8. Letakkan panci di atas tungku dalam keadaan tertutup, dan taruh termometer pada lubang pengecekan di atas tutup panci.
9. Lakukan pengukuran suhu per 30 detik setelah panci di letakkan, sambil mengamati nyala api
10. Ukur pula suhu panci dari samping dan radiasi panas dari api pembakar
11. Dokumentasikan setiap kenaikan suhu per 30 detik dengan stopwatch yang sudah dipersiapkan.
12. Setelah suhu mencapai 97°C (untuk bricket yang sudah padam ditunggu sampai suhu tertinggi) lalu buka tutup panci agar air tidak tumpah
13. Catat suhu sampai api benar padam dan panci dalam keadaan terbuka sampai suhu turun 80°C.
14. Setelah suhu 80°C, blower dimatikan, panci diangkat lalu dibiarkan dingin dengan sendirinya sampai suhu 40°C untuk mengetahui berat air yang menguap dan abu dikeluarkan untuk ditimbang.

Evaluasi hasil uji pembakaran

Tujuan evaluasi ini untuk memaksimalkan performa pembakaran dengan mengetahui sifat-sifat dari bricket dengan begitu dapat dilakukan perubahan terhadap desain tungku dan pemilihan komposisi bricket sesuai kebutuhan.

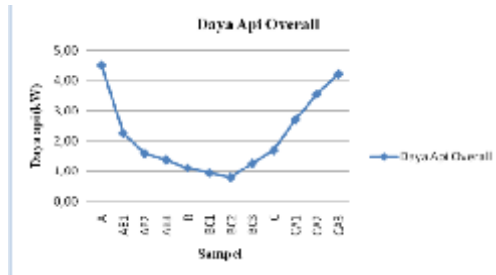


Gambar 5. Diagram alir Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fire Power (Daya Api)

Perhitungan daya api, seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya maka didapatkan :



Gambar 6. Grafik Daya api

Efisiensi Pembakaran

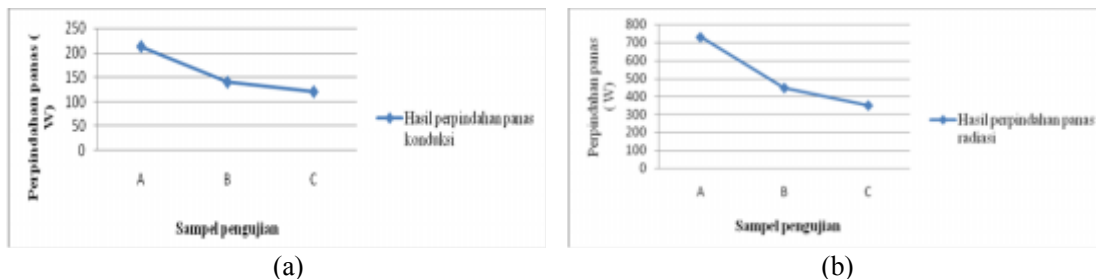
Dari perhitungan menurut dasar teori didapatkan data –data efisiensi pembakaran bricket, yaitu :



Gambar 7. Grafik Efisiensi thermal

Perpindahan Panas

Dari data-data pengujian didapatkan perpindahan panas seperti tabel dibawah ini :

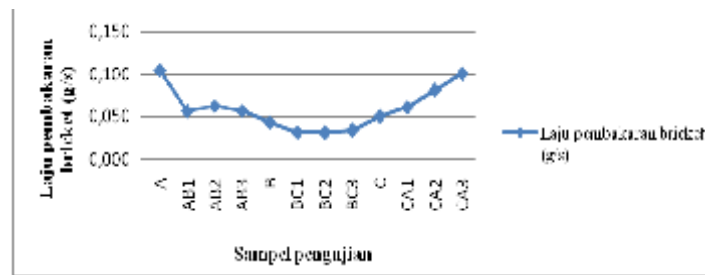


Gambar 8. Grafik Perpindahan panas (a) konduksi dan (b) radiasi

Laju Pembakaran Bricket

Laju pembakaran bricket dengan komposisi arang kopi/pirolisis dengan batubara sangat lambat terbakar karena perlu perlakuan khusus untuk tungku pembakarnya. Dilihat dari kalori yang dihasilkan *arang kopi* memiliki peluang untuk menjadi bahan bakar alternatif dengan efisiensi laju pembakaran yang rendah tetapi energi kalor yang dihasilkan besar.

Dari grafik dibawah ini setiap bricket dengan komposisi ampas kopi memiliki laju pembakaran yang tinggi, karena kemudahan terbakarnya sangat tinggi.

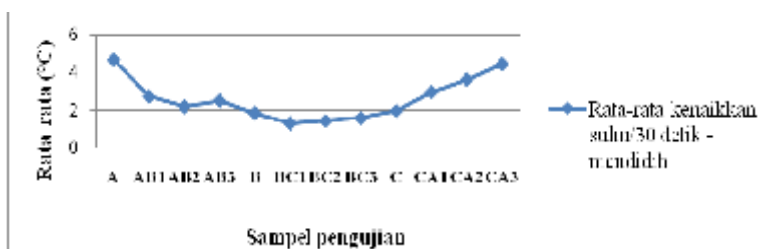


Gambar 9. Grafik Laju pembakaran bricket

Sifat-sifat Bricket lain selama Pembakaran

Dalam pengujian ini banyak sekali dilihat sifat-sifat dari bricket yang bervariasi antara komposisi satu dengan yang lain, antara lain :

Rata-rata kenaikan suhu

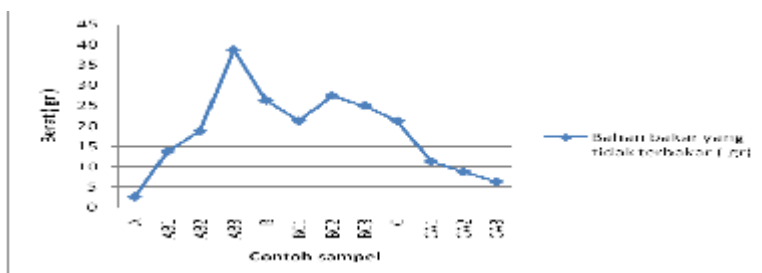


Gambar 10. Grafik Kenaikkan rata-rata suhu/30 detik

Dalam grafik terlihat bahwa bricket dengan komposisi ampas kopi memiliki rata-rata kenaikan suhu paling besar, semakin menurun bila dicampur dengan batubara dan tetap stabil pada pencampuran dengan arang kopi/pirolisis sekitar 1,5-2 (°C/30 detik) dan akan naik lagi bila arang kopi/pirolisis dicampur dengan ampas kopi. Jadi ampas kopi seolah berfungsi sebagai *energizer* dalam bricket. Secara garis besar laju pembakaran bricket sebanding dengan kenaikan suhu rata-rata bricket.

Bahan bakar yang tidak terbakar

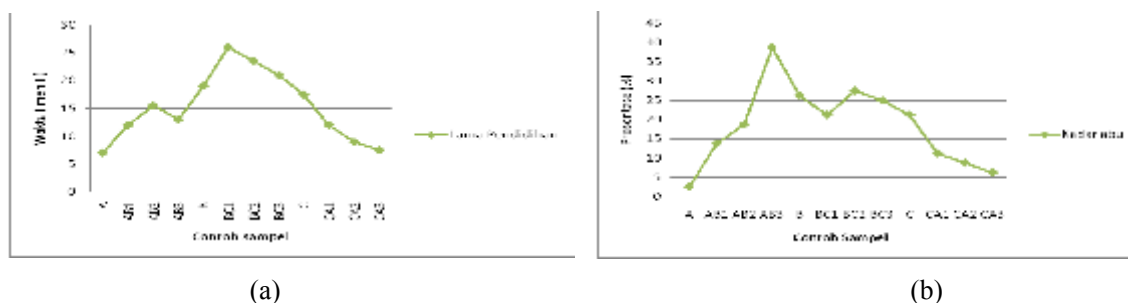
Disini batubara memiliki sifat yang paling sulit terbakar sempurna, sedangkan arang kopi dan ampas kopi hampir habis terbakar karena abu yang dihasilkan cenderung lebih ringan.



Gambar 11. Grafik Bahan bakar tak terbakar

Waktu untuk pendidihan

Dilihat pada grafik dibawah ini terlihat dimana keadaan lebih stabil bila dalam komposisi bricket dicampur dengan ampas kopi, semakin lama waktu pencapaian suhu didihnya maka semakin besar prosentase abu yang dihasilkan demikian sebaliknya.

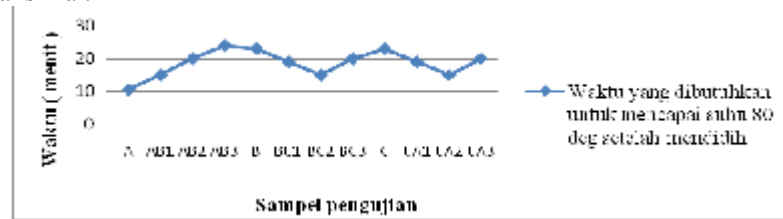


Gambar 12. Grafik (a) Waktu mencapai titik didih, (b) Kadar abu pembakaran (%)

Keadaan tidak stabil pada pencampuran arang kopi dengan batubara karena tidak ada yang berfungsi sebagai energizer. Disini juga terlihat arang kopi sekali lagi lebih cepat mencapai temperatur dididh daripada batubara.

Kemampuan mempertahankan panas

Di grafik terlihat ada penurunan pada BC2 ini dikarenakan saat pembakaran tidak mencapai temperatur maksimal.



Gambar 13. Kemampuan mempertahankan panas

Salah satu penyebabnya bricket pecah sebelum proses selesai sehingga menghambat laju pembakaran. Maka diperlukan suatu kepadatan tinggi dalam pencetakannya agar tidak mudah pecah. Batubara memiliki penurunan lebih lambat dari arang kopi karena kepadatan bricket sangat kompak, dan tidak mudah pecah sehingga dapat menyimpan panas dengan baik. Sedangkan ampas kopi memiliki laju penurunan tinggi karena sisa pembakaran langsung menjadi abu.

Pengamatan visual selama pembakaran

Dari pengujian pembakaran, selain data-data diatas secara visual tampak sifat-sifat fisik dari pembakaran bricket, antara lain :

- o Kemudahan terbakar paling baik adalah pada ampas kopi, sedangkan untuk arang kopi dan batubara perlu penyalaan yang agak lama, maka perlu dilakukan pencampuran dengan ampas kopi
- o Ampas kopi memiliki kandungan asap yang banyak ini dikarenakan didalam komposisi bricket masih terdapat senyawa aromatik dan alifatik seperti yang dijelaskan dalam diktat ITATS halaman 42, bahwa senyawa aromatic selalu berasap pada pembakarannya.
- o Karena banyak karbon yang belum terikat sempurna maka jelaga yang dicampur dengan ampas kopi akan terlihat semakin banyak, dimana senyawa karbon ikut terbang bersama asap dan senyawa mudah menguap (volatile matternya).
- o Bau/aroma kopi akan semakin terasa bila bricket yang kandungan ampas kopi lebih banyak, sedangkan untuk bricket dengan kandungan batubara bervariasi antara bau sulfur dan ampas kopi.
- o Nyala api untuk bricket ampas kopi sangat besar berbanding terbalik dengan arang kopi dan batubara. Ini berbanding lurus dengan laju pembakarannya.

Segi Ekonomis

Sesuai data yang dijelaskan pada bab pendahuluan bahwa tujuan pemanfaatan bricket yaitu untuk perusahaan sendiri untuk menekan biaya produksi dan untuk usaha kecil – menengah sebagai suatu peluang usaha.

Bagi Perusahaan

Dengan produksi limbah sebesar 340 ton/bulan sudah menghasilkan bahan bakar sebanyak 55% dari total batubara yang dikonsumsi tiap bulan. Bila diambil sampel bahan bakar dengan komposisi 50%-50% dan sisa 40 ton untuk pemanasan awal maka didapat pengurangan pengeluaran/bulan sebesar Rp 350.000.000,- Kerusakan bag filter disini tidak terjadi karena batubara yang dibakar dalam keadaan padat dan akan terbakar habis bersama ampas kopi. Dan abu atau fly ash yang dihasilkan tidak akan sebanyak sebelum pemakaian limbah ampas kopi.

Peluang usaha

Setelah dilihat dari total pengeluaran perhari limbah ampas kopi dalam 1 perusahaan saja sekitar 13,6 ton, hal ini sangat menguntungkan bila dapat memaksimalkan pengolahan dari bricket tersebut. Sangat diyakini bahwa perusahaan lain sebagai kompetitor akan berusaha memproduksi produk yang sama sehingga kuantitas limbah yang dihasilkan akan semakin banyak.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik suatu kesimpulan, antara lain :

1. Limbah ampas kopi bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar sebagai energi alternatif dalam bentuk bricket biomass, dilihat dari kalori yang dihasilkan yaitu ampas kopi 5764 cal/g, dan arang kopi 6779 cal/g dibandingkan dengan batubara yang digunakan PT. Santos Jaya Abadi 3 sebesar 5141 cal/g. Kualitas energi panas dari bricket kopi rata-rata lebih besar dari bricket biomass yang sudah ada.
2. Untuk peluang usaha sangat terbuka, karena kapasitas limbah untuk ke depannya akan semakin besar.
3. Dengan tungku uji coba rata-rata pembakaran arang kopi/pirolisis memiliki performa terendah, hal ini berbanding terbalik dengan kualitas kalornya. Hal ini disebabkan bricket arang kopi (sampel C) memiliki tingkat kepadatan terendah sehingga hancur lebih dulu saat pembakaran atau waktu handling.

Saran

1. Penelitian ini dilakukan dengan alat dan media terbatas tetapi keakuratan bisa dipertanggungjawabkan, tetapi kendala utama adalah kapasitas dari mesin kempa. Maka bila dilakukan pengkajian lebih lanjut diharapkan dilakukan dengan mesin kempa yang lebih efektif sehingga menghasilkan data-data yang lebih bervariasi.
2. Bricket ampas kopi memiliki energi kalor yang besar dan dapat dilakukan penelitian untuk kandungan gas dan minyak alami sebagai bahan bakar biodiesel.
3. Untuk penelitian memerlukan dana yang tidak sedikit, maka diharapkan pihak-pihak yang peduli terhadap perkembangan riset memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk berinovasi dengan bimbingan dan bantuan dana penelitian maka masalah energi ini dapat lekas ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, R. 1991. *Briket Arang Lebih Baik dari Kayu Bakar*. *Neraca* 10(4) : 21-22.
- [2] Abdullah, K. 2002. *Biomass Energy Potential and Utilization in Indonesia*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] Agustina, S.E. dan A. Syafrian. 2005. *Mesin Pengempa Briket Limbah Biomasa, Salah Satu Solusi Penyediaan Bahan Bakar Pengganti BBM untuk Rumah Tangga dan Industri Kecil*. Dalam Seminar Nasional dan Kongres Perteta, Bandung.
- [4] Agustina, S.E. 2006. *Densification Technology*. Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Agustina, S.E. 2007. *Potensi Limbah Produksi Bio-Fuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Paper pada Konferensi Nasional Pemanfaatan Hasil Samping Industri Bio-Fuel Serta Peluang Pengembangan Industri Integratednya, Jakarta.
- [6] Anonim, 2012c. Standar Nasional Indonesia bubuk kopi. http://www.bi.go.id/web/id/DIBI/Info_Ekspertir/Profil_komoditi/StandartMutu/mutu_kopi.html. Akses Tanggal 20 Oktober 2012. Makassar

- [7] Clarke, R. J. and Macrae, R. 1987. Coffe Technology (Volume 2). Elsevier Applied Science, London and New York.
- [8] Mulato, Sri. 2002. Simposium Kopi 2002 dengan tema Mewujudkan perkopian Nasional Yang Tangguh melalui Diversifikasi Usaha Berwawasan Lingkungan dalam Pengembangan Industri Kopi
- [9] <http://www.energiterbarukan.net>
- [10] <http://www.esdm.go.id>
- [11] <http://www.mesdm.net>