

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Sudarja^{*}, Kuncoro Diharjo^{**}, & J. Pramana Gentur Sutapa^{***}

^{*}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
H/P : 08156896540, e-mail: SUDARJA_MSN@YAHOO.COM

^{**}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.

^{***}program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan,
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

ABSTRAK

pengolahan buah sawit di industri sawit menyisakan limbah serat buah sawit yang menumpuk di lingkungan perusahaan, dan mayoritas hanya digunakan sebagai urug atau dibakar. sebaliknya, masyarakat membutuhkan bahan bakar alternatif pengganti bbm, mengingat ketersediaan bbm yang makin menipis dan harganya relatif mahal. oleh karena itu kajian tentang pengolahan limbah biofiber (serat sawit) sebagai bahan bakar alternatif dipandang penting dan mendesak untuk dilakukan. Bahan utama penelitian adalah limbah sawit, dan perekat pati. serat dan cangkang sawit yang memiliki kandungan c tinggi diarangkan, yaitu dibakar pada tabung tertutup (menggunakan retort). selanjutnya dibentuk briket arang dilakukan dengan mencampur serbuk arang dengan perekat pati kemudian ditekan pada cetakan dengan mesin pres. pengujian yang dilakukan terhadap briket arang ini meliputi uji: kadar air (berdasarkan astm d-3173), nilai kalor (astm d-5865), kadar abu (astm d-3174), kadar zat menguap (astm d-3175) dan kadar karbon terikat (astm d-3172). Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang terbuat dari campuran cangkang dan serat sawit memiliki nilai kalor rata-rata 7.121,57 k kal/kg, kadar air rata-rata 8,9 %, kadar zat menguap rata-rata 18,43% dan kadar abu rata-rata 4,46%. untuk menentukan kelayakan penggunaan briket arang dari limbah sawit ini, perlu dilakukan dua penelitian lanjutan, yaitu tentang persentase abu terbang dan uji ekonomis.

Kata kunci : limbah sawit , briket arang, nilai kalor

PENDAHULUAN

Berbagai jenis tanaman serat tumbuh subur di Indonesia, seperti kenaf, sawit, rosella, rami, dan *abaca*. Berbagai perusahaan sawit menghasilkan limbah serat buah sawit yang berlimpah. Serat sawit termasuk serat pendek, berdiameter besar dan keras. Sebagian kecil dari limbah serat sawit hanya digunakan sebagai

media pertumbuhan ketapang. Sisanya yang lebih banyak lagi menumpuk di industri dan biasanya hanya digunakan sebagai *urug* atau dibakar begitu saja. Serat sawit sebagai *celulosa fiber (biofiber)* didominasi unsur C (karbon) yang memiliki kandungan energi yang besar.

Di sisi lain, krisis bahan bakar menuntut adanya pengembangan riset yang mampu menemukan bahan bakar alternatif terbarukan. Serat sawit merupakan biofiber dengan kandungan C yang tinggi merupakan alternatif sumber energi terbarukan yang belum dimanfaatkan. Rekayasa briket arang dari bahan limbah biofiber sebagai bahan bakar alternatif, dipandang mendesak untuk dilakukan.

Tujuan utama penelitian ini adalah merencanakan pengolahan limbah serat sawit menjadi produk briket arang sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Penelitian ini juga merupakan tahapan penuntasan pengolahan limbah buangan industri sawit menjadi produk komersial yang memiliki nilai teknologi dan nilai ekonomi tinggi. Untuk mencapai tujuan utama tersebut di atas, maka dilakukan penelitian-penelitian spesifik dengan tujuan khusus sebagai berikut:

1. Mengkaji proses manufaktur briket arang dari bahan serqat dan cangkang sawit dengan bahan perekat pati.
2. Menyelidiki nilai kalor, kandungan abu, *volatile matter*, dan densitas briket arang *biofiber*. Hasil ini akan diverifikasi dengan briket arang dari bahan lainnya yang sudah diteliti sebelumnya (kayu bangkirai, kayu karet, serbuk gergajian kayu *acacia auriculiformis*, kayu nangka, dan batang kelapa).
3. uji kelayakan/ nilai ekonomis penggunaan briket biofier sebagai bahan bakar alternatif.
4. Melakukan publikasi

Dalam penelitian ini rumusan masalahnya adalah memanfaatkan limbah serat sawit yang tidak bernilai menjadi produk komersial yang bermanfaat dengan nilai teknologi dan nilai jual tinggi.

Arang adalah residu yang berbentuk padat hasil dari pembakaran pada kondisi terkontrol (Soeparno, 1993). Hartoyo dan Tjutju N.S.(1976) mengatakan bahwa arang adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi karena penguraian kayu akibat perlakuan pemanasan. Peristiwa ini terjadi pada pemanasan kayu langsung atau tidak langsung dalam timbunan, kiln, tanur tanpa udara atau dengan udara terbatas. Sedangkan menurut Sudrajat (1997) arang adalah hasil proses pembakaran tanpa udara yang mengeluarkan sebagian besar zat non karbon dalam bentuk cair atau gas.

Briket adalah perubahan bentuk dari bentuk curah menjadi bentuk padat yang dihasilkan dari pemampatan komponen penyusunnya yang disertai panas (Nadapdap dan Budiarto dalam Afianto 1994), selanjutnya Hartoyo,dkk (1978) mengatakan bahwa briket arang adalah arang yang diubah bentuk, ukuran dan kerapatannya dengan cara mengempa serbuk yang dicampur dengan perekat. Beglinger dalam Hartoyo dan Tjutju N.S. (1976) mengelompokkan arang kayu

berdasarkan penggunaannya, yaitu : keperluan rumah tangga, keperluan metalurgi dan penetralisir limbah (sebagai karbon aktif)

Nilai kalor adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan per satuan berat dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar (Syachry, 1983). Nilai kalor dinyatakan dalam satuan *British Thermal Unit* (BTU) atau Kalori.

Nilai kalor yang dihasilkan oleh kayu akan memberikan nilai yang berbeda untuk masing-masing jenis kayu. Nilai kalor untuk kelompok kayu daun sekitar 4930 Kal/kg, sedangkan untuk kelompok kayu jarum sebesar 5220 Kal/g (Panshin A.J. de Zeeuw, 1970). Demikian juga halnya dengan serat. Brame yang disadur oleh Syachry (1983) berpendapat bahwa yang sangat mempengaruhi nilai kalor kayu adalah karbon, lignin dan zat resin, sedangkan kandungan selulosa kayu tidak begitu berpengaruh terhadap nilai kalor kayu. Soeparno dan Suranto (1990) menyatakan bahwa nilai kalor kayu dipengaruhi oleh kerapatan kayu, kadar air, kadar lignin dan kadar ekstraktif. Nilai kalor arang lebih tinggi dari nilai kalor kayu karena unsur-unsur yang terdapat dalam arang merupakan dua per tiga dari minyak bakar, sedangkan kayu seperempat atau dua per lima dari minyak bakar. Nilai kalor arang berhubungan dengan kadar karbon terikat, dimana semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi pula nilai kalornya, karena setiap reaksi oksidasi akan menghasilkan kalor (Sudrajat, 1983). Sedangkan Soeparno (1999) menyebutkan bahwa tingginya nilai kalor yang dimiliki oleh arang disebabkan karena tingginya nilai kalor dari minyak bakar (*fuel oil*) yang terdapat di dalam arang, yaitu sekitar 70 %. Micuta (1985) menyebutkan bahwa besarnya kandungan zat arang (karbon) akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor yang dihasilkan oleh arang lebih besar dari pada kayu, karena kandungan zat arang yang dimiliki oleh arang lebih banyak dibandingkan kandungan zat arang yang dimiliki oleh kayu.

Djarmiko dkk (1981) mendefinisikan karbon terikat sebagai fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, air dan zat mudah menguap. Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang, karena karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi karbon terikat dalam suatu arang maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan karena pada proses pembakaran setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan panas. Besarnya kadar karbon terikat dalam arang mempunyai hubungan terbalik dengan besarnya kadar zat mudah menguap. Semakin besar kadar zat mudah menguap maka kadar karbon terikat menjadi semakin rendah. Djarmiko dkk (1981) menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan kadar karbon terikat tinggi, tetapi mempunyai kadar abu rendah.

Untuk mendapatkan sifat fisik briket arang (kadar air, berat jenis, nilai kalor) dan sifat-sifat kimia (kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat) dilakukan pengujian briket arang dengan mengikuti standard ASTM yang sesuai.

Kadar air

Prosedur pengujian kadar air briket arang mengikuti ASTM D-3173 dan perhitungannya mengikuti persamaan :

$$KA = [(a - b)/a] \times 100 \quad (1)$$

engan : a : berat sampel (gram)

B : berat sampel setelah dikeringkan dalam tanur (gram)

Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor briket arang mengikuti prosedur sebagaimana diatur dalam ASTM D-2015 dan ASTM D-5865-03 (ASTM D-2015 diskontinyu pada tahun 2000 dan masuk pada ASTM D-5865-03). Kapasitas kalor dihitung dengan persamaan :

$$E = [(H_c \times m) + e_1 + e_2]/t \quad (2)$$

dengan : E : kapasitas kalor kalorimeter, (J/°C)
H_c : kalor pembakaran asam bensoat, (J/gr)
m : berat asam bensoat (gr)
e₁ : koreksi asam (ml Na₂CO₃ standard)
e₂ : koreksi kalor pembakaran dari kawat
t : kenaikan temperatur terkoreksi (°C)

e₁ adalah volume sodium karbonat (Na₂CO₃) yang digunakan dalam titrasi (ml). 1 ml dari larutan ini ekuivalen dengan 4,2 J (1,0 kalori) dalam titrasi asam.

$$e_2 = K_1 \times l \quad (3)$$

dengan :

l : panjang kawat yang terbakar selama pembakaran (mm)
K₁ : = 0,96 J/mm (0,23 kal/mm) jika menggunakan No 34 B&S gage Chromel C
= 1,13 J/mm (0,27 kal/mm) jika menggunakan No 34 B&S gage Iron wire
= 0,00 J/mm untuk platina atau kawat palladium

Kenaikan temperatur terkoreksi (t) dihitung dengan persamaan :

$$t = t_c - t_a + C_e + C_r + C_s \quad (4)$$

dengan :

t_c : temperatur awal pembakaran
t_a : temperatur akhir pembakaran

- C_e: koreksi termometer, *emergent stem*
- C_r: koreksi radiasi
- C_s: koreksi seting termometer

Selanjutnya nilai kalor (Q_{gross}) dihitung dengan persamaan :

$$Q_{\text{gross}} = [(t.E) - e_1 - e_2 - e_3 - e_4]/m \quad (5)$$

dengan

- e₃ : koreksi sulfur
- e₄ : koreksi pembakaran
- m : massa sampel (gr)

Kadar Abu

Abu dalam biomass terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap atau hilang dan akan tetap tinggal selama proses pengabuan. Prosedur pengujian dan perhitungan kadar abu mengacu pada ASTM D-3174. Persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{Kadar abu} = [(A-B)/C] \times 100 \quad (6)$$

dengan :

- A : berat cawan dan abu (gram)
- B : berat cawan kosong (gram)
- C : berat sampel (gram)

Kadar Zat Mudah Menguap

Prosedur pengujian dan perhitungan kadar zat mudah menguap mengacu pada ASTM D-3175. Persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{Kadar zat mudah menguap} = [(A-B)/A] \times 100 \quad (7)$$

dengan :

- A : berat sampel yang digunakan (gram)
- B : berat sampel setelah pemanasan (gram)

Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat adalah fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, zat mudah menguap dan air. Prosedur pengujian dan perhitungan kadar Karbon Terikat mengacu pada ASTM D-3172. Persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{Kadar karbon terikat} = 100 - (\% \text{ kadar air} + \% \text{ kadar abu} + \% \text{ kadar zat mudah menguap}) \quad (8)$$

dengan :

A : berat sampel yang digunakan (gram)

B : berat sampel setelah pemanasan (gram)

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Serat dan cangkang sawit sebagai limbah industri minyak sawit.
- b. Tetes tebu atau pati untuk bahan perekat briket arang
- c. Aquades untuk proses pengujian nilai kalor serta pengujian berat jenis briket arang.
- d. Asam benzoat untuk peneraan alat bom kalorimeter pada pengujian nilai kalor briket arang
- e. Methyl orange untuk proses titrasi pada pengujian nilai kalor briket arang
- f. Oksigen murni 99,5% untuk mengisi tekanan bom kalorimeter pada proses pengujian nilai kalor briket arang
- g. Sodium karbonat (Na_2CO_3) untuk pembuatan larutan titrasi pada proses pengujian nilai kalor briket arang
- h. Kawat Nikel untuk pengujian nilai kalor briket arang

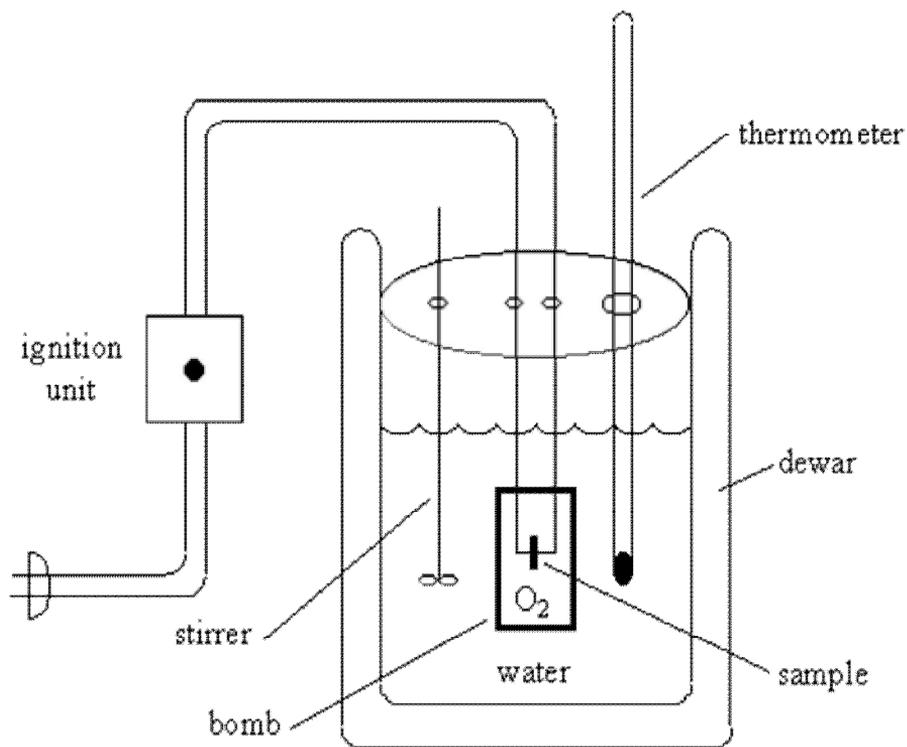


Gambar 1. Limbah serat sawit

Alat Penelitian

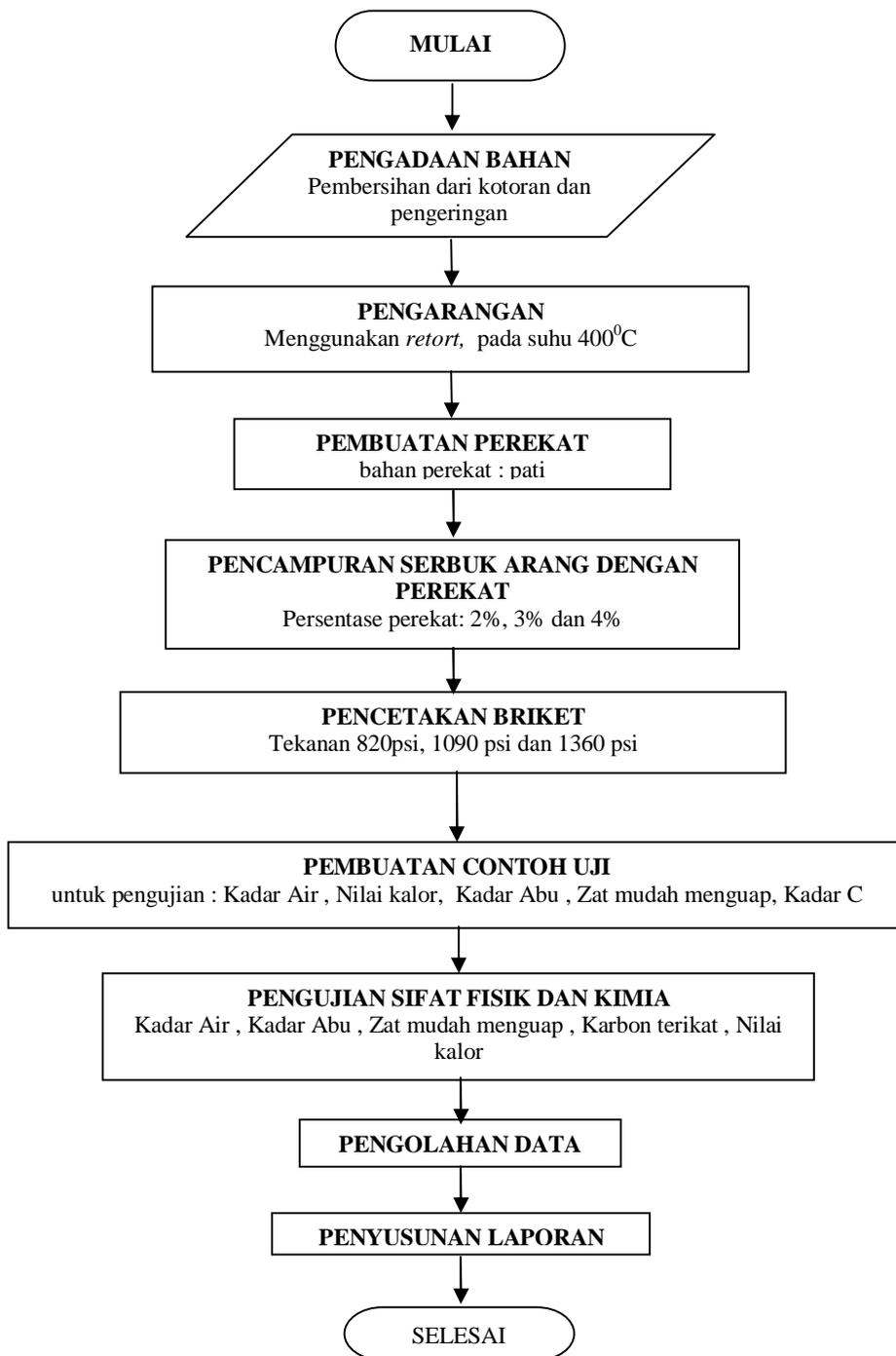
Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi :

- a. Saringan ukuran 45 mesh
- b. Neraca analit elektrik merk ohaus dengan ketelitian 10^{-3} gram untuk menimbang serbuk arang dan contoh uji
- c. Retort untuk mengarangkan serbuk gergaji menjadi serbuk arang
- d. Alat pencetak briket berbentuk silinder dengan ukuran diameter 4,5 cm
- e. Mesin kempa untuk mengepres briket arang
- f. Alat untuk mengeluarkan briket arang
- g. Gergaji tangan untuk memotong contoh uji briket arang
- h. Bor kecil untuk melubangi contoh uji
- i. Kalorimeter bom oksigen No 3403 untuk pengukuran nilai kalor arang
- j. Stopwatch untuk pengukuran pertambahan waktu pada pengujian nilai kalor
- k. Erlenmeyer 50 ml sebagai wadah indikator methyl orange
- l. Pipet untuk meneteskan larutan methyl orange
- m. Buret 50 ml untuk pengukuran titrasi asam pada pengukuran nilai kalor
- n. Gelas piala 100 ml untuk menampung air cucian dari silinder bom yang akan dititrasi
- o. Cawan porselin untuk wadah contoh uji
- p. Oven untuk mengeringkan contoh uji kadar air dan berat jenis briket arang
- q. Desikator untuk mendinginkan contoh uji setelah dikeluarkan dari dalam oven
- r. Gelas piala 500 ml sebagai wadah aquades pada pengukuran berat jenis
- s. Tanur listrik untuk pengujian kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat



Gambar 2. Konstruksi Kalorimeter Bom

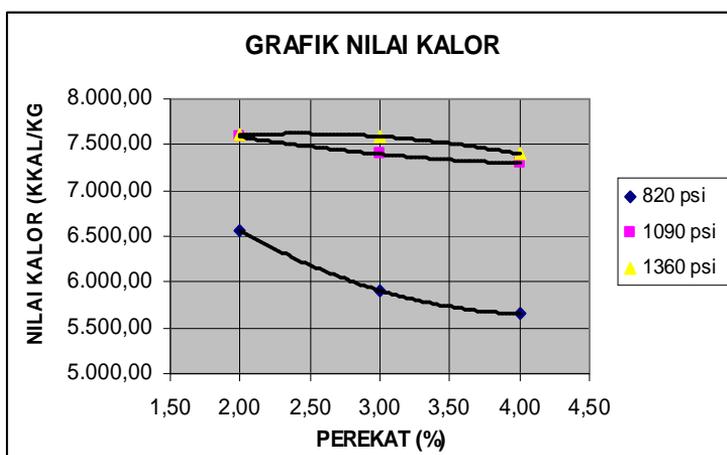
Penelitian dilakukan dengan cara dan prosedur sebagaimana ditunjukkan dalam diagram alir berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

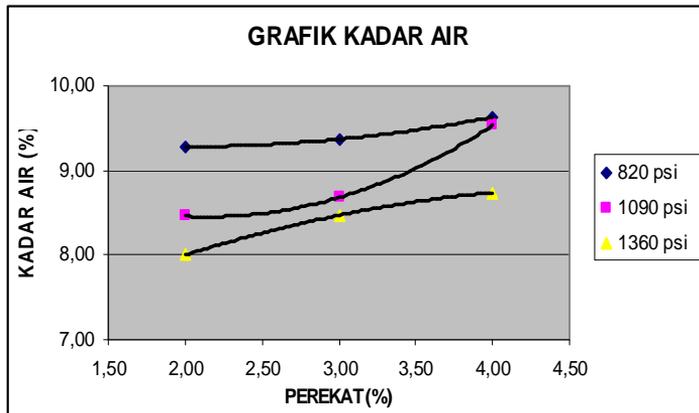
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara persentase perekat, tekanan kompaksi briket dan nilai kalor briket arang serat dan cangkang sawit yang merupakan limbah industri sawit. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai kalor berbanding lurus terhadap tekanan kompaksi dan berbanding terbalik dengan persentase perekatnya. Kenaikan tekanan dari 820 psi ke 1090 psi berimplikasi kenaikan nilai kalor yang sangat signifikan, sedangkan pada tekanan diatas 1090 psi, kenaikan tekanan tidak begitu mempengaruhi besarnya nilai kalor.

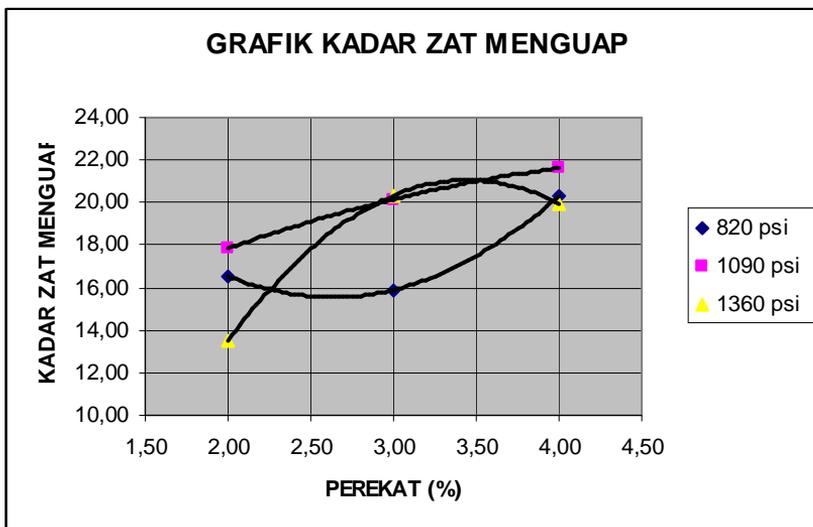


Gambar 4. Nilai kalor briket arang serat dan cangkang sawit

Berbeda dengan nilai kalor, besarnya kadar air briket arang (sebagaimana dilukiskan pada Gambar 5) berbanding lurus terhadap persentase perekat dan berbanding terbalik terhadap tekanannya. Pada tekanan 820 psi dan 1360 psi garis *trend* hampir lurus (mendekati linier) sedangkan pada tekanan 1090 psi garisnya mempunyai kecenderungan melengkung (eksponensial).



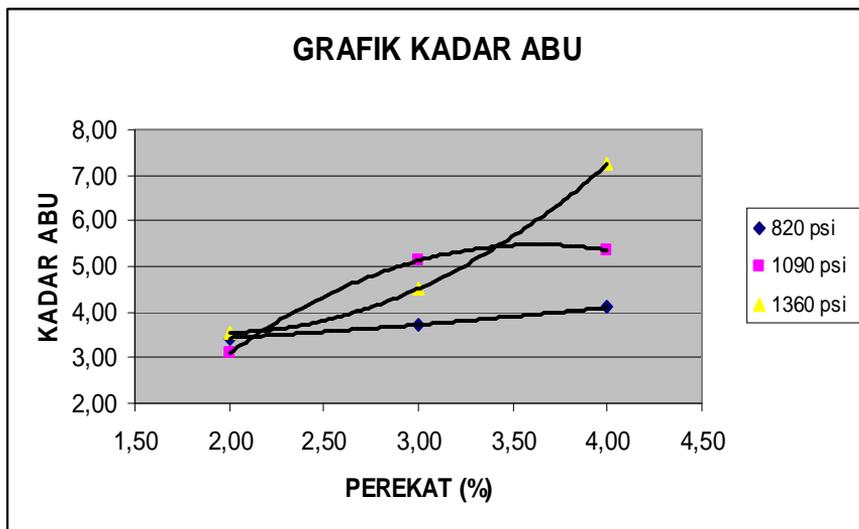
Gambar 5. Kadar air briket arang serat dan cangkang sawit



Gambar 6. Kadar zat mudah menguap

Kadar zat menguap (Gambar 6) berbanding lurus terhadap persentase perekat, semakin tinggi persentase perekat semakin tinggi kadar zat menguapnya, sedangkan pengaruh tekanan terhadap kadar zat menguapnya tidak memiliki *trend* yang konsisten.

Seperti halnya kadar zat menguap, Kadar abu (Gambar 7) berbanding lurus terhadap persentase perekat, semakin tinggi persentase perekat semakin tinggi kadar abunya, sedangkan pengaruh tekanan terhadap kadar zat abu tidak memiliki *trend* yang konsisten.



Gambar 7. Kadar abu

KESIMPULAN

1. Briket arang campuran serat dan cangkang sawit (limbah industri sawit) dengan tekanan 1090 psi ke atas, mempunyai nilai kalor (*gross calorific value*) cukup tinggi yaitu di atas 7300 kal/gr dan memenuhi standard Jepang (6000-7000), standard Inggris (7300) maupun standard Amerika (6500), sehingga sangat layak untuk diproduksi dan digunakan secara luas.
2. Nilai kalor yang digambarkan sebagai fungsi dari persentase perekat dan tekanan kompaksi memiliki kecenderungan yang berlawanan dengan grafik kadar air. Dari kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar air dalam briket arang, maka nilai kalornya akan semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afianto, A., 1994, *Pengaruh Perbedaan Jenis Kayu, Ukuran dan umlah Serbuk terhadap Rendemen, Fisik dan Nilai Kalor Arang Briket*, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. (Skripsi, tidak diterbitkan).
- Annual Books of ASTM Standards volume 05.06, 2003, *Gaseous Fuel; Coal and Coke*, PA USA.

- Djatmiko, B.S. Ketaren, dan S. Setyahartini, 1981, *Arang Pengolahan dan Kegunaannya*, Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Hartoyo dan Tjuju Nurhayati S., 1976, *Rendemen dan Sifat Arang Beberapa Jenis Kayu Indonesia*, Laporan No. 62. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Badang Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Micuta, W., 1985, *Modern Stoves For All*, Revised edition. Intermediate Technology Publications. UK.
- Nurhayati, T.D. Setiawan dan Mahpudin. 2000, *Produksi Arang dan Distilat Ramah Lingkungan*, Prosiding Lokakarya Penelitian Hasil Hutan. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Departemen Kehutanan Bogor.
- Soeparno, 1993, *Pengaruh Tekanan Waktu Kempa dan Jenis Serbuk Pada Pembuatan Arang Gergajian Terhadap Rendemen dan Nilai Panas*, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Soeparno. 1999, *Pengolahan Arang di Pedesaan Sebagai Usaha Meningkatkan Manfaat Kayu dan Pendapatan Petan*, Prosiding Seminar Sehari Dalam Rangka 70 th Prof. Soenardi. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sudrajat, 1997, *Teknologi Pengolahan Hasil Hutan Untuk Peningkatan Nilai Tambah dan Daya Saing Pasar : Prospek dan Kendala Dalam Perdagangan Bebas*, Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama Departemen Keutanan Badan Penelitian dan Pengembangan kehutanan. Jakarta.
- Syachry, T.N., 1983, *Sifat Arang, Briket Arang dan Alkohol Yang Dibuat Dari Limbah Industri Kay.*. Laporan PPPHH No. 165 pp 27-33. Bogor.