

Rancang Bangun dan Uji Kinerja *Kiln* untuk Tempurung Kemiri

(Design and Performance of Kiln for Candlenut Shell)

Rustam Efendi^{1*}, Sungkono²

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor
 Kampus IPB Dramaga

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo, Km. 5

e-mail: rustamefendi032@gmail.com^{*1}, sungkono@umi.ac.id²

Abstrak

Biomassa merupakan salah satu energi terbarukan. Biomassa berupa produk sisa/limbah pertanian yang tidak memiliki nilai bagi masyarakat dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Tempurung kemiri adalah salah satu biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Biomassa tempurung kemiri bisa diubah menjadi biobriket melalui tahapan proses karbonisasi dengan metode pirolisis. Kiln merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pirolisis. Pirolisis tempurung kemiri menggunakan kiln model tabung dengan suhu 370°C berlangsung selama 4-5 jam telah menghasilkan arang. Arang kemudian diubah menjadi biobriket (berbentuk oval) yang memiliki nilai kalor 5942 - 6090 kal/g.

Kata kunci : *biobriket, biomassa, tempurung kemiri, kiln, pirolisis*

Abstract

Biomass is one of the renewable energy. Biomass from residue of agricultural products that have not any values again toward society can be utilized as fuel for producing energy. Candlenut shell is one of the biomass that can be used as an alternative fuel. Candlenut shell biomass can be converted into biobriquettes through the stages of the carbonization process using the pyrolysis method. Kiln is a tool used for pyrolysis. The pyrolysis of candlenut shells using a tube modeled kiln with a temperature of 370°C conducted for 4-5 hours has produced biochar. These biochar then converted into biobriquettes (oval model) with a calorific value of 5942 - 6090 kal/g.

Keywords : *biobriquettes, biomass, candlenut shell, kiln, pyrolysis*

1. PENDAHULUAN

Biomassa merupakan salah satu energi terbarukan. Salah satu biomassa yang bisa digunakan untuk bahan bakar adalah tempurung kemiri. Tempurung kemiri pada umumnya adalah limbah biomassa dari pertanian yang tidak memiliki nilai bagi masyarakat. Di sisi lain, limbah biomassa tempurung kemiri ketika dibuang di sembarang tempat dapat membahayakan bagi masyarakat khususnya pejalan kaki yang tidak menggunakan alas kaki karena tempurung kemiri ini keras dan tajam. Upaya yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan ini dan sekaligus menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari biomassa yakni mengubahnya menjadi biobriket. Tempurung kemiri dapat diubah menjadi biobriket menggunakan metode pirolisis. *Kiln*

merupakan suatu alat yang digunakan untuk pirolisis atau pengarangan. Proses pengarangan metode pirolisis adalah proses mengubah biomassa (bahan baku) menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup, udara dibatasi seminimal mungkin. Perancangan *kiln* untuk karbonisasi (pengarangan) biomassa telah dilakukan, misalnya terhadap kulit durian yang menghasilkan nilai kalor sebesar 4648,46 kal/g [1], cangkang kelapa sawit (6196 kal/gr) dan sekam padi (3599 kal/g) [2], kulit tanduk kopi (6272.68 kal/g) dan cangkang kemiri (7090.95 kal/g) [3]. Hanya saja semua kiln pirolisis menggunakan sistem pembakaran langsung pada bahan baku (biomassa). Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini akan dirancang kiln yang bahan baku (biomassa) dan sumber pembakaran yang berbeda.

Proses pengarangan terdiri dari empat tahap di antaranya 1) pada suhu 100-120°C terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa. Destilat mengandung asam organik dan sedikit metanol. Asam cuka terbentuk pada suhu 200-270°C, 2) pada suhu 270-310°C reaksi eksotermik berlangsung dimana terjadi peruraian selulosa secara intensif menjadi larutan pirolignat, gas kayu dan sedikit ter. Asam pirolignat merupakan asam organik dengan titik didih rendah seperti asam cuka dan methanol sedang gas kayu terdiri dari CO dan CO₂, 3) pada suhu 310-500°C, terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak ter sedang larutan pirolignat menurun. Gas CO₂ menurun sedang gas CO, CH₄ dan H₂ meningkat, dan 4) pada suhu 500-1000°C terjadi tahap pemurnian atau peningkatan kadar karbon [4]. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kinerja *kiln* yang telah dirancang untuk proses pirolisis tempurung kemiri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja dari *kiln* yang telah dirancang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan perancangan *kiln*. *Kiln* dirancang menggunakan bahan berupa pelat stainless steel, dengan diameter *kiln* 30 cm untuk tabung penyimpanan biomassa tempurung kemiri dan tinggi 50 cm, pipa stainless steel diameter 5,8 inci dan panjang 30 cm sebagai lubang keluar gas dan asap cair; sedangkan tungku pembakaran terbuat dari drum dengan diameter 57 cm dan tinggi 60 cm. Alat yang digunakan adalah mesin las listrik, mesin gerinda tangan, dan meter rol. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer kaca. Proses pembuatan *kiln* diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses perancangan *kiln* : a. pembuatan tabung penyimpanan tempurung kemiri, b. pembuatan tabung tungku pembakaran

Penyiapan bahan baku tempurung kemiri yang telah dikeringkan dan sudah siap untuk dimasukkan ke dalam *kiln* (Gambar 2). Tempurung kemiri dipastikan telah melalui proses

pengeringan secara merata agar pada saat proses pirolisis dapat menghasilkan bioarang yang merata dan siap diolah menjadi biobriket.



Gambar 2 Tempurung kemiri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Kiln* Hasil Rancangan

Kiln yang dirancang untuk pirolisis tempurung kemiri terdiri dari tabung penyimpanan tempurung kemiri, tabung tungku pembakaran, termometer kaca, dan pipa saluran keluar gas dan asap cair. Hasil rancangan *kiln* untuk tempurung kemiri dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan:

1. Pipa saluran keluar gas dan asap cair
2. Termometer kaca
3. Tabung penyimpanan t. kemiri
4. Tabung tungku pembakaran (drum)

Gambar 3 *Kiln* hasil rancangan

3.2 Proses Pirolisis Tempurung Kemiri

Proses pirolisis dilakukan dengan suhu konstan yakni 370°C , proses berlangsung selama 4-5 jam secara tertutup (Gambar 4). Bahan bakar dari pirolisis ini berbeda antara biomassa pembakar dan biomassa yang akan dijadikan bioarang (tempurung kemiri). Selain arang (*char*), proses pirolisis juga menghasilkan asap cair dan gas [5]. Selain dengan metode pirolisis, gas dari suatu biomassa dapat juga dihasilkan menggunakan metode gasifikasi [6]. Selama proses berlangsung terdapat gas yang keluar dari pipa tabung penyimpanan tempurung kemiri dan gas ini tidak ditampung. Gas yang dihasilkan sebenarnya dapat dipergunakan langsung sebagai energi sirkulasi untuk proses pirolisis. Hanya saja pada penelitian ini tidak dirancang aliran gas untuk pembakaran. Penelitian ini hanya berfokus pada kualitas bioarang yang ingin didapatkan. Metode pirolisis lambat menghasilkan arang yang banyak karena proses pembakaran berlangsung tertutup dan udara yang berada di dalam tabung penyimpanan bisa dikatakan sangat sedikit, bahkan yang dihasilkan berupa gas dan asap cair [7]. Suhu penyimpanan tempurung kemiri diukur menggunakan termometer kaca yang terpasang pada bagian atas tabung penyimpanan.



Gambar 4 Proses pirolisis tempurung kemiri

3.3 Kualitas Bioarang yang Dihasilkan

Bioarang yang dihasilkan dari proses pirolisis ini memiliki kualitas yang secara visual baik, karena arang yang dihasilkan merata. Secara uji laboratorium juga diperoleh kadar air sebesar 3,98%, kadar abu 6,64%, zat terbang (*volatile matter*) 25,68%, dan kadar karbon 63,72%. Merujuk pada perbandingan kualitas arang yang dilakukan oleh Alpian, *et al.* [8], kualitas arang yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar. Hasil dari bioarang yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Bioarang tempurung kemiri hasil pirolisis

3.3 Durasi Pembakaran

Bioarang yang dihasilkan dari proses pirolisis ini juga dibuat biobriket dalam bentuk oval dengan massa 43,1 g. Berdasarkan hasil uji kalor, nilai kalor yang dimiliki berkisar 5942 - 6090 kal/g dan kerapatan (ρ) 0,672-0,700 g/cm³. Hanya saja nilai kalor tempurung kemiring yang didapatkan oleh Azmi [3], lebih tinggi karena suhu pada saat pirolisis mencapai 629°C. Pada saat pengujian, pembakaran biobriket dapat bertahan hingga 100 menit. Durasi pembakaran juga sangat dipengaruhi oleh struktur, kandungan karbon terikat, dan tingkat kekerasan bahan [9]. Biobriket tempurung kemiri diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Biobriket dari hasil pirolisis

Pembakaran biobriket diuji pada sebuah kaleng bekas yang dimodelkan seperti kompor biomassa (Gambar 7). Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa kondisi pembakaran nantinya pada kompor biomassa tidak jauh berbeda secara signifikan.



Gambar 7 Proses pengujian pembakaran biobriket tempurung kemiri

4. KESIMPULAN

Rancangan *kiln* yang diuji telah berhasil. Hal tersebut dilihat dari kualitas bioarang yang dihasilkan dari proses pirolisis dan secara visual arang yang diperoleh mengalami pengarangan yang merata. Durasi pembakaran dari bioarang yang dibuat menjadi biobriket memiliki waktu pembakaran 100 menit dan memiliki nilai kalor berkisar 5942 - 6090 kal/g. Berdasarkan SNI 01-6235-2000 terkait standar syarat mutu briket arang kayu, maka biobriket yang dihasilkan dari penelitian ini telah memenuhi standar. Dengan kata lain, *kiln* yang dirancang dapat digunakan untuk menghasilkan biobriket dari tempurung kemiri secara berkelanjutan.

5. SARAN

Perlu dilakukan pengujian kinerja lebih lanjut terhadap rancangan *kiln* ini dengan penambahan beberapa parameter serta pengujian pada biomassa yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soolany C, Fadly F. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Tungku Drum Kiln Pada Proses Produksi Arang Kulit Durian sebagai Alternatif Bahan Bakar. AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 2020;6(2):34-40.
- [2] Ramadhan A. Modifikasi dan Uji Kinerja Kiln Tipe Drum untuk dan Cangkang Kelapa Sawit dan Sekam Padi [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2019.
- [3] Azmi FA. Modifikasi dan Uji Kinerja Kiln Tipe Venturi Untuk Pengarangan Kulit Tanduk Kopi dan Cangkang Kemiri [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2017.
- [4] Sudradjat R, Salim S. Petunjuk Pembuatan Arang Aktif. Bogor: Badan Peneliti dan Pengembangan Kehutanan; 1994.
- [5] Ridhuan K, Irawan D, Inthifawzi R. Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin. 2019;8(1):69-78.
- [6] Ridwan A, Istana B. Analisis Pengaruh Variasi Bahan Bakar Biomassa terhadap Mampu Nyala dan Kandungan Tar pada Reaktor Gasifikasi Tipe Updraft. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material. 2018;2(1):7-17.
- [7] Van de Velden M, Baeyens J, Brems A, Janssens B, Dewil R. Fundamentals, kinetics and endothermicity of the biomass pyrolysis reaction. Renewable Energy. 2010;35(1):232-42.
- [8] Alpiyan TA, Prayitno JPG, Sutapa, Budiadi. Kualitas Arang Kayu Gelam (*Melaleuca cajuputi*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. 2011;9(2):141-52.
- [9] Jamilatun S. Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. Jurnal Rekayasa Proses. 2008;2(2):37-40.