

Pengaruh Penggunaan Binder terhadap Densitas dan Kalor Pembakaran Briket dari Limbah Sagu

Hendri Widiyandari, Wahyu Setiabudi, Agus Subagio, Sri Haryanti, Par-saoran Siahaan, Heru Tjahjana

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
h.widiyandari@undip.ac.id

Received 28-02-2013, Revised 17-05-2013, Accepted 23-05-2013, Published 13-10-2013

ABSTRACT

Biomass fuel such as briquette is one of an alternative energy regarded to the shortage of the fossil fuel and rising its prices. The byproduct of sago starch industry is the waste that remain the environmental problem because of the odor. However this agricultur waste such as trunk cortex and fibre has a potential application as a raw material for briquette. The fibre and trunk cortex act as matrix material of briquette. The utilizing of sago waste as a biomass briquette and the effect of ratio of matrix/binder to the density, time of compustion and gross heat of the briquette have been elucidated sistematically. The analyzing of gross heat using adiabatic calorimetry indicated that the briquette prepared with the ratio of binder/matrix of 3:4 (mass ratio) had the maximum value of 3929.5 kal/g. The duration of combustion was proposional with density of the briquette.

Keywords : briquette, sago, binder.

ABSTRAK

Sumber energi biomasa seperti briket merupakan salah satu sumber energi alternatif untuk mengatasi kelangkaan dan semakin mahalnya bahan bakar minyak bumi dan gas. Limbah pertanian dan hasil sampingan agroindustri pengolahan tepung sagu berupa kulit batang sagu dan serat hasil samping dari pembuatan tepung sagu merupakan bahan yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku briket. Usaha ini selain bisa menjawab permasalahan lingkungan karena limbah yang dihasilkan dari pembuatan tepung sagu ini menimbulkan bau juga bisa mengubah limbah agroindustri menjadi barang yang bernilai ekonomi. Maka tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan briket berbahan baku limbah hasil pengolahan sagu serta menentukan parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan seperti rasio massa antara limbah dan binder. Dari hasil pengujian terhadap kalor yang dihasilkan diperoleh bahwa pada variasi rasio massa binder dan bahan limbah 3:4 mampu menghasilkan kalor maksimal (*maximum gross heat*) sebesar 3929,5 kal/gr. Lama pembakaran proporsional dengan densitas dari briket yang dihasilkan.

Kata Kunci : briket, sagu, binder.

PENDAHULUAN

Isu kelangkaan bahan bakar minyak (BBM) dan bahan bakar gas (BBG) menyadarkan kita bahwa konsumsi energi yang semakin meningkat tidak diimbangi dengan ketersediaan sumber energi tersebut. Hal ini akan terus terjadi karena bahan bakar-bahan bakar tersebut sifatnya yang non-renewable. Oleh sebab itu perlu segera dilakukan berbagai upaya untuk memenuhi ketersediaan bahan bakar ini salah satunya dengan memanfaatkan sumber energi lain yang bersifat *renewable* melimpah dalam kuantitas dan murah harganya, sehingga terjangkau oleh masyarakat luas. Usaha ini terus menerus dilakukan dalam rangka mengurangi emisi CO₂ guna mencegah terjadinya pemanasan global telah

mendorong penggunaan energi biomassa sebagai pengganti energi yang bersumber dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara. Bahan bakar biomassa merupakan energi paling awal yang dimanfaatkan manusia dan saat ini menempati urutan keempat sebagai sumber energi kebutuhan energi dunia.

Limbah pertanian atau hasil sampingan agroindustri mempunyai potensi untuk dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan ternak, barang kerajinan, alat rumah tangga dan juga sebagai bahan bakar alternatif. Tanaman sago (*Metroxylon sago Rottb*) merupakan tanaman asli Indonesia dan dimanfaatkan sebagai sumber pangan masyarakat bahkan di beberapa daerah menjadi makanan pokok masyarakat. Limbah dari pengolahan tanaman sago ini berupa kulit pohon sago dan serat hasil olahan pati sago. Batangan-batangan kulit pohon sago yang berukuran lebar (~ 15 cm) dan tidak pecah masih bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku alat-alat rumah tangga sedangkan batangan-batangan yang berukuran kecil yang pecah-pecah, sisa industri rumah tangga serta serat sisa olahan tepung sago hanya sebagai limbah yang belum dioptimalkan pemanfaatannya. Limbah dari pengolahan tanaman sago ini masih dibiarkan menggunung, sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan yaitu bau yang ditimbulkan. Penelitian awal telah diperoleh bahwa limbah sago berupa ampas sago mengandung sebagian besar pati dan sisanya merupakan serat kasar (20,3%), protein kasar (2,8%), lemak kasar (0,4%), dan abu (3,7%). Sehingga pada penelitian ini akan dibuat briket sebagai salah satu bahan bakar biomassa berbahan dasar limbah sago dan akan dikaji pula pengaruh binder berupa tepung sago terhadap jumlah kalor pembakaran, lama pembakaran dan densitas briket.

LANDASAN TEORI

Tanaman Sago (*Sago crop*)

Tanaman sago adalah tanaman pangan unggul untuk pertanian berkelanjutan. Istilah sago ini berasal dari bahasa Jawa dan secara internasional dikenal juga dengan istilah yang sama. Sago adalah tanaman dari keluarga palmae yang didalamnya mengandung intisari tepung. Tumbuhan sago ini ekonomis, ramah lingkungan dan mendukung sistem agroforestry yang stabil^[2]. Tanaman sago banyak dijumpai di hampir seluruh wilayah Indonesia. Tanaman sago tumbuh subur di daerah dataran rendah beriklim tropis pada ketinggian 700 m di atas laut dengan kelembaban relatif sekitar 70% dan temperatur di atas 25°C. Kondisi lain yang mendukung pertumbuhan tanaman sago ini adalah paparan cahaya yang diterima di atas 800k/cm² setiap hari dan tingkat keasinan tanah atau salinity tidak lebih dari 10 S/m atau setara dengan seperdelapan dari konsentrasi garam dari air laut^[1].

Tumbuhan sago bersifat hapaxantic yang berarti sekali berbunga dan kemudian mati. Selama masa vegetatif (*vegetative stage*) yaitu sesaat setelah berbunga, tumbuhan ini mengubah nutrisi yang tersimpan menjadi pati (*starch*) yang mengisi bagian batang tumbuhan^[1]. Ketika tumbuhan ini pada masa dewasa (*mature stage*), dia memiliki batang yang besar dan bisa mencapai ketinggian 6-9 m. Menurut model dari Flach^[1], *Metroxylon sago* mengalami 4 masa selama siklus hidupnya yaitu:

Masa rosette yaitu 45 bulan dari biji (proses pembibitan). Suatu periode yang ditandai oleh pertumbuhan yang sedikit, tumbuhan membentuk 90 daun. Masa pembentukan pigmen batang yaitu 54 bulan setelah proses pembibitan. Selama masa ini pigmen batang memanjang hingga ketinggian maksimum dan menghasilkan satu daun tiap bulan. Pada masa ini tumbuhan sago memiliki total jumlah daun 24 buah dan menghasilkan banyak pati. Masa inflorescence yaitu 12 bulan. Tumbuhan sago membentuk dua daun tiap bulan dan laju akumulasi pati mulai menurun. Masa *fruit repining* yaitu 24 bulan setelah biji.

Tumbuhan sagu memiliki beberapa kelebihan diantaranya tahan terhadap banjir, angin kencang, musim kemarau dan resiko kebakaran. Akarnya yang berserat mampu menjebak lumpur dan membersihkan dari polutan dan logam berat. Bahkan hutan pohon sagu bisa berfungsi juga sebagai paru-paru dunia dalam mengatasi isu pemanasan global dan efek rumah kaca yang disebabkan dari proses industrialisasi.

Di Indonesia, pohon sagu ditanam secara komersial untuk diambil patinya atau diubah menjadi etanol dan pakan ternak. Berdasarkan data statistik, Indonesia memiliki lebih dari 700.000 ha hutan yang ditanami pohon sagu liar yang diperuntukkan untuk produksi tepung sagu. Produksi tepung sagu di Indonesia paling besar berada di pulau Halmahera propinsi Maluku dengan kapasitas mencapai 11.000 ton/tahun. Irian jaya memiliki hampir 6 juta ha sagu sedangkan kabupaten Pidie Aceh memiliki 2012 ha areal tanaman sagu dengan hasil mencapai 527 ton^[2]. Tanaman sagu juga banyak dijumpai di beberapa daerah lain di Indonesia termasuk juga di pulau Jawa. Walaupun sagu bukan merupakan makanan pokok masyarakat Jawa, namun pohon sagu sengaja ditanam untuk dibuat tepung sagu. Tidak hanya diambil sari patinya, bagian lain dari pohon sagu bisa dimanfaatkan diantaranya sebagai bahan bangunan, pupuk dan bisa diolah menjadi etanol.

Limbah Sagu

Limbah sagu seperti ditunjukkan pada Gambar 1 merupakan hasil samping industri pengolahan pati. Industri ekstraksi pati sagu menghasilkan tiga jenis limbah, yaitu residu selular empulur sagu berserat (ampas), kulit batang sagu, dan air buangan. Jumlah kulit batang sagu dan ampas sagu adalah sekitar 26% dan 14% berdasar bobot total balak sagu^[1].



Gambar 1. (*color online*) Limbah pengolahan tanaman sagu (a) ampas dari hasil pengolahan tepung sagu dan (b) kulit pohon sagu.

Biasanya kulit batang sagu dikeringkan dan digunakan untuk kayu bakar, sedangkan ampas sagu dicampur dengan bahan makanan tambahan dan digunakan sebagai makanan hewan. Kulit batang sagu dan ampas sagu juga digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan papan partikel^[3]. Dalam penelitiannya Kiat^[3] melaporkan bahwa limbah sagu mengandung komponen penting seperti pati dan selulosa. Jumlah limbah kulit batang sagu mendekati 26%, sedangkan ampas sagu sekitar 14% dari total bobot balak sagu. Ampas mengandung 65,7% pati dan sisanya merupakan serat kasar, protein kasar, lemak, dan abu. Dari persentase tersebut ampas mengandung residu lignin sebesar 21%, sedangkan kandungan selulosa di dalamnya sebesar 20% dan sisanya merupakan zat ekstraktif dan abu. Di sisi lain, kulit batang sagu mengandung selulosa (57%) dan lignin yang lebih banyak (38%) daripada ampas sagu.

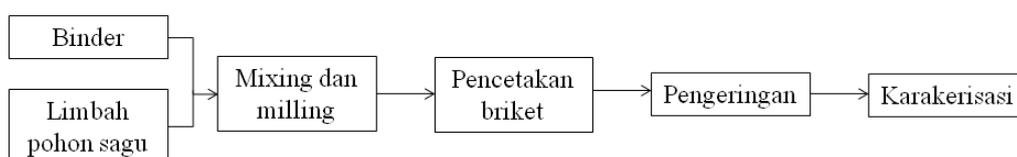
Briket

Briket adalah salah satu jenis bahan bakar berbentuk balok-balok terbuat dari bahan yang mudah terbakar. Pada umumnya briket ada dua macam yaitu briket arang dan briket biomassa. Briket arang yang ada dipasaran terbuat dari bahan-bahan seperti arang kayu, serbuk gergaji, tempurung kelapa, pati kanji sebagai binder, limestone sebagai ash colorant, sodium nitrat sebagai pemercepat, borax sebagai (release agent) dan beberapa bahan aditif lainnya. Bahan-bahan ini kemudian dicetak berbentuk balok-balok yang padat dan dikeringkan pada kelembaban sekitar 12-18%. Briket arang sering digunakan sebagai bahan bakar pada rumah tangga maupun industri.

Briket biomassa adalah jenis lain dari briket. Briket biomassa terbuat dari limbah pertanian seperti jerami, sekam bunga matahari, serbuk gergaji, sampah daun, dan lain-lain. Proses pembuatan briket biomassa hampir sama dengan proses pembuatan pellet kayu dimana bahan baku briket dicetak dan ditekan dengan menggunakan hotpres kemudian dikeringkan. Pada umumnya pada pembuatan briket biomassa ini tidak diperlukan binder atau bahan pengikat karena lignin alami pada pohon ini bisa berperan sebagai binder. Jika dibandingkan dengan kayu bakar, briket biomassa dari kayu atau limbah kayu memiliki efisiensi pembakaran yang lebih baik. Kelembaban briket kayu bisa mencapai 4% sedangkan pada kayu bakar sekitar 65%. Terdapat dua jenis briket biomassa dari bahan serbuk gergaji yaitu briket padat dan briket dengan lubang-lubang pada balok briket menyerupai sumbu yang berfungsi untuk menambah luas permukaan (surface area) pembakaran. Penambahan lubang-lubang pada balok briket terbukti selain meningkatkan luas permukaan pembakaran juga meningkatkan sirkulasi oksigen (O_2) sehingga bisa membantu proses pembakaran (*combustion*) yang lebih efisien. Briket padat dibuat dengan menggunakan piston press sedangkan briket balok berlubang dibuat dengan menggunakan screw press. Beberapa upaya inovasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti untuk meningkatkan kualitas briket biomassa ini. Blesa ^[4] dan kelompok penelitiannya berhasil membuat briket tanpa asap dengan memodifikasi metode pembuatannya yaitu dengan pre-treatment yang disebut sebagai co-pyrolysis pada temperatur rendah.

METODE PENELITIAN

Briket berbahan baku limbah sagu dibuat dengan metode sebagaimana ditunjukkan pada diagram skematik pada Gambar 2. Peralatan yang akan digunakan untuk membuat briket meliputi *hot pres* dengan cetaknya (dari bahan baja berbentuk silinder dengan diameter 3 cm), *mixer* dan *furnace* (Barnstead Thermolyne, 1400 Furnace). Pada penelitian ini briket biomassa dibuat langsung dari serat limbah sagu. Variabel yang divariasikan adalah komposisi bahan baku dengan binder yang digunakan. Briket yang dihasilkan kemudian dianalisa kalor pembakarannya, densitas briketnya dan lama pembakaran. Untuk menganalisa kalor yang dihasilkan (*gross heat*) menggunakan *adiabatic calorimeter*, mengukur densitas dengan cara mengukur volume briket dan massa briket dengan neraca analitik sedangkan untuk menguji lama pembakaran menggunakan tungku seperti ditunjukkan pada gambar 3. Tungku dilengkapi dengan kipas listrik sehingga perlakuan pada setiap sampel bisa dianggap seragam.



Gambar 2. Diagram skematik proses pembuatan briket dari limbah pengolahan tanaman sagu.



Gambar 3. (color online) Tungku dengan kipas listrik untuk menguji lama pembakaran briket.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Briket biomassa diperoleh dengan mengeringkan terlebih dahulu limbah sagu berupa ampas dari hasil pengolahan tepung sagu. Ampas yang sudah kering kemudian dihaluskan sampai pada ukuran tertentu, hal ini bertujuan agar diperoleh briket yang padat atau memiliki densitas yang tinggi serta mudah dicetak. Proses selanjutnya adalah pencampuran antara limbah sagu dengan binder. Pada penelitian ini dilakukan variasi rasio massa bahan limbah dan binder. Binder yang digunakan adalah tepung sagu atau tepung kanji. Proses pencampuran bahan limbah sagu dan binder dilakukan dengan menggunakan alat pencampur listrik (*electrical mixer*) bertujuan untuk mendapatkan campuran yang merata. Proses selanjutnya adalah pengepresan atau pencetakan dan pengeringan. Dari hasil pengamatan secara kuantitatif diperoleh briket basah dengan komposisi binder berjumlah sama dengan berat serat sagu menunjukkan hasil sulit dicetak sedangkan pada komposisi binder 25%, 50% dan 75% (berat) menunjukkan briket relatif mudah dicetak. Untuk mengeringkan briket basah, pada penelitian kali ini dilakukan di *box furnace* pada temperatur 150°C selama 2 jam. Briket yang telah kering dapat dilihat pada Gambar 4.



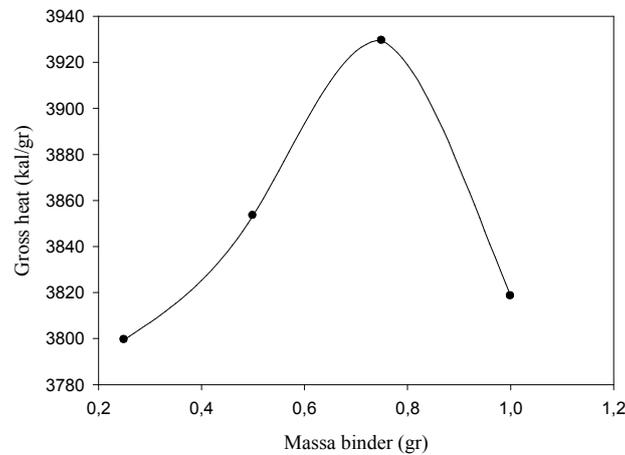
Gambar 4. (color online) Briket kering setelah pemanasan selama 2 jam pada temperatur 150°C

Pemilihan binder dan komposisi binder sangat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan.^[6] Selain binder beberapa hal yang mempengaruhi panas pembakaran briket diantaranya adalah bentuk briket dan bahan mentah yang digunakan selain adanya beberapa bahan aditif. Pada penelitian kali ini sebagai bahan mentah briket digunakan limbah sagu. Briket yang dihasilkan berbentuk silinder dengan diameter 3 cm dan tinggi 4 cm. Hasil pengujian kalor (*gross heat*) yang dihasilkan briket kering pada berbagai komposisi binder (tepung sagu) ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 5. Dari pengujian terhadap 4 buah sampel untuk setiap keadaan diperoleh bahwa kalor yang dihasilkan briket dengan komposisi binder 25 hingga 100% (wt) yaitu berturut-turut 3799,5, 3853,4, 3929,5, dan 3818,5 (kal.gr). Nampak terjadi kenaikan sebesar 130 kal/gr pada sampel B03 atau komposisi binder 75% (wt) sebelum kemudian turun pada 100% (wt) binder hal ini dimungkinkan kelembaban yang meningkat pada sampel yang menggunakan binder dengan rasio 1:1 terhadap jumlah limbah sagu. Sedangkan lama pembakaran yang dihasilkan proporsional terhadap peningkatan jumlah rasio binder terhadap limbah sagu

dan densitas briket. Dimana untuk kurang lebih 10 gr briket dengan densitas $0,097 \text{ gr/cm}^3$ memiliki waktu pembakaran paling lama 28,03 menit.

Tabel 4.1. Tabel hasil pengujian kalor pada briket kering

Sampel	Massa sebelum pengeringan		Massa setelah pengeringan	Densitas (gr/cm^3)	Gross Heat (kal/gr)	Lama pembakaran (menit)
	Limbah (gr)	Binder (gr)	Briket kering (gr)			
B01	5,00	1,25	5,927	0,064	3799,5	8,22
B02	5,00	2,50	7,104	0,068	3853,4	17,46
B03	5,00	3,75	8,078	0,084	3929,5	26,32
B04	5,00	5,00	9,648	0,097	3818,5	28,03



Gambar 5. Gross heat dari briket kering pada berbagai variasi massa binder.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa briket biomassa dapat dihasilkan dari limbah pengolahan tepung sagu. Briket yang dihasilkan berbentuk silinder dengan dimensi diameter 3 cm dan tinggi 4 cm. Dengan menggunakan binder dari tepung sagu diperoleh bahwa pada komposisi binder antara 25 hingga 75% (wt) mampu dihasilkan briket basah yang mudah dicetak. Pada komposisi binder 75% (wt) dan bahan mentah berupa limbah tepung sagu sebanyak 1 gr mampu dihasilkan briket kering yang memiliki nilai kalor pemanasan (*gross heat*) terbesar yaitu 3929,5 kal/gr. Lama pembakaran proporsional dengan densitas briket, dimana untuk kurang lebih 10 gr briket dengan densitas $0,097 \text{ gr/cm}^3$ memiliki waktu pembakaran paling lama 28,03 menit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada FSM-UNDIP atas dukungan dana untuk penelitian ini melalui Hibah penelitian unggulan tematik dengan kontrak penelitian No. 27/N7.3.8/PL/2012 tertanggal 2 April 2012 dan Yohana Maya Kartikaratri, SSi atas kontribusinya dalam eksperimen pembuatan briket.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Rekha, S., Singhal, John, F.K., Gopalakrishnan, S.M., Kaczmarek, A., Knill, C.J. and Akmar, P.F. 2008. Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products. *Carbohydr. Polym.*, Vol. 72, pp. 1-20.

- 2 Flach, M. and Palm, S. In promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome, Italy: Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/International plant genetics resourcer institute. *Report*, No. 13, pp 1-61.
- 3 Kiat, L.J. 2006. *Preparation and characterization of carboxymethyl sago waste and its hydrogel*. Ph.D dissertation, Universiti Putra Malaysia: Malaysia.
- 4 Blesa, M.J., Miranda, J.L., Moliner, R., Izquierdo, M.T. and Palacios, J.M. 2003. Low-temperature co-pyrolysis of a low-rank coal and biomass to prepare smokeless fuel briquettes. *J. Anal. App. Pyrol.*, Vol.70, pp. 665-677.
- 5 Zhang, X., Deping, Xu., Zhihua, Xu. and Cheng, Q. 2001, The effect of different treatment conditions on biomass binder preparation for lignite briquette. *Fuel Process. Technol.* Vol. 73, pp. 185–196.