

STUDI EKSPERIMENTAL BIO OIL BERBAHAN BAKU LIMBAH SISA MAKANAN DENGAN VARIASI TEMPERATUR PIROLISIS

,Apip Amrullah¹, Yuli Ristianingsih², Aqli Mursadin¹, Chairul Abdi³

¹Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

²Progam Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

³Progam Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A.Yani KM.36 Banjarbaru Kalimantan Selatan 70714 Tlp (0511)472646, Indonesia
Email : apipamrullah@gmail.com

ABSTRAK

Limba h sisa makanan ini sangat berpotensi mengakibatkan pencemaran lingkungan sehingga perlu diolah untuk meminimalisasi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomisnya. Salah satu penanganan limbah sisa makanan adalah dengan mengkonversinya menjadi energi alternatif seperti briket biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu pirolisis dan jenis perekat (perekat kanji dan campuran perekat kanji dengan residu plastik hasil pirolisis) terhadap karakteristik bio oil dan karakteristik briket biomassa. Penelitian ini dilakukan dalam sebuah reaktor pirolisis pada suhu 300, 400, 500 dan 600°C selama 3 jam. Briket biomassa hasil pirolisis kemudian dihaluskan dengan ukuran 40 mesh dan dicampur dengan perekat sebelum dicetak. Karakteristik bio oil yang dihasilkan dari masing-masing sampel adalah dari temperatur 300°C persentase bio oil sebesar 27,52% dan terus meningkat menjadi 76,44% pada temperatur pirolisis 600°C, sedangkan untuk briket biomassa yang diperoleh mempunyai nilai kalor berkisar antara 4685,8857-6818,6112 kalori/gram, kadar air antara 5,0210-6,3332%, kadar abu antara 5,4728-12,6949%, kadar volatil antara 13,5768-67,8862% dan fixed carbon berkisar antara 21,5222-67,2906%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan residu plastik hasil pirolisis dalam perekat dapat meningkatkan nilai kalor dari briket biomassa rata-rata sebesar 3,86%.

Kata kunci: bio oil, limbah sisa makanan, pirolisis, residu plastik, nilai kalor.

ABSTRACT

The rest of the food waste is potentially lead to pollution of the environment that needs to be processed to minimize environmental pollution and increase economic value. One waste management is to convert food waste into alternative energy such as biomass briquettes. This study aimed to study the effect of pyrolysis temperature and the type of adhesive (adhesive starch and starch glue mixture with plastic residues result of pyrolysis) on the characteristics of bio oil and biomass briquettes characteristics. This research was conducted in a pyrolysis reactor at a temperature of 300, 400, 500 and 600oC for 3 hours. Briquette biomass pyrolysis results then smoothed with a size of 40 mesh and mixed with an adhesive before printing. Characteristics of bio oil produced from each sample is from 300oC temperatur bio oil percentage of 27.52% and continued to increase to 76.44% on pyrolysis temperatur 600oC, while for the biomass obtained briquettes have a calorific value ranging between 4685,8857- 6818.6112 calories / gram, the water content of between 5.0210 to 6.3332%, between 5.4728 to 12.6949% ash content, volatile content of between 13.5768 to 67.8862% and fixed carbon ranges between 21.5222 -67.2906%. The results showed that the addition of plastic residue pyrolysis results in adhesives can improve the calorific value of the biomass briquettes average of 3.86%.

Keywords: bio oil, waste food, pyrolysis, residual plastic, calorific value.

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya limbah perkotaan terutama limbah yang berasal dari sisa makanan telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Bukan hanya pemandangan tak sedap atau bau busuk yang ditimbulkannya tetapi juga ancaman terhadap kesehatan masyarakat, polusi udara, pencemaran air serta menjatuhkan nilai dan kualitas sarana kota yang ada (Hardayanto, 2013). Sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah sisa makanan tersebut. Salah satu cara yang digunakan untuk mengolah limbah dari sisa makanan adalah dengan mengkonversinya menjadi bahan bakar alternatif yaitu briket biomassa dengan teknologi pirolisis.

Pirolisis merupakan proses degradasi termal suatu material tanpa melibatkan oksigen (Sampath dan Babu, 2005). Proses pirolisis biomassa akan menghasilkan produk utama berupa bio oil, arang dan gas tergantung dari kondisi pirolisis (Bridgwater, 1999). Umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300 °C dalam waktu 3-7 jam. Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya (Demirbas, 2005). Energi panas yang dibutuhkan pada proses ini dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji, dan lain-lain.

Penggunaan teknologi pirolisis untuk mengatasi sampah organik dapat mengurangi volume sampah dan mengatasi dampak pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh adanya sampah organik. Pirolisis sampah organik akan menghasilkan produk berupa arang dan asap cair. Arang selain bermanfaat sebagai sumber energi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembangun kesuburan tanah (Gusmailina dan Pari, 2002) dan juga dapat diolah menjadi arang aktif yang bernilai ekonomis lebih tinggi. Produk asap cair hasil pirolisis diperoleh dengan cara kondensasi asap melalui kondensor. Proses kondensasi asap menjadi asap cair sangat bermanfaat bagi perlindungan pencemaran udara yang ditimbulkan oleh proses pirolisis. Di samping itu, asap cair yang mengandung

sejumlah senyawa kimia diperkirakan berpotensi sebagai bahan baku zat pengawet, antioksidan, desinfektan ataupun sebagai biopestisida (Nurhayati, 2000).

Pembuatan briket dari bahan yang berbasis biomassa telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, seperti briket biomassa tempurung biji jarak (Sudradjat *et al.*, 2006), briket serbuk gergajian kayu (Triono, 2006; Wijayanti, 2009; Hendra, 2000). Zanderson dkk (1999) dalam penelitiannya mengkaji pengaruh temperatur karbonisasi terhadap kandungan karbon terikat dalam arang yang dihasilkan dari ampas tebu. Hasilnya menunjukkan bahwa dalam tahapan-tahapan kenaikan temperatur karbonisasi dari 320°C sampai 600°C diperoleh kadar karbon yang semakin bertambah.

Pembuatan briket biomassa umumnya memerlukan penambahan bahan perekat untuk meningkatkan sifat fisik dari briket. Adanya penambahan kadar perekat yang sesuai pada pembuatan briket akan meningkatkan nilai kalor briket tersebut. Sudradjat *et al* (2006) menyatakan bahwa jenis perekat yang digunakan pada pembuatan briket berpengaruh terhadap kerapatan, ketahanan tekan, nilai kalor bakar, kadar air, dan kadar abu. Penggunaan jenis dan kadar perekat pada pembuatan briket merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan briket (Riseanggara, 2008).

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh suhu pirolisis terhadap komposisi produk hasil pirolisis limbah sisa makanan. Yakni mengenai produksi bi oil dan karakteristik dari briket biomassa. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh jenis perekat kanji dan campuran perekat kanji dengan residu plastik hasil pirolisis terhadap karakteristik briket biomassa seperti nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar volatil dan *fixed carbon*.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah dari sisa makanan yang diperoleh dari kantin Fakultas Teknik dan PAU Universitas Gadjah Mada.

Sedangkan bahan pembantu yang digunakan sebagai zat perekat briket berasal dari larutan kanji serta campuran larutan kanji dan residu plastik.

Alat Penelitian

Alat penelitian proses pembuatan briket dari limbah sisa makanan berupa reaktor pirolisis yang dilengkapi dengan kondensor untuk mengkondensasikan gas hasil pirolisis dan termokopel yang berfungsi untuk mengontrol dan menjaga suhu sesuai dengan yang diinginkan. Rangkaian alat pirolisis secara lengkap terlihat pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan mengeringkan limbah sisa makanan di bawah sinar matahari selama 3 hari. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kandungan kadar air yang terkandung di dalam bahan baku. Kemudian bahan baku limbah sisa makanan yang telah kering tersebut dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Proses pirolisis dijalankan dengan variabel suhu pirolisis 300, 400, 500 dan 600°C selama 3 jam.

Briket arang hasil pirolisis dilakukan pengecilan ukuran partikel dengan cara ditumbuk kemudian disaring dengan ukuran partikel sebesar 40 mesh. Setelah disaring kemudian briket dicampur dengan bahan perekat berupa larutan kanji 10% serta campuran larutan kanji dan residu plastik hasil pirolisis. Campuran briket dengan bahan perekat kemudian dicetak dengan alat

pencetak briket dan dioven. Briket yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristik dari briket itu sendiri. Analisis briket yang dilakukan pada penelitian ini meliputi: analisis kadar air, kadar volatil, kadar abu, *fixed karbon* dan nilai kalor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

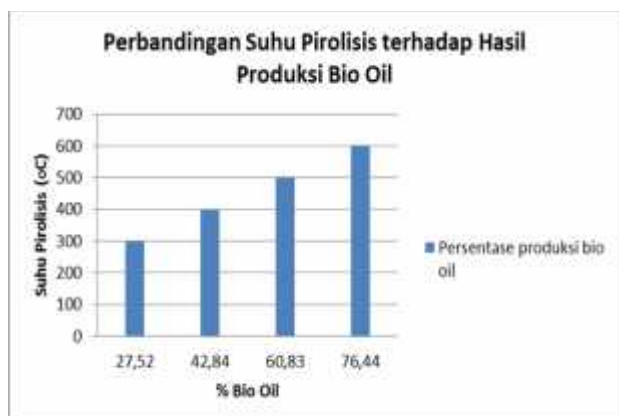
Pengaruh Suhu Terhadap Produk Hasil Pirolisis

Pengaruh suhu dipelajari untuk mengetahui komposisi produk hasil pirolisis dan untuk mengetahui karakteristik briket seperti nilai kalor, kadar air, kadar volatil, kadar abu, Fixed carbon pada berbagai suhu. Tahapan ini dipelajari dengan memvariasikan suhu pirolisis 300,400,500 dan 600°C. Pengaruh suhu terhadap komposisi produk hasil pirolisis secara rinci disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengaruh Suhu Terhadap komposisi Produk Hasil Pirolisis

Suhu (°C)	% Briket	% Asap cair
300	72,48	27,52
400	57,16	42,84
500	39,17	60,83
600	23,56	76,44

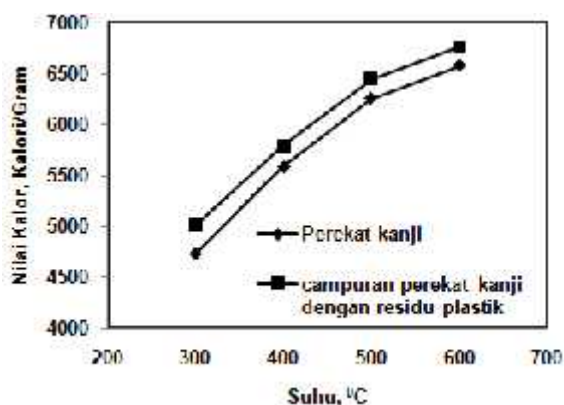
Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa briket hasil pirolisis yang dihasilkan menurun dengan meningkatnya suhu pirolisis, dan ini akan terlihat berbanding terbalik dengan produksi asap cairnya. Semakin tinggi suhu pirolisis, produksi dari asap cair meningkat sampai dengan 76,44%, seperti yang terlihat dalam gambar 2. Hal ini dikarekana pada suhu yang tinggi limbah sisa makanan akan terdekomposisi menjadi asap cair dan gas yang tidak dapat terkondensasi. Menurut Besler dan Williams (1992) gas hasil pirolisis yang tidak dapat terkondensasikan adalah gas CO, CO₂ dan CH₄. *Yield* briket maksimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah 72,48% pada suhu 300°C.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap Produksi Bio Oil

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan parameter yang perlu diketahui dari suatu bahan bakar untuk mengetahui panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh bahan bakar itu sendiri. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar maka kualitas bahan bakar tersebut akan semakin baik. berdasarkan hasil penelitian, nilai kalor briket berdasarkan pengaruh suhu pirolisis dan jenis perekat dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



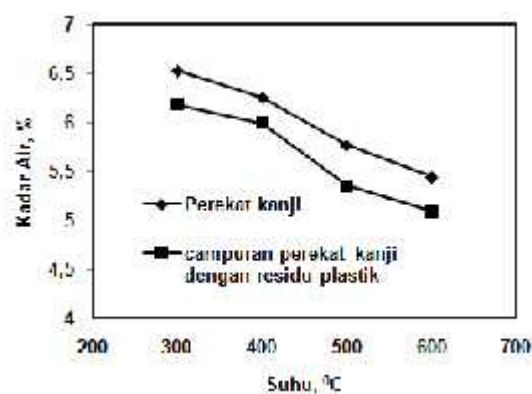
Gambar 3. Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Nilai Kalor

Gambar 3. memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis maka nilai kalor suatu briket akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu akan semakin banyak kandungan air pada briket yang diuapkan. Penambahan residu plastik hasil pirolisis dapat meningkatkan nilai kalor briket rata-rata sebesar 3,86%. Nilai kalor maksimum briket yg diperoleh pada penelitian ini adalah 6762,1809 kalori/gram

dengan perekat campuran perekat kanji dan residu plastik hasil pirolisis pada suhu pirolisis 600^oC.

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu bahan. Kandungan air dalam bahan bakar sangat mempengaruhi kualitas bahan bakar itu sendiri. Kadar air pada briket diharapkan serendah mungkin agar dapat menghasilkan nilai kalor yang tinggi dan akan menghasilkan briket yang mudah dalam penyalaan atau pembakaran awalnya. Semakin tinggi kadar air maka nilai kalornya akan semakin rendah. Hal ini disebabkan energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan air. Kadar air briket hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4. berikut:



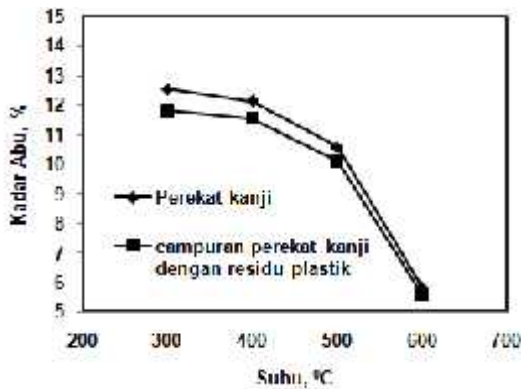
Gambar 4. Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kadar Air

Berdasarkan Gambar 4. kadar air suatu briket menurun dengan meningkatnya suhu pirolisis. Penurunan kadar air ini akan mengakibatkan nilai kalor briket meningkat. Penambahan residu plastik hasil pirolisis dapat mengurangi kadar air briket sebesar 5,7%. Kadar air minimum diperoleh pada briket dengan campuran perekat kanji dan residu plastik pada suhu pirolisis 600^oC sebesar 5,0856%.

Kadar Abu

Kadar abu merupakan kandungan bahan mineral umumnya silika yang terkandung dalam bahan bakar padat yang tidak dapat terbakar dalam proses pembakaran. Nilai

kadar abu briket hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4. berikut:

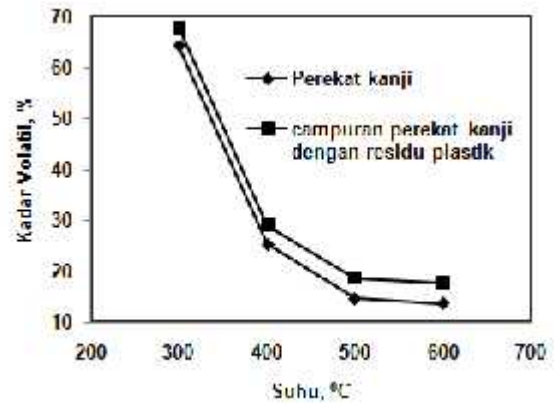


Gambar 5. Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kadar Abu

Menurut Jamilatun (2011), kandungan kadar abu akan menurunkan mutu bahan bakar padat karena dapat menurunkan nilai kalor. Penambahan residu plastik sebagai campuran perekat dapat mengurangi kadar abu pada briket sebesar 4,9%. Hal ini dikarenakan residu plastik mempunyai nilai kalor yang tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai kalor briket. Nilai kadar abu minimum diperoleh pada suhu 600°C dengan perekat berupa campuran kanji dan residu plastik.

Kadar Volatil

Kadar volatil jumlah zat (*volatile matter*) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam bahan bakar. Kandungan volatil yang tinggi pada briket akan menimbulkan asap yang relatif lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol (Triono, 2006).

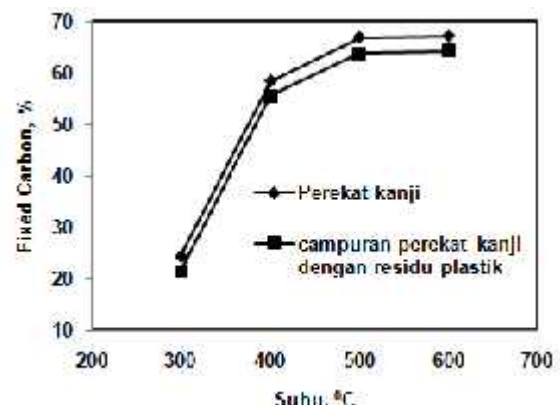


Gambar 6. Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kadar Volatil Kalor

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai kadar volatil tertinggi terdapat pada briket dengan perekat campuran kanji dan residu plastik pada suhu pirolisis 300°C sebesar 67,8%, sedangkan kadar volatil terendah adalah briket dengan perekat kanji pada suhu pirolisis 600°C sebesar 13,75%.

Fixed Carbon

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) merupakan fraksi karbon (C) yang terikat di dalam briket selain fraksi abu, air, dan zat menguap. Kadar karbon akan bernilai tinggi apabila kadar abu dan kadar zat menguap briket rendah. Selain itu, nilai kadar air yang rendah akan meningkatkan nilai kadar karbon (Triono, 2006). Nilai kadar karbon briket hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. berikut:



Gambar 7. Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Fixed Carbon

Dari Gambar 7 terlihat bahwa semakin tinggi suhu pirolisis maka kadar karbon akan semakin meningkat. Peningkatan kadar

karbon ini dikarenakan nilai kadar air, kadar abu dan kadar volatil briket menurun. Kadar karbon tertinggi sebesar 67,18% dimiliki briket dengan perekat kanji pada suhu pirolisis 600⁰C. Kadar karbon terendah diperoleh pada briket dengan perekat campuran kanji dan residu plasti pada suhu pirolisis 300⁰C sebesar 21,55%.

Mutu Briket Berdasarkan SNI

Perbandingan briket hasil penelitian dengan briket standar sesuai SNI No.1/6235/2000 dapat dilihat pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Perbandingan Briket Hasil Penelitian dengan Briket SNI

Karakteristik Briket	SNI	Hasil Penelitian
Kadar air (%)	8	5,08-6,52
Kadar abu (%)	8	5,56-12,54
Kadar volatil (%)	15	13,79-67,80
Nilai kalor (kalori)	5000	4732,66-6762,18
Fixed carbon (%)	77	21,55-67,18

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa briket hasil penelitian sebagian besar memenuhi standar SNI untuk mutu briket. Hanya nilai *fixed carbon* saja yang tidak sesuai standar. Hal ini dikarenakan nilai *fixed carbon* suatu bahan bakar sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan. Penelitian ini menggunakan bahan baku limbah sisa makanan yang memiliki nilai karbon yang rendah sebelum proses pirolisis yaitu sebesar 19%.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis akan meningkatkan nilai produksi bio oil dan diikuti dengan peningkatan nilai kalor dan kandungan karbon suatu briket. Akan tetapi dengan meningkatnya suhu pirolisis kandungan volatil, kadar air dan kadar abu

dari briket akan menurun. Penambahan residu plastik sebagai perekat dapat meningkatkan nilai kalor briket sebesar 3,86%. Briket yang dihasilkan sebagian besar telah memenuhi standar mutu briket yaitu SNI No.1/6235/2000 sehingga layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bridgwater, A.V., D. Meier and D. Radlein. 1999. An overview of Fast Pyrolysis of Biomass. **Journal Organic Geochem.** Vol.30, pp: 1479-1493
- Demirbas, A. 2005. Pyrolysis of Ground Beech Wood in Irregular Heating Rate Conditions. **Journal of Analytical Applied and Pyrolysis.** Vol.73, pp:39-43.
- Gusmailina, G. Pari. 2002. Pengaruh Pemberian Arang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum*). **Buletin Penelitian Hasil Hutan.** Edisi 20(3), pp:217-229.
- Hardayanto, Maria. 2013. *Ada Apa dengan Limbah Makanan (What is wrong with food waste)*.
- Hendra D dan Pari G. 2000. Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang. **Laporan Hasil Penelitian Hasil Hutan.** Bogor. Balai Penelitian dan Pengembangan kehutanan.
- Jamilatun S. 2011. Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara. **Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"**.
- Nurhayati T. 2000. Sifat destilat Hasil Distilasi Kering 4 Jenis Kayu dan Kemungkinan Pemanfaatannya Sebagai Pestisida. **Buletin Penelitian Hasil Hutan.** Vol. 17, pp:160-168.
- Riseanggara, R.R. 2008. Optimasi Kadar Perekat pada Briket Limbah Biomassa.

Bogor: **Perpustakaan Institut Pertanian Bogor.**

- Sudradjat R, Setiawan D dan Roliandi H. 2006. Teknik Pembuatan dan Sifat Briket Arang dari Tempurung dan Kayu Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L). **Jurnal Penelit Hasil Hutan**. Vol.24, pp: 227-240.
- Tranggono, S., B., Setiadji, P. Darmadji, Supranto, dan Sudarmanto. 1997. Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan** Vol. 1(2), pp:15-24.
- Triono A 2006. Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergaji Kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl.) dan Sengon (*Paraserianthes facataria* L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L.) **Skripsi**. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wijayanti DS. 2009. Karakteristik Briket Arang dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. **Laporan Penelitian**. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Williams, T.P., Besler, S., 1992, Pyrolysis of Municipal Solid Waste. **Journal of The Institute of Energy**.
- Zandersons, J., Gravitis, J., Kokorevics, A., Zhurinsh, A., Bikovens, O., Tardenaka, A. and Spince, B. 1999. Studies of Brazilian Sugarcane Bagasse Carbonisation Process and Product Properties. **Biomass and Bioenergy Journal**. Vol. 17, pp. 209-219.