

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Biomassa

Kata “Biomassa” terdiri atas “bio” dan “massa”, dan istilah ini mula-mula digunakan dalam bidang ekologi untuk merujuk pada jumlah hewan dan tumbuhan. Setelah isu guncangan minyak terjadi, makna kata itu diperluas melebihi bidang ekologi dan maknanya kini menjadi “sumber daya biologi sebagai sumber energi”, dikarenakan ada desakan agar sumber energi alternatif (baru) dipromosikan. Hingga kini masih belum ada definisi yang spesifik untuk biomassa dan definisinya bisa berbeda dari satu bidang ke bidang yang lain (Yokoyama, 2008).

Biomassa didefinisikan sebagai bahan organik, tersedia secara terbarukan, yang diproduksi langsung atau tidak langsung dari organisme hidup tanpa kontaminasi dari zat lain atau limbah. Biomassa termasuk residu hutan dan pabrik, tanaman pertanian dan limbah, kayu dan kayu limbah, kotoran hewan, residu operasi ternak, tanaman air, cepat tumbuh pohon dan tanaman, sampah kota dan industry (Diji, 2013).

Biomassa merupakan bahan-bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan, hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan). Unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul) yang sebagian besar mengandung atom karbon (C). Biomassa secara garis besar tersusun dari selulosa dan lignin (sering disebut lignin selulosa). Komposisi elementer biomassa bebas abu dan bebas air kira-kira 53% massa karbon, 6% hidrogen dan 42% oksigen, serta sedikit nitrogen, fosfor dan belerang (biasanya masing-masing kurang dari 1%). Kadar abu kayu biasanya kurang dari 1% (Supriyatno dan Crishna, 2010).

Keunggulan lain dari biomassa adalah harganya yang lebih murah dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Kondisi ini dapat terjadi karena jumlahnya yang sangat melimpah dan umumnya merupakan limbah dari suatu

aktivitas masyarakat. Namun demikian, dengan range nilai kalor antara 3.000 – 4.500 cal/gr, energi yang dikandungnya masih sangat potensial untuk dimanfaatkan terutama dalam rangka membangkitkan energi panas. Biomassa juga dikategorikan sebagai bahan bakar karbon netral (Supriyatno dan Crishna, 2010).

Salah satu teknologi yang memungkinkan dapat merubah biomassa menjadi lebih praktis dan ekonomis yaitu briket. Teknologi ini memungkinkan untuk meningkatkan karakteristik bahan bakar biomassa. Daya tarik pada briket adalah kualitas briket sebagai bahan bakar yang meliputi sifat fisik dan kimia termasuk nilai kalor yang dihasilkan dapat diatur melalui karakteristik briket meliputi kepadatan, ukuran briket, kuat mampat, dan kandungan air. Sehingga briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu.

2.2 Jenis Biomassa

2.2.1 Sampah Kebun Campuran

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup dan dapat membusuk secara alami, seperti daun - daunan, kotoran binatang. Sampah kebun seperti kayu, ranting, cabang, kulit pohon, rumput-rumput, dedaunan, dan bagian tumbuhan lainnya merupakan sumber alami biomassa yang mengandung banyak selulosa dan minyak bio. Suatu proses pirolisis terhadap biomassa seperti ini dapat mengekstrak minyak bio yang terkandung didalamnya untuk selanjutnya dapat diolah kembali menjadi berbagai senyawa hidrokarbon.

Hasil penelitian ini tentu dapat memberi nilai tambah terhadap sampah-sampah organik yang ada di kebun pekarangan rumah kita ataupun di lingkungan lain yang serupa. Selain dapat diubah menjadi pupuk kompos, sampah tersebut juga dapat menghasilkan berbagai senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produk kimia maupun sumber energi alternatif.

Sampah dedaunan kering merupakan sampah organik yang mengandung lignoselulosa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, dan jerami. kandungan lignoselulosa yang tinggi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai alternative bahan bakar. Menurut Rafsanjani dkk, (2012), sampah kebun yang

juga bagian dari sampah organik, Sampah kebun ini memiliki karakteristik kadar air 10.26%, kadar *volatile* 80.52%, kadar karbon 1.58%, dan kadar abu sebesar 7.65%.

2.2.2. Kulit Kacang Tanah

Kacang Tanah (*Arachis hypogea L*) merupakan sejenis spesies kacang-kacangan dari famili Fabaceae yang berasal dari Amerika Selatan. Kacang tanah merupakan sejenis tanaman tropika tumbuh secara perdu setinggi 30 hingga 50 cm (1 hingga 1½ kaki) dan mengeluarkan daun-daun kecil. Menurut hasil penelitian Balai Penelitian Kacang-kacangan di Bogor, telah ditemukan 4 macam varietas unggul dari kacang tanah. Varietas Gajah, Banteng, Macan dan Kijang merupakan varietas unggul yang dikembangkan oleh Balai Penelitian Kacang-kacangan Bogor. Tanaman ini biasanya ditanam disawah atau tegalan secara tunggal atau ganda dalam sistem tumpang sari.

Sebagai tanaman budidaya, kacang tanah terutama dipanen bijinya yang kaya protein dan lemak. Selain dipanen bijinya biasanya masyarakat memanfaatkan kacang tanah juga dipanen daun dan batangnya untuk makanan ternak atau merupakan pupuk hijau. Kulit kacang tanah yang dilupakan banyak orang ini diproses kembali menjadi barang berguna. Sifat kimia kulit kacang tanah Kadar abu kulit kacang adalah 5,3% - 7,3%. Kadar air pada kulit kacang rata – rata 4,95% - 7,75% Nilai kalor kulit kacang tanah dalam bentuk bahan baku adalah 6536,98 kkal/kg (Wahyusi dkk, 2012).

2.3 Briket Bioarang

Briket adalah proses konversi limbah pertanian menjadi briket berbentuk seragam yang mudah digunakan, transportasi dan toko. Briket merupakan biomassa meningkatkan karakteristik penanganan, meningkatkan nilai kalor, mengurangi biaya transportasi dan membuat untuk berbagai aplikasi. Briket ditemukan untuk menjadi sumber penting dari energi selama pertama dan kedua perang dunia untuk panas dan listrik produksi dengan menggunakan teknologi sederhana. arang briket dipandang sebagai bahan bakar maju karena sifat

pembakaran yang bersih dan fakta itu dapat disimpan untuk jangka waktu yang lama tanpa degradasi. Oleh karena itu penelitian ini difokuskan pada penyediaan biomassa sebagai alternatif untuk arang kayu menggunakan limbah pertanian lokal melimpah diubah menjadi briket arang dalam skala kecil (Raju dkk, 2014).

Pembuatan briket bioarang dari limbah pertanian dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolis maupun manual dan selanjutnya dikeringkan.

Menurut (Saleh, 2013) syarat biobriket yang baik adalah biobriket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan. Selain itu, sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. Mudah dinyalakan
- b. Tidak mengeluarkan asap
- c. Emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun
- d. Kadar air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama
- e. Menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik.

Standar kualitas briket bioarang dari sampah kebun campuran dan kulit kacang tanah dengan tambahan minyak jelantah pada saat ini masih belum ada, akan tetapi briket bioarang yang memenuhi syarat sebagai bahan bakar dapat dilihat dari kadar air, kadar abu, zat mudah menguap pada pemanasan, dan nilai kalor (Rahman, 2009). Selain itu standar yang mengatur kualitas briket saat ini adalah briket arang dengan bahan utamanya kayu, yaitu SNI 01-6235-2000 dimana syarat briket yang baik dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Standar Kualitas Briket Arang

No	Sifat-Sifat Briket arang	Jepang	Inggris	USA	Eropa
1	Kadar air (%)	6-8	3-4	6	≤ 15
2	Zat mudah menguap (%)	15-30	16	19	-
3	Kadar abu (%)	3-6	8-10	18	≤ 3
4	Kadar karbon terikat (%)	60-80	75	58	-
5	Nilai kalori (kal/gram)	6000-7000	7300	6500	≥ 3576
6	Kerapatan (g/cm^3)	1-2	0,85	1	-
7	Keteguhan Tekan (kg/cm^2)	60	12,7	62	-

(Sumber : *Hendra, 1999 dalam Suryanta dan Wulur P. dan
**COFORD Europe, 2010)

Standar briket yang digunakan untuk melihat kualitas briket arang kayu tidak hanya menggunakan standar dari Indonesia tetapi juga menggunakan standar briket dari Negara lain seperti Jepang, Inggris, USA, dan Eropa. Hal ini digunakan karena standar briket di Indonesia masih rendah jika dibandingkan dengan standar briket di negara lain.

2.4 Proses Pirolisis

Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa adanya oksigen. Proses ini atau disebut juga proses karbonasi atau yaitu proses untuk memperoleh karbon atau arang, disebut juga "*High Temperature carbonization*" pada suhu 450°C - 500°C . Dalam proses pirolisis dihasilkan gas-gas, seperti CO , CO_2 , CH_4 , H_2 , dan hidrokarbon ringan. Jenis gas yang dihasilkan bermacam-macam tergantung dari bahan baku. Salah satu contoh pada pirolisis dengan bahan baku batubara menghasilkan gas seperti CO , CO_2 , NO_x , dan SO_x . Yang dalam jumlah besar, gas-gas tersebut dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Proses pirolisis dipengaruhi faktor-faktor antara lain: ukuran dan distribusi partikel, suhu, ketinggian tumpukan bahan dan kadar air.

Pirolisis adalah pembakaran tidak sempurna pada material yang menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Pirolisis terbagi 2, yaitu :

1. Pirolisis primer

Pirolisis primer adalah proses pembentukan arang yang terjadi pada suhu 150°C – 300°C. Proses pengarangan ini terjadi karena adanya energi panas yang mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang.

2. Pirolisis sekunder

Pirolisis sekunder adalah proses perubahan arang / karbon lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas – gas hidrokarbon.

2.5 Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak yang dihasilkan dari sisa penggorengan, baik minyak kelapa maupun minyak sawit. Minyak jelantah dapat menyebabkan minyak berasap atau berbusa pada saat penggorengan, meninggalkan warna coklat, serta *flavor* yang tidak disukai dari makanan yang digoreng. Dengan meningkatnya produksi dan konsumsi minyak goreng, ketersediaan minyak jelantah kian hari kian melimpah. Menurut data Departemen Perindustrian (2005), produksi minyak goreng Indonesia pada tahun 2005 meningkat hingga 11,6% atau sekitar 6,43 juta ton, sedangkan konsumsi per kapita minyak goreng Indonesia mencapai 16,5 kg per tahun dengan konsumsi per kapita khusus sawit sebesar 12,7 kg per tahun (Hambali dkk, 2007).

Briket bioarang yang dicelup minyak jelantah dapat meningkatkan nilai kalor. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Nufus dkk, 2011) juga menuturkan bahwa briket sampah yang dicelup dalam minyak jelantah naik rata-rata 43%-83% dari sebelum dicelup dalam minyak jelantah, namun variasi waktu pencelupan tidak berpengaruh terhadap energi yang dihasilkannya. Nilai kalor dan efisiensi pembakaran juga akan meningkat jika briket dicelupkan minyak jelantah sebelum dikeringkan, sesuai dengan penelitian (Nufus dkk, 2011).

2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Dalam Temperatur Briket

Briket arang merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalori yang tinggi, dan dapat menyala dalam waktu yang lama. Bioarang adalah arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara (pirolisis). Sedangkan biomassa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup. Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas untuk bahan bakar, tetapi kurang efisien. Nilai bakar biomassa hanya sekitar 3000 kal, sedangkan bioarang mampu menghasilkan 5000 kal (Seran, 1990).

Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa adanya oksigen. Proses ini atau disebut juga proses karbonasi atau yaitu proses untuk memperoleh karbon atau arang, disebut juga "*High Temperature carbonization*" pada suhu 450°C - 500°C. Dalam proses pirolisis dihasilkan gas-gas, seperti CO, CO₂, CH₄, H₂, dan hidrokarbon ringan. Jenis gas yang dihasilkan bermacam-macam tergantung dari bahan baku. Salah satu contoh pada pirolisis dengan bahan baku batubara menghasilkan gas seperti CO, CO₂, NO_x, dan SO_x. Yang dalam jumlah besar, gas-gas tersebut dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Proses pirolisis dipengaruhi faktor-faktor antara lain: ukuran dan distribusi partikel, suhu, ketinggian tumpukan bahan, dan kadar air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis bahan bakar atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, dan tekanan pada saat dilakukan pencetakan. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat briket (Erikson 2011). Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan briket antara lain:

1. Bahan baku

Briket dapat dibuat dari bermacam – macam bahan baku, seperti ampas tebu, sekam padi, serbuk gergaji kayu, dan bahan limbah pertanian. Bahan utama yang terdapat bahan baku adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan selulosa maka semakin baik kualitas briket, briket yang mengandung zat terbuang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap.

2. Bahan perekat

Selain bahan utama sampah kebun campuran dan kulit kacang tanah, pembuatan briket tidak terlepas dari bahan perekat. Perekat yang biasa digunakan untuk membuat briket dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu perekat organik dan perekat anorganik.

a. Perekat organik

Perekat organik merupakan perekat yang efektif, tidak terlalu mahal dan menghasilkan abu yang relatif sedikit. Contoh perekat organik adalah kanji dan tar.

b. Perekat anorganik merupakan perekat yang dapat menjaga ketahanan briket dalam proses pembakaran, sehingga briket menjadi tahan lama. Selain itu perekat ini juga memiliki daya lekat yang kuat dibandingkan perekat organik, akan tetapi biaya yang dikeluarkan lebih tinggi dan menghasilkan abu yang lebih banyak dibandingkan perekat organik. Perekat pabrik seperti lem yang tersedia di pasaran merupakan salah satu perekat anorganik (Putra, 2013).

2.7 Pengujian Karakteristik Briket

2.7.1 Kadar Air

Kadar air briket adalah perbandingan konsentrasi air dalam briket dengan berat kering briket. Berat briket kering melalui oven dengan temperatur 105°C selama 4 jam. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Amrullah dkk, 2015). Menggunakan suhu 300°C, 400°C, 500°C, dan 600°C selama 3 jam, dihaluskan dengan ukuran 40 mesh dan dicampur dengan perekat sebelum dicetak. Penelitian ini mendapatkan hasil kadar air antara 5,0210-6,3332%.

Sedangkan pada penelitian Wahyusi, (2012) menyatakan bahwa semakin kecil ukuran bahan, semakin cepat peretakan keseluruhan bahan sehingga karbonisasi berjalan sempurna. Semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar air briket arang kulit kacang tanah yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu karbonisasi maka air yang terkandung dalam bahan semakin banyak yang menguap. Bila kadar air bahan tinggi, maka semakin

panjang waktu yang diperlukan, karena uap air yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini dibuktikan pada hasil penelitian ditunjukkan nilai Kadar air terendah dihasilkan pada berat arang 125 gram pada suhu karbonisasi 300°C sebesar: 2,014%,

2.7.2 Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Volatile matter atau sering disebut dengan zat terbang, berpengaruh terhadap pembakaran briket. Penelitian yang dilakukan (Wahyusi dkk, 2012) dengan suhu 200°C, 225°C, 250°C, 275°C, 300°C selama 90 menit. Pada temperatur yang naik dengan cepat, sejumlah *volatile* berkembang pada waktu yang singkat dan menghasilkan pori dengan ukuran yang lebih besar. Reaksi yang terjadi lebih besar daripada kenaikan temperatur secara lambat. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Amrullah dkk, 2015) dengan suhu 300°C, 400°C, 500°C, dan 600°C selama 3 jam kadar *volatile* tertinggi pada suhu 300°C sebesar 67,8%. Sedangkan kadar *volatile* terendah di suhu 600°C yaitu 13,75%. Dalam penelitian ini kadar *volatilenya* dipengaruhi oleh campuran perekat kanji dengan residu plastik.

2.7.3 Kadar Abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran dan sudah tidak memiliki unsur karbon, zat yang tersisa ini disebut abu. Abu adalah zat - zat anorganik yang berupa logam ataupun mineral. Semakin rendah kadar abu maka kualitas briket yang dihasilkan semakin bagus. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Nuriana dkk, 2014) dengan suhu 200°C-500°C selama 1,5 jam kadar abu yang dihasilkan 18,18%. Hal yang sama terjadi pada hasil penelitian (Junary dkk, 2015) dimana jumlah kadar abu dalam penelitian ini hasil terbaik yang diperoleh adalah pada temperatur 350°C dan waktu 120 menit dengan nilai kadar abu sebesar 8,6 %. Kecenderungan peningkatan pada kadar abu dan seiring dengan bertambahnya suhu dan waktu karbonisasi, hal ini sesuai dengan teori dimana semakin lama waktu karbonisasi maka kadar abu akan semakin meningkat karena karbon akan habis terbakar dan menyisakan abu yang merupakan hasil sisa

pembakaran (Yudanto dkk, 2009). Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori - pori pada arang sehingga luas permukaan arang menjadi berkurang (Scroder 2006).

2.7.4 Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat adalah fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, zat mudah menguap dan air, perhitungan kadar karbon. Kandungan FC (*fixed carbon*) adalah kandungan karbon tetap yang terdapat pada bahan bakar padat yang berupa arang (Sinurat, 2011). Keberadaan karbon terikat didalam briket arang dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat menguap. Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar abu dan kadar zat menguap briket arang tersebut rendah. Briket arang yang baik diharapkan memiliki kadar karbon terikat yang tinggi. Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor bakar briket arang. Nilai kalor briket akan tinggi apabila nilai karbon terikatnya tinggi pula.

Menurut Sudiyani dkk, (1999), kadar karbon terikat atau *fixed carbon* menunjukkan banyaknya kandungan unsur karbon yang tertambat dalam briket dan memiliki pengaruh terhadap zat menguap dan suhu karbonisasi. Semakin tinggi kadar fixed carbon maka semakin rendah kadar zat menguap. Berdasarkan hasil penelitian (Ristianingsih dkk, 2015), nilai kadar karbon terendah sebesar 26,85% terdapat pada komposisi 85% arang tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan 15% perekat kanji pada suhu 400⁰C. Sedangkan nilai terbesar terdapat pada suhu 500⁰C dengan komposisi 90% arang TKKS dan 10% perekat kanji dengan nilai sebesar 54,96%. Hal ini dikarenakan kadar karbon dipengaruhi oleh kadar volatile matter dan kadar abu. Menurut Usman, (2007), bahwa semakin tinggi kadar zat terbang maka semakin rendah kadar karbon, dan begitu pula sebaliknya. Demikian juga bila dengan kadar abu tinggi maka semakin rendah kadar karbonnya.

2.7.5 Nilai Kalor

Nilai kalor perlu diketahui dalam pembuatan briket, karena untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh briket sebagai bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar briket, maka akan semakin baik pula kualitasnya. Menurut (Lukum dkk, 2012) nilai kalor menjadi parameter mutu paling penting bagi briket arang sebagai bahan bakar sehingga nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor bakar briket arang, semakin tinggi pula kualitas briket yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian Nufus dkk, (2011) setelah briket dicelup minyak jelantah selama 10 menit didapatkan nilai kalor dengan bahan baku ranting kayu sebesar 6901,36 kal/gr, dan juga briket yang menggunakan bahan baku sampah daun kering memiliki nilai kalor sebesar 5764,20 kal/gr. Sedangkan penelitian (Putro dkk, 2015), hubungan antara temperatur dan waktu karbonisasi pada nilai kalor arang jerami. Pada temperatur 450°C, nilai kalor semakin meningkat seiring bertambahnya waktu karbonisasi. Begitu pula pada temperatur 550°C dan 650 °C, nilai kalor meningkat seiring bertambahnya temperatur dan waktu karbonisasi. Nilai kalor tertinggi dicapai pada temperatur 650°C dan waktu karbonisasi 120 menit sebesar 4,887 kal/gr .Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi temperatur karbonisasi, maka kadar volatile matter di dalam arang semakin rendah sementara kadar karbonnya semakin besar.

2.7.6 Lama Nyala Api (Waktu Jelaga)

Kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kepadatan bahan. Jika briket memiliki kandungan senyawa volatile (zat yang mudah menguap) yang tinggi, maka briket akan mudah terbakar dengan kecepatan pembakaran tinggi (Jamilatun, 2008). Cepatnya penyalaan briket batu bara disebabkan rendahnya kandungan air dalam briket batu bara. Sedangkan, lamanya penyalaan awal pada briket tempurung kelapa kemungkinan disebabkan oleh bentuknya yang paling kompak, rapat, keras, berat jenisnya paling besar dan kandungan airnya yang masih cukup besar. Namun, hal ini bisa diatasi dengan pengeringan semaksimal mungkin dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai Lama Penyalaan Awal

No	Jenis Briket	Kadar Air, mL/g	Lama Penyalaan Awal, Sampai timbul Api, detik
1	Tempurung Kelapa	8,32	53,57
2	Serbuk Gergaji	7,73	10
3	Kayu Jati	7,73	10
4	Sekam Padi	9,12	15
5	Batubara Terkarbonisasi	6,12	6,1
6	Batubara non karbonisasi	5,99	6,08
7	Bonggol Jagung	7,27	8,18
8	Arang Kayu	6,86	5

Sumber : Jamilatun S. 2008