

PERBANDINGAN KUALITAS BIOBRIKET CAMPURAN BATUBARA LIGNIT TERKARBONISASI DAN NON-KARBONISASI DENGAN BIOMASSA LIMBAH TONGKOL JAGUNG

Tuti Indah Sari*, Khaidirsyah, M. Delftian Kasmanta

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662

Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia dipenuhi oleh bahan bakar minyak dan gas. Namun, ketersediaannya tidaklah mencukupi untuk beberapa tahun mendatang. Oleh karena itu, usaha untuk mencari bahan bakar alternatif dengan pemanfaatan batubara dan biomassa semakin banyak dilakukan. Tongkol jagung merupakan bagian dari jagung (limbah) yang tidak terpakai. Salah satu upaya pemanfaatan limbah tongkol jagung adalah dengan membuat suatu sistem pengolahan dengan proses karbonisasi untuk menghasilkan arang, selanjutnya untuk meningkatkan kualitasnya menjadi biobriket. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan nilai kalori dengan cara karbonisasi, mencampur bioarang tongkol jagung dengan campuran batubara terkarbonisasi dan non-karbonisasi dengan komposisi tertentu dan menentukan karakteristik dari briket, sehingga nantinya dapat diketahui komposisi mana yang paling baik digunakan. Proses karbonisasi tongkol jagung dilakukan selama 90 menit dengan variasi temperatur dari 250 °C, - 450 °C. Proses karbonisasi batubara lignit dilakukan dalam waktu 20 menit dengan variasi temperature dari 400 °C - 650 °C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil temperatur karbonisasi terbaik untuk tongkol jagung adalah 350 °C, untuk batubara lignit adalah 400 °C. Komposisi briket terbaik adalah komposisi batubara : tongkol jagung = 40% : 60% dengan nilai kalori campuran lignit + tongkol jagung = 6292 cal/gr.

Kata kunci : Briket, Tongkol jagung, Batubara.

1. PENDAHULUAN

Tingkat pemakaian bahan bakar terutama bahan bakar fosil di dunia semakin meningkat seiring dengan semakin bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya laju industri di berbagai negara di dunia.

Energi alternatif adalah istilah yang merujuk kepada semua energi yang dapat digunakan yang bertujuan untuk menggantikan bahan bakar konvensional tanpa akibat yang tidak diharapkan dari hal tersebut. Bentuk alternatif ini ada berbagai macam antara lain adalah biobriket yang bisa digunakan untuk kebutuhan rumah.

Hampir di seluruh wilayah Indonesia terdapat lahan pertanian jagung. Badan Pusat Statistik melaporkan bahwa produksi jagung tahun 2010 sebesar 18,12 juta ton pipilan kering. Dibandingkan produksi tahun 2009, terjadi kenaikan sebesar 522,86 ribu ton atau berkisar 2,97 persen (BPS.2010). Jika produksi jagung pipilan kering dapat mencapai 3 - 4 ton

perhektar, maka limbah tongkol yang dihasilkan sekitar 2 – 3 ton.

Pemrosesan sisa pasca panen jagung ini hanya terserap sedikit sekali untuk pupuk dan bahan bakar memasak penduduk di sekitar pertanian, karena cara yang paling mudah dan bisa dilakukan petani untuk menangani limbah tersebut adalah dengan membakarnya. *Briquetting* merupakan metode yang efektif untuk mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk kompaksi yang lebih efektif, efisien dan mudah untuk digunakan. (Husada, 2008).

Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan tempat pembentukan lembaga dan gudang penyimpanan makanan untuk pertumbuhan biji serta modifikasi dari cabang. Tongkol mulai berkembang pada ruas-ruas batang. Limbah jagung berupa tongkol jagung mengandung lignoselulosa yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. sebagian besar adalah bahan

berlignoselulosa yang memiliki potensi untuk pengembangan produk masa depan. Seringkali limbah yang tidak tertangani akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada dasarnya limbah tidak memiliki nilai ekonomi, bahkan mungkin bernilai negatif karena memerlukan biaya penanganan. Namun demikian, limbah lignoselulosa sebagai bahan organik memiliki potensi besar sebagai bahan pembuatan briket. Lignoselulosa terdiri atas tiga komponen fraksi serat, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. (Richana,dkk. 2008)

Tabel 1. Komposisi kimia tongkol jagung

Komposisi kimia tongkol jagung	Kadar (% berat)
Selulosa	42,43
Hemiselulosa (Pentosan)	25,06
Lignin	21,73

Sumber : Susanto (2009) dalam Nurbaiti (2010)

Tabel 2. Komposisi Elementer Tongkol Jagung

Komposisi Elementer Tongkol Jagung	Kadar (% berat)
Karbon	48,22
Hidrogen	6,2
Nitrogen	1,57
Oksigen	42,94
Sulfur	0,13

Sumber : Bourke (2004) dalam Nurbaiti (2010)

Tabel 3. Data Analisa Tongkol Jagung

Analisis Proksimate tongkol jagung	Kadar
Kadar Air	15 % berat
Kadar Abu	17 % berat
Komponen volatile	74 % berat
Rata – rata calorific value	14,8 MJ/Kg

Sumber : Mani, 2004

Tabel 4. Data Sifat Fisis dan Kimia Tongkol Jagung

Suhu pembakaran	205 °C
Suhu karbonisasi	208 °C
Flash Point	177 –198 °C
Hardness	4,5 % mohs

Sumber : P.i.z. Friggo (2005) dalam Nurbaiti (2010)

Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan suatu proses dimana bahan – bahan berupa batang, tongkol jagung daun, batubara, serbuk gergaji, tempurung kelapa, sekam padi dan lain – lain, dipanaskan dalam ruangan tanpa kontak

dengan udara selama proses pembakaran sehingga terbentuk arang.

2. .METODELOGI PENELITIAN

Adapun variabel penelitian yang dilakukan adalah :

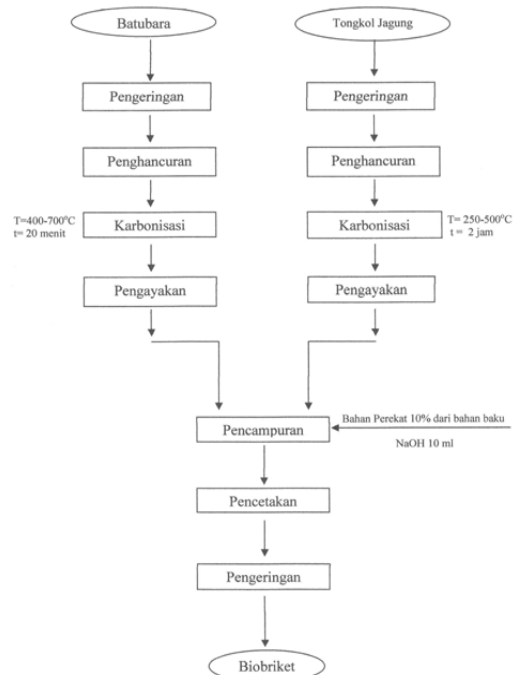
- 1) Temperatur pada proses karbonisasi
- 2) Komposisi pencampuran batubara peringkat rendah dengan bioarang tongkol jagung

Bahan yang digunakan

Batubara Lignit Karbonisasi dan non-Karbonisasi ,Tongkol Jagung , Tepung Tapioka, Aquadest, NaOH

Alat yang digunakan

- 1) Ayakan dengan ukuran 20 mesh
- 2) Muffle furnace
- 3) Alat pencetak briket *Specimen Mount Press*
- 4) Oven
- 5) Neraca analitik
- 6) Alat analisa: Kalorimeter Bomb, Furnace ACF, Furnace VMF, dan Oven
- 7) Cawan porselin
- 8) Cawan silika
- 9) Cawan kuarsa
- 10) Cawan kurs
- 11) Hot plate
- 12) Dessicator
- 13) Spatula
- 14) Loyang/nampan
- 15) Batang pengaduk



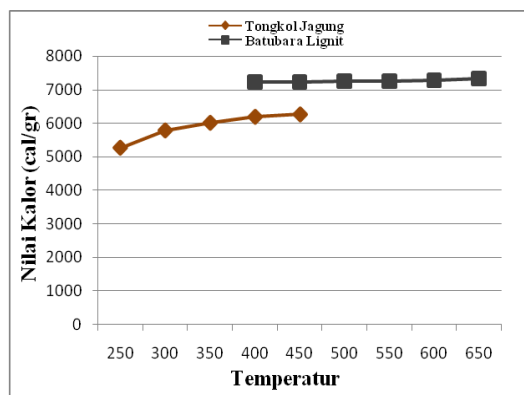
Gambar 1. Blok Diagram Proses Pembuatan Briket Campuran Bioarang Tongkol Jagung dan Batubara Peringkat Rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

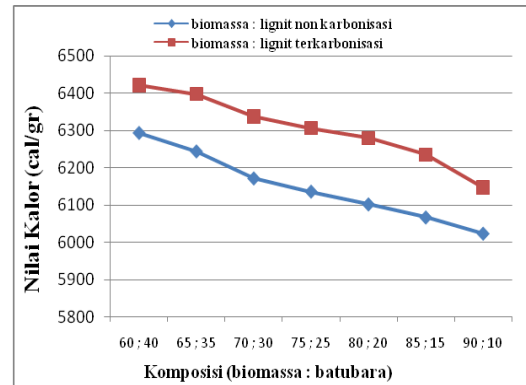
Pada penelitian ini menggunakan bahan baku bioarang tempurung kelapa dan batubara jenis subbituminus dan lignit hasil karbonisasi. Proses Karbonisasi yaitu proses dekomposisi menggunakan panas dalam kondisi tanpa oksigen

Nilai Kalor

Nilai kalori merupakan ukuran panas atau energi yang dihasilkan. Hubungan antara temperatur karbonisasi, persentase komposisi campuran briket terhadap besarnya nilai kalor dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini :



Gambar 2. Hubungan Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Kalori



Gambar 3. Hubungan Pengaruh Komposisi Briket (Tongkol Jagung : Lignit) Terhadap Kalori

Dari gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi maka nilai kalori akan semakin besar karena proses karbonisasi dapat meningkatkan nilai kalori dari bahan baku tersebut. Proses karbonisasi dilakukan pada temperatur yang semakin tinggi maka nilai kalori dari bahan tersebut akan semakin bertambah. (Hariani,2008).

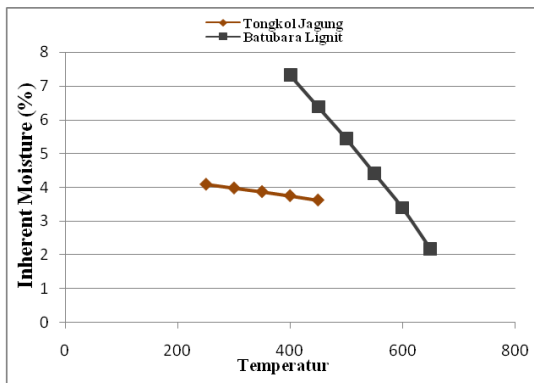
Dari gambar 3 semakin banyak komposisi batubara maka semakin besar nilai kalornya. Karena batubara memiliki nilai kalor yang lebih besar dari arang tongkol jagung sehingga dapat meningkatkan nilai kalor produk biobriket. Nilai kalor pada briket dipengaruhi oleh nilai kalor dari masing-masing arang.

Dari gambar 3 juga terlihat bahwa briket yang memakai lignit karbonisasi memiliki nilai kalor yang lebih besar daripada briket yang memakai lignit non karbonisasi karena setelah mengalami pemanasan akan meningkatkan nilai kalor dari batubara, sehingga setelah di campur dengan biomassa yang telah di lakukan proses pengarangan maka akan mendapatkan nilai kalor yang besar pula. Briket yang memakai lignit karbonisasi memiliki nilai kalor yang lebih besar daripada briket yang memakai lignit non karbonisasi karna pada batubara karbonisasi terjadi suatu reaksi endoterm dan eksoterm tergantung pada reaksi yang terjadi dan pada batubara karbonisasi juga terjadi perombakan dengan keadaan anaerob (tanpa oksigen) karna pada proses karbonisasi, batubara akan melepaskan free moisture (air bebas) berikut senyawa – senyawa organik seperti CO, CH₄, H₂ dll.

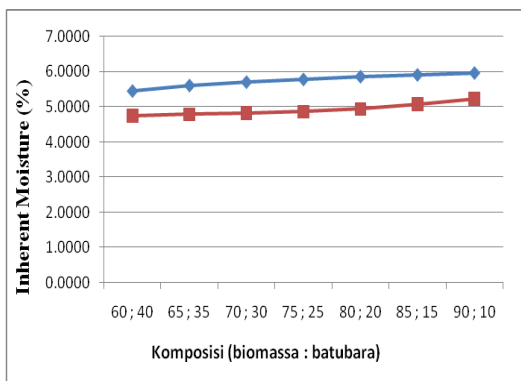
Kadar Air Lembab (*Inherent Moisture*)

Kadar air adalah kehilangan berat pada bahan bakar padat pada pemanasan 104°C – 110 °C dalam kondisi waktu tertentu. Hubungan antara temperatur karbonisasi, persentase

komposisi campuran briket terhadap besarnya kadar air lembab (*inherent moisture*) dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini :



Gambar 4. Hubungan Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Kadar Air



Gambar 5. Hubungan Pengaruh Komposisi Briket (Tongkol Jagung : Lignit) Terhadap Kadar Air

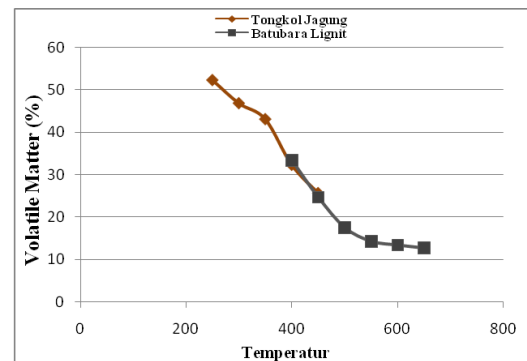
Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi tongkol jagung dan batubara maka semakin kecil kadar airnya. Hal ini terjadi karena pada saat tongkol jagung dan batubara dikarbonisasi kadar air yang terdapat di dalam tongkol jagung dan batubara akan menguap keluar dari pori-pori. Menurut (Hawaria, 2000) semakin tinggi temperatur karbonisasi air didalam material (Batubara dan Tongkol Jagung) menguap sehingga melepaskan lebih banyak air.

Dari gambar 5 semakin banyak komposisi arang tongkol jagung yang ditambahkan maka akan diperoleh briket dengan kadar air lebih tinggi. Karena kadar air bioarang tempurung kelapa lebih besar daripada batubara. Menurut (Nukman, 2008) kadar air pada briket hasil pencampuran sangat dipengaruhi oleh persentase perbandingan pencampurannya, semakin besar persentase perbandingan untuk bioarang tempurung kelapa maka kadar air yang terkandung akan semakin besar.

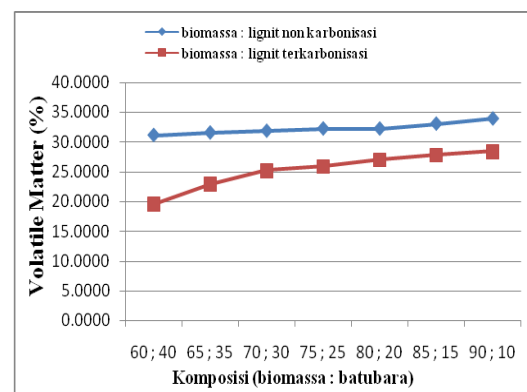
Dari gambar 6 juga terlihat bila briket yang menggunakan batubara karbonisasi memiliki nilai inherent moisture yang kecil di bandingkan dengan briket yang menggunakan batubara non karbonisasi, karna sebelumnya batubara yang telah di karbonisasi akan mengeluarkan sebagian dari kandungan air yang terdapat pada batubara telah keluar setelah dipanaskan, kandungan air ini akan banyak pengaruhnya pada pengangkutan, penanganan, penggerusan maupun pada pembakarannya. Menurut (Hasmoro, 2007) karena kadar air dipengaruhi oleh daya serap arang terhadap air berbeda, kelembaban udara dan cara penyimpanan.

Kadar Zat Terbang (*Volatille Matter*)

Zat terbang (*volatile matter*) adalah bagian dari arang (briket) dimana akan berubah menjadi zat terbang bila briket dipanaskan tanpa udara pada suhu sekitar 950 °C. Hubungan antara temperatur karbonisasi, persentase komposisi campuran briket terhadap besarnya kadar zat terbang (*volatile matter*) dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini :



Gambar 6. Hubungan Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Kadar Zat Terbang



Gambar 7. Hubungan Pengaruh Komposisi Briket (Tongkol Jagung : Lignit) Terhadap Kadar Zat Terbang

Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi maka semakin rendah kadar zat terbang pada arang tersebut. Hal ini dikarenakan karbonisasi dapat mengurangi kadar zat terbang dan senyawa – senyawa lain di dalam batubara seperti metana, hydrogen dan carbon. Pelepasan kadar zat terbang (*volatile matter*) berlangsung bertahap sesuai dengan kenaikan temperatur yang dipengaruhi sifat komponen *volatile matter* yang akan dilepaskannya sehingga kadar zat terbang arang turun (Herbawamurti, 2000).

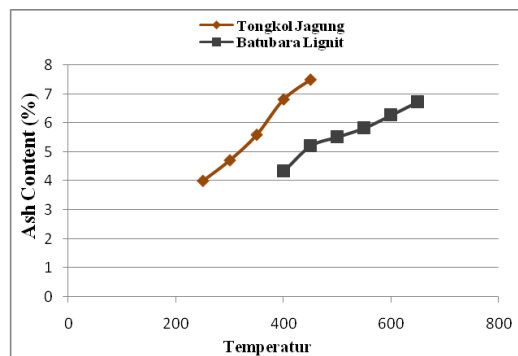
Dari gambar 7 dapat diketahui komposisi briket yang menggunakan lebih banyak tongkol jagung akan meningkatkan kadar zat terbang dari produk briket. Bioarang memiliki kadar zat terbang yang lebih tinggi dibandingkan dengan batubara sehingga lebih mudah terbakar. Hal ini dipengaruhi oleh persentase perbandingan pencampurannya, semakin besar persentase perbandingan untuk bioarang tongkol jagung maka kadar zat terbang yang terkandung akan semakin besar.

Dari gambar 7 dapat terlihat bahwa kadar zat terbang pada briket campuran batubara karbonisasi dan bioarang tongkol jagung memiliki nilai yang kecil dari briket campuran batubara non karbonisasi dan bioarang tongkol jagung karna pada briket campuran batubara non karbonisasi masih terkandung zat terbang terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida (CO), dan metana (CH₄), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO₂ dan H₂O yang apabila dikarbonisasi akan menguap. (Chandra,2008)

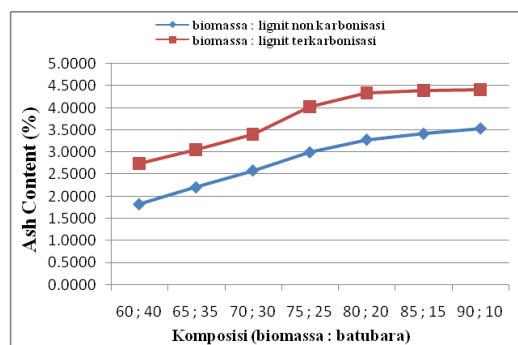
Semakin banyak kandungan kadar zat terbang suatu briket maka semakin mudah briket tersebut terbakar, sehingga laju pembakaran semakin cepat (Sulistiyanto, 2006)

Kadar Abu (*Ash*)

Abu merupakan sisa material yang tidak terbakar setelah terjadinya pembakaran sempurna. Hubungan antara temperatur karbonisasi, persentase komposisi campuran briket terhadap besarnya kadar abu (*ash*) dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini :



Gambar 8. Hubungan Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Kadar Abu



Gambar 9. Hubungan Pengaruh Komposisi Briket (Tongkol Jagung : Lignit) Terhadap Kadar Abu

Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi maka semakin banyak abu yang terkandung didalam arang tersebut. Hal ini terjadi karena secara kimia abu merupakan mineral alumino silikat yang banyak mengandung unsur-unsur Ca, K, dan Na di samping juga mengandung sejumlah kecil unsur C dan N yang dihasilkan dari proses karbonisasi, semakin tinggi temperatur karbonisasi akan mengakibatkan banyaknya material yang terbakar menjadi abu sehingga dengan semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kadar abu akan semakin meningkat (Anonim, 2009)

Dari gambar 9 dapat diketahui bahwa semakin banyak komposisi arang tongkol jagung yang ditambahkan maka akan diperoleh briket dengan kadar abu lebih tinggi. Karena kadar abu pada batubara lebih kecil dari pada kadar abu bioarang tongkol jagung. Hal ini dipengaruhi oleh persentase perbandingan pencampurannya, semakin besar persentase perbandingan untuk bioarang tongkol jagung maka kadar abu yang terkandung akan semakin besar.

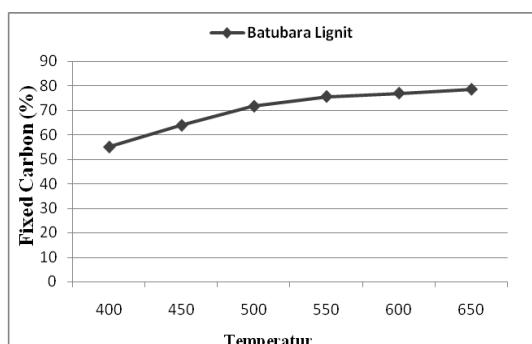
Melalui gambar 9 dapat pula di lihat bila kadar abu pada briket pencampuran antara batubara non karbonisasi dan bioarang tongkol

jagung memiliki nilai yang cenderung kecil dibanding dengan briket pencampuran batubara karbonisasi dan bioarang tongkol jagung ini dikarenakan abu yang merupakan senyawa anorganik diantaranya clay, pasir dan zat mineral lainnya yang apabila dibakar akan menimbulkan abu yang lebih banyak dan akan merugikan, apabila menjadi fouling (kerak). (Chandra, 2008).

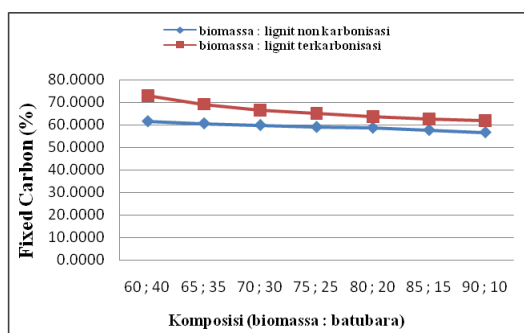
Menurut Hendra dan Darmawan (2000) dalam Nodali Ndraha (2009), salah satu unsur kadar abu adalah silikat dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin rendah kadar abu maka semakin baik kualitas briket yang dihasilkan.

Karbon tetap (*Fixed Carbon*)

Nilai kadar karbon tetap (*Fixed carbon*) diperoleh melalui pengurangan angka 100 dengan jumlah kadar air, kadar abu, dan zat terbang. Hubungan antara temperatur karbonisasi, persentase komposisi campuran briket terhadap besarnya karbon tetap (*Fixed Carbon*) dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini :



Gambar 10. Hubungan Pengaruh Temperatur Karbonisasi Batubara Terhadap Fixed Carbon



Gambar 11. Hubungan Pengaruh Komposisi Briket (Tongkol Jagung : Lignit) Terhadap Fixed carbon

Dari gambar 10 dapat diketahui bahwa temperatur karbonisasi berpengaruh terhadap nilai karbon tetap, semakin tinggi temperatur

karbonisasi maka karbon tetapnya tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyak material yang terbakar sehingga karbon yang dihasilkan akan lebih banyak.

Earl (1974) dalam penelitian Hasmoro (2007) menyatakan bahwa temperatur karbonisasi yang tinggi akan menurunkan kadar zat terbang, sehingga karbon tetapnya tinggi (bahkan bisa mencapai 90%) sebaliknya, temperature karbonisasi yang rendah akan menaikkan kadar zat terbang, sehingga karbon tetapnya rendah.

Dari gambar 11 dan semakin banyak kandungan arang tongkol jagung maka semakin rendah kandungan *fixed carbon* nya.

Kadar karbon padat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Fixed Carbon (\%)} = 100 - (\text{IM} + \text{Ash} + \text{VM})$$

Dimana:

IM = Kadar air lembab

Ash = Kadar Abu

VM = Kadar Zat Terbang

Dari persamaan diatas diketahui bahwa nilai kadar karbon padat berbanding terbalik dengan besarnya nilai kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang. Dimana apabila briket memiliki kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang tinggi maka kadar karbon padatnya akan semakin kecil. Sebaliknya, apabila briket memiliki kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang rendah, maka kadar karbon padatnya akan semakin besar.

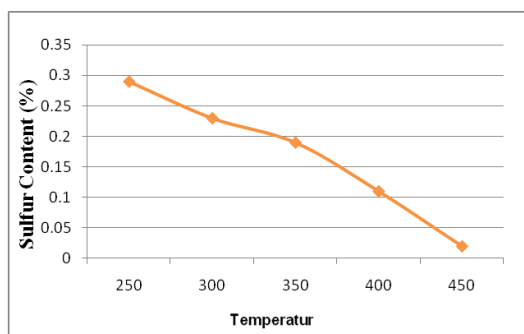
Pada gambar 11 juga terlihat bila kadar karbon pada briket pencampuran batubara non karbonisasi dan bioarang tongkol jagung memiliki nilai kadar carbon yang besar dari briket pencampuran batubara karbonisasi dan bioarang tongkol jagung dikarnakan pada briket pencampuran batubara karbonisasi dan bioarang tongkol jagung memiliki kadar abu, kadar air dan kadar zat terbang yang kecil dari briket pencampuran batubara non karbonisasi dan bioarang tongkol jagung.

Menurut Perrich (1981) dalam Rusliana (2010), besar kecilnya kadar karbon terikat briket yang dihasilkan dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang.

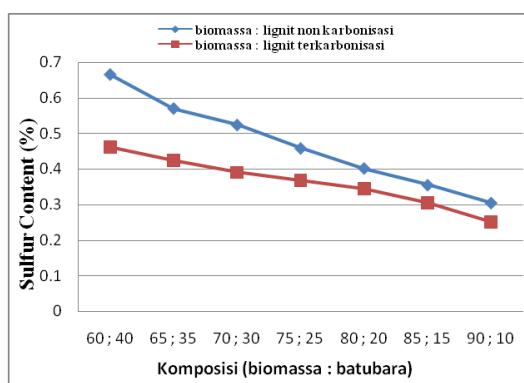
Kadar Sulfur

Sulfur adalah salah satu komponen dalam batubara, yang terdapat sebagai sulfur organik maupun anorganik. Umumnya komponen sulfur dalam batubara terdapat sebagai sulfur syngenetik yang erat hubungannya dengan proses fisika dan kimia selama proses penggabungan dan dapat juga sebagai sulfur epigenetik yang dapat diamati sebagai pirit

pengisi cleat pada batubara akibat proses presipitasi kimia pada akhir proses pembatubaraan (Dinas Pertambangan dan Energi Sumatera Selatan, 2010).



Gambar 12. Hubungan Pengaruh Temperatur Karbonisasi Tongkol Jagung Terhadap Sulfur Content



Gambar 13. Hubungan Pengaruh Komposisi Briket (Tongkol Jagung : Lignit) Terhadap Sulfur Content

Dari grafik 12 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi tongkol jagung dan batubara maka semakin kecil kadar sulfurnya. Hal ini disebabkan karena senyawa sulfur yang terkandung dalam biomassa berupa sulfur organik yang akan menguap apabila diberikan perlakuan panas.

Dari gambar 13. semakin banyak komposisi batubara dalam campuran briket maka, akan menaikkan kadar sulfur. Hal ini disebabkan karena senyawa sulfur yang terkandung di dalam batubara lignit merupakan sulfur pirit (FeS_2) dengan data yang kami peroleh pada lignit non karbonisasi adalah 1,35% dan 0,86% untuk lignit karbonisasi. Pirit dapat terbentuk sebagai hasil reduksi sulfur primer oleh organisme dan air tanah yang mengandung ion besi. Sulfur walaupun secara relatif kandungannya rendah, merupakan salah satu elemen penting pada batubara yang mempengaruhi kualitas. Terdapat berbagai cara terbentuknya sulfur dalam batubara, diantaranya

adalah berasal dari pengaruh lapisan pengapit yang terendapkan dalam lingkungan laut, pengaruh air laut selama proses pengendapan tumbuhan, proses mikrobial dan perubahan pH (Sukandarrumidi, 2009).

Sulfur organik merupakan suatu elemen pada struktur makromolekul dalam batubara yang kehadirannya secara parsial dikondisikan oleh kandungan dari elemen yang berasal dari material tumbuhan asal. Dalam kondisi geokimia dan mikrobiologis spesifik, sulfur inorganik dapat berubah menjadi sulfur organik. Secara umum sebagian besar sulfur dalam batubara berupa sulfur syngenetik yang keterdapatan dan distribusinya dikontrol oleh kondisi fisika dan kimia selama proses pembentukan gambut. Sulfur organik dalam batubara dapat berasal dari material kayu dan pepohonan. Disamping itu sebagian sulfur juga mungkin terjadi dari sisa-sisa organisme yang hidup selama perkembangan gambut (Sukandarrumidi, 2009).

Dari gambar 13 juga dapat dilihat bahwa kadar sulfur pada briket pencampuran batubara karbonisasi dan bioarang tongkol jagung lebih kecil dari briket pencampuran batubara non karbonisasi dan bioarang tongkol jagung ini dikarenakan sulfur yang terdapat pada batubara terbagi menjadi dua yaitu sulfur organik dan sulfur anorganik seperti pirit, markasit dan sulfat. Pada saat pemanasan batubara akan melepas sebagian sulfur organik nya sehingga pada saat pencampuran dengan bioarang dari tongkol jagung briket yang dihasilkan memiliki kadar sulfur yang kecil. Kadar sulfur dalam batubara cukup bervariasi, biasanya sekitar 0,5 – 5,0% (Nukman, 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Pengetahuan Umum Tentang Batubara*, (<http://www.wordpress.com> , diakses 16 Juli 2010)
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2010. *Lahan Pertanian Jagung*. BPS. Jakarta. (<http://www.bps.go.id/> diakses pada 12 Juli 2011)
- Chandra, Adi. 2008. *Pembuatan Briket Dari Eceng Gondok dengan Sagu Sebagai Pengikat*, Laporan Penelitian. Unsri. Indralaya
- Hariani, Desi. 2008. *Pengaruh Penambahan Ampas Tebu Terhadap Briket Batubara dengan Proses Karbonisasi*, (<http://digilib.polsri.ac.id/>, diakses 16 Juli 2010)
- Hasmoro, Edi. 2006. *Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Tempurung Kelapa*

- Terhadap Kualitas Briket Arang dengan Proses Pirolisis, (<http://etd.ugm.ac.id/>, diakses 28 Desember 2010)
- Hawaria, 2000. *Pengaruh Volatile Matter (Zat Terbang) Briket Batubara Pada Pembakarannya*, (<http://digilib.ui.ac.id>, diakses 15 Maret 2011)
- Hembawamurti, Tri Esti. 2000. *Pengaruh Pemakaian Tanah Liat/Clay Pada Karakteristik Briket Batubara*, (<http://digilib.ui.ac.id>, diakses 15 Maret 2011)
- Husada, T.I., 2008. Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif. Laporan Penelitian, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2006. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 047/Tahun 2006*, (<http://www.permen.co.id>, diakses 20 Juli 2010)
- Ndraha, Nodali. 2009. *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tepurung Kelapa dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu yang Dihasilkan*, (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7528/1/10E00091.pdf>, diakses 05 Desember 2010)
- Nukman. 2008. Pengaruh Pencampuran Batubara Semi Antrasit dan Sub-Bituminus terhadap Nilai Proksimat, Nilai Ultimat, Kadar Sulfur dan Nilai Kalori serta Karakteristik Pembakarannya dengan Menggunakan Oksigen Murni, (<http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/17808714.pdf>, diakses 9 Juli 2011)
- Nurbaiti, N.I & Prambasati, N.R . 2010. Pra Rancangan Pabrik Furfural dari Tongkol Jagung dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara. Surakarta
- Richana Nur & Suarni. 2008. Teknologi Pengolahan Jagung. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Bogor
- Sukandarrumidi. 2009. *Briket Batubara*, (<http://www.Artikelbiboer.blogspot.com/2009/11/briket-batubara.html>, diakses 20 Juli 2010)
- Sulistiyanto, Amin. 2008. *Karakteristik Pembakaran Briket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*, (<http://www.google.com/Karakteristik Pembakaran Briket>
- Campuran Batubara dan Sabut Kelapa, diakses 16 Juli 2010)

