

PENGARUH VARIASI JUMLAH CAMPURAN PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET BATANG JAGUNG

Ahmad Saifuddin
21401052060

Jurusan Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Islam Malang
Ahmadsaifuddin18@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah campuran perekat terhadap karakteristik briket batang jagung. Berdasarkan penelitian hal ini dimaksudkan mengambil populasi dan sampel, variable terikat, variable bebas, variable terkontrol, metode pengumpulan data berdasarkan hasil dari 9 pengujian yakni nilai kalor, kadar air, kadar abu, berat jenis, *fixed carbon*, *volatile metter*, *stability*, *shatterindex*, dan *durability*. Hasil penelitian menggunakan analisisdeskriptif untuk menggambarkan variasi perekat pada karakteristik briket batang jagung, untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi perekat pada karakteristik briket peneliti menggunakan analisis varians (ANOVA) satu arah. Hasil penelitian menunjukkan hubungan antara jumlah perekat dengan karakteristik briket batang jagung dihasilkan rata-rata dari pengujian pada masing-masing variasi nilai kalor, kadar air, kadar abu, berat jenis, *fixed carbon*, *volatile metter*, *stability*, *shatter index*, dan *durability*.

Kata Kunci : pengaruh jumlah perekat terhadap pembuatan briket batang jagung.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in the adhesive mixture on the characteristics of corn stalk briquettes. Based on this research, taking population and samples, variables, independent variables, independent variables, controlled variables, data collection based on the results of 9 tests, namely calorific value, air content, specific gravity, ash, fixed carbon, measurement of volatile, stability, rupture index, and durability. The results of the study used analysis to describe the variation of gluing on the characteristics of corn stalk briquettes, while to prove whether or not the effect of adhesive variation on the characteristics of corn stalk briquettes, researchers used one-way analysis of variance (ANOVA). The results showed the levels between the amount of adhesive and the characteristics of corn stalk briquettes produced on average from the test on each variation of calorific value, air, specific gravity, ash content, fixed carbon, volatile meter, stability, fracture index, and durability.

Keywords: the effect of the amount of adhesive on the manufacture of corn stalk briquettes.

1. PENDAHULUAN

Fakta menunjukkan pemakaian bahan bakar fosil dan jumlah cadangan semakin menipis, harga yang tidak stabil dan menjadi penyebab pemanasan global serta terjadinya kerusakan lingkungan sudah mulai terbukti. Hal ini berpengaruh pada industri/pabrik-pabrik pembangkit tenaga listrik yang notabene merupakan salah satu pengguna terbesar bahan bakar fosil selain bidang otomotif. Mereka sekarang diharuskan lebih efisien didalam penggunaan energi. Sumber energi alternatif harus dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Untuk meminimalisir kemungkinan terburuk pemakaian bahan bakar fosil ada beberapa alternatif yaitu :

- a. Penemuan ladang baru
- b. Pemakaian energi dengan efisien
- c. Pengembangan energi terbarukan

Biomasa dari limbah pertanian juga kehutanan adalah bahan yang tidak berguna. Salah satu ciri sektor pertanian adalah menghasilkan sisa hasil panen atau sisa pemrosesan dalam jumlah sangat besar yang tidak mempunyai nilai ekonomi. Jumlah sisa pemrosesan yang sangat besar ini akan menjadi masalah jika tidak terserap, sehingga pada akhirnya hanya akan menjadi limbah yang tidak berguna. Jagung adalah prodak pertanian untuk konsumsimanusia juga pakan ternak. Setelah dipipil untuk mendapatkan butiran jagung menghasilkan limbah batang jagung yang dapat digunakan untuk bahan bakar alternatif serta tongkol, daun dan kulitnya.

Watson (1988) kandungan energi tongkol jagung 3.500-4.500 kkal/kg, suhu tertinggi 205 °C dalam pembakarannya (BPS 2005) di Indonesia luas lahan pertanian jagung di 2004 seluas 3.356.914 ha dengan produksi 11.225.243 ton pipilan. Sedangkan luas lahan dan produksinya di 2005 melonjak hingga 3.504.234 ha mencapai 12.013.707 ton pipilan. Jika produksi mencapai 3-4 ton pipilan kering perhektar tentu limbahnya jumlahnya lebih besar dan ini merupakan potensi besar yang bermanfaat sebagai bahan baku bahan bakar terbarukan. Sisa pemrosesan pasca panen hanya sedikit untuk pakan ternak, pupuk dan bahan bakar memasak. Cara termudah yang dilakukan petani adalah membakarnya dalam menangani limbah tersebut. Tentu menjadi masalah lingkungan akibat pembakaran menimbulkan polusi.

Metode briquetting efektif dalam mengkonversi bahan baku padat menjadi bentuk hasil kompaksi yang lebih mudah untuk digunakan.

Untuk memperoleh briket yang mempunyai karakteristik lebih baik perlu dilakukan berbagai treatment dalam proses pembuatannya. Seperti dalam penelitian Apolinario et al (1997) yang membuat briket ampas tebu dengan cara melakukan kompaksi terhadap campuran 15% bahan pengikat dengan 85 % ampas tebu yang telah dikarbonisasi pada suhu 2500C – 4500C.

Melihat berbagai cara yang dilakuk dalam pengolahan limbah biomassa diharapkan dengan mengubah bahan baku menjadi bioarang yang memiliki nilai kalor lebih tinggi dari pada biomassa biasa dapat memperbaiki karakteristik briket. Selain dengan mengarangkan juga ditambah perekat yang nantinya diharapkan akan memperkuat sifat briket, sehingga tahan terhadap benturan-benturan yang mungkin dapat terjadi saat briket dipindah tempatnya.

Briket biomassa yang dihasilkan bisa digunakan untuk alternatif bahan bakar, skala rumah tangga juga industri. Dengan memanfaatkan ini pemakaian bahan bakar fosil yang kurang baik bisa diperbaharui juga menghemat bahan bakar fosil yang digunakan.

1.1 Biomassa sebagai sumber energi

Biomassa adalah benda padat dari limbah yang dimanfaatkan untuk bahan bakar meliputi limbah kayupertanian/perkebunan/perhutani, komponen organik dari industri juga rumah tangga. Ini bisa menjadi energi alternatif pengganti bahan bakar fosil karna sifatnya yang menguntungkan yaitu dapat dimanfaatkan secara lestari karna dapat diperbaharui yang relative tidak terdapat unsur sulfur yang tidak menyebabkan polusi juga meningkatkan efisiensi sumber daya dari limbah dalam pemanfaatannya (Syafi'i, 2003)

Konversi biomassa menjadi bahan bakar padat, cair dan gas berupa teknologi pirolisa (bio-oil), esterifikasi (bio-diesel), teknologi fermentasi (bio-etanol), anaerobik digester (biogas). Konversi menjadi energi panas menjadi energi mekanis dan listrik adalah teknologi pembakaran dan gasifikasi. (Jawa Pos, 22 Juni 2007) metode pembakaran langsung, gasifikasi dan pirolisis memiliki perbedaan karakteristik dari segi komposisi udara dan hasil produk.

1.2 Konversi menjadi energi

- a. Konversi thermal biomassa proses pembakaran langsung merupakan metode paling mudah karena tanpa proses lainnya. Di pedesaan umumnya masyarakat menggunakan kayu bakar karna praktis dan mudah mendapatkannya walaupun efisiensinya sangat rendah. Model pembakaran langsung di dunia industri digunakan untuk produksi listrik seperti pabrik gula, kelapa sawit sebagai bahan bakar sesuai penggunaan dan kondisi yang pada umumnya berupa serbuk, batangan maupun briket.
- b. Konversi thermal biomassa gasifikasi adalah penggunaan bahan padat yang diubah menjadi gas. Proses ini biomassa dibakar dengan udara terbatas sehingga Sebagian gas yang dihasilkan mengandung karbon monoksida. Keuntungannya biomassa mempunyai nilai kalor relative kecil serta kadar air tinggi. Efisiensi mencapai 30-40%. Pengembangannya mencakup *fixed bed* dan *fluidized bed gasifier*.
- c. Konversi thermal pirolisis yaitu pembakaran tanpa oksigen agar melepas zat terbang yang terkandung. Umumnya zat terbang pada biomassa cukup tinggi produk ini berbentuk gas, cair dan padat berupa arang.

1.3 Briket dan Proses Pembuatan

Bahan bakar padat ini merupakan bahan bakar alternatif paling murah untuk dikembangkan secara massal dalam waktu singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan sederhana (Kementrian Negara Riset dan Teknologi @2004.ristek.go.id).

Pembriketan merupakan teknologi yang menjanjikan yang didefinisikan sebagai proses densifikasi guna memperbaiki karakteristik bahan baku dengan menjadikannya biobriket. Sifat fisik, kimia dan daya tahan briket merupakan sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar. Sebagai contohnya ukuran briket, kandungan air, kadar abu, kepekatan asap, nilai kalor dan karakteristik densitas.

Beberapa parameter diukur dengan analisis proximate seperti : kandungan air, kandungan abu, *volatile matter*, *fixed carbon* dan nilai kalor. Parameter ini secara teknis bersifat terhadap energi biomassa.

Sesuai masalah yang dihadapi, penelitian ini guna meneliti pengaruh

banyaknya campuran perekat terhadap karakteristik briket batang jagung meliputi nilai kalor, kadar air, berat jenis, kadar abu, *fixed carbon*, *volatile metter*, *stability*, *shatter index*, *durability*.

Sedangkan hasil yang diharapkan bermanfaat untuk :

1. Membuka kemungkinan untuk menghasilkan alternatif bahan bakar dari limbah pertanian.
2. Menghasilkan produk bernilai ekonomis.
3. Mengurangi polusi pembakaran limbah batang jagung secara langsung.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik briket yang dicampur dengan perekat lignin pohon pinus.

2.1 langkah Penelitian

Langkah penelitian diawali proses pembuatan briket-pembuatan perekat-pencampuran briket dengan perekat-pengompaksian briket. Sedangkan hasil penelitian dari analisis data menggunakan analisis deskriptif, untuk mengetahui ada tidaknya dampak variasi perekat terhadap karakteristik briket menggunakan analisis varians (ANOVA). Variable penelitian termasuk variable terikat variable bebas variable terkendali. Alat yang digunakan mencakup cetakan briket, alat kompaksi hidrolik manual, saringan dengan mesh no 60, boom kalori meter, oven, desikator, cawan, tanur, timbangan digital, jangka sorong ketelitian 0,5 milimeter dan drum

2.2 Batasan Masalah

Dalam pembatasan masalah guna mengetahui dampak banyaknya pencampuran perekat pada karakteristik briket : nilai kalor, kadar air, berat jenis, kadar abu, *fixed carbon*, *volatile metter*, *stability*, *shatter index*, *durability*.

3. Pembahasan

Data hasil disajikan dalam harga rata-rata dari masing-masing variasi . Pengujian dilakukan 3 kali pengulangan. Dalam penelitian ini yang diteliti adalah hubungan antara jumlah campuran perekat dengan briket yang meliputi nilai kalor, kadar air, berat jenis, kadar abu, *fixed carbon*, *volatile metter*, *stability*, *shatter index*, *durability*. Analisis data disajikan rata-rata nilai, analisis varians dan grafik.

a. Nilai Kalor

Nomer	Perekat (%)	Nilai Kalor (kalor/gr)
1	0	4818.34
2	4	5139.00
3	6	5146.53
4	8	4863.81

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	299.031.083,598	299.031.083,598	2,53	7,59
Antar kelompok	3	276.233,960	92.077,987		
Dalam kelompok	8	291.183,881	29.118,388		
Total	12	299.598.501,439	---	----	----

$F_t = 7,59$ untuk $\alpha 5\%$ $F_o = 2,53$
 $F_o < F_t = 2,53 < 7,59 = H_o$ diterima
 tidak ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada nilai kalor

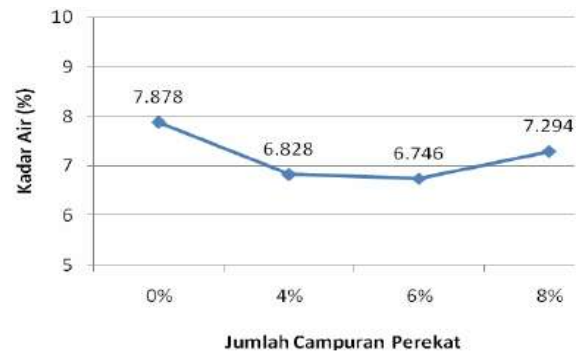


b. Kadar Air

Nomer	Perekat (%)	Kadar air (%)
1	0	7,878
2	4	6,828
3	6	6,746
4	8	7,294

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	619,721	619,721	10,36	7,59
Antar kelompok	3	2,438	0,813		
Dalam kelompok	8	0,628	0,079		
Total	12	622,784	---	----	----

Ft = 7,59 untuk α 5% Fo = 10,36
 $Fo > Ft = 7,59 > 10,36 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada kadar air



a. Kadar Abu

Nomer	Perekat (%)	Kadar Abu
1	0	12,723
2	4	12,655
3	6	12,452
4	8	11,559

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	1672,769	1672,769	72,45	7,59
Antar kelompok	3	9,129	3,043		
Dalam kelompok	8	0,334	0,042		
Total	12	1682,232	---	----	----

Ft = 7,59 untuk α 5% Fo = 72,45
 $Fo > Ft = 72,45 > 7,59 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada kadar abu



a. Volatile matter

Nomer	Perekat (%)	Volatile Matter (%)
1	0	36,87
2	4	40,79
3	6	43,57
4	8	46,80

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	21.177,913	21.177,913	16,97	7,59
Antar kelompok	3	162,614	54,205		
Dalam kelompok	8	25,561	3,195		
Total	12	21.366,088	---	----	----

Ft = 7,59 untuk α 5% Fo = 16,97
 $Fo > Ft = 16,97 > 7,59 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada
 volatile matter

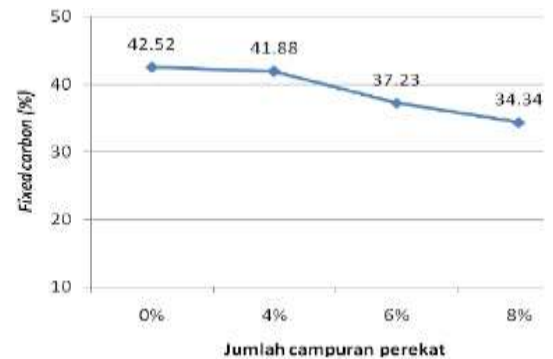


c. Fixed Carbon

Nomer	Perekat (%)	Fixed Carbon (%)
1	0	42,52
2	4	41,88
3	6	37,23
4	8	34,34

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	18.249,114	18.249,114	11,001	7,59
Antar kelompok	3	136,726	45,575		
Dalam kelompok	8	33,143	4,143		
Total	12	18.418,983	---	-----	-----

Ft = 7,59 untuk ∞ 5% Fo = 11,001
 $Fo > Ft = 11,001 > 7,59 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada fixed carbon

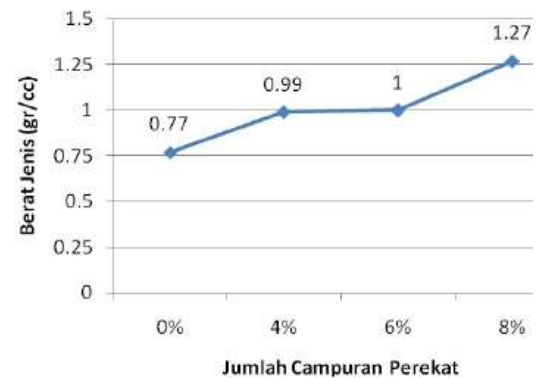


d. Berat Jenis

Nomer	Perekat (%)	Berat jenis (gram/cc)
1	0	0,77
2	4	0,99
3	6	1
4	8	1,27

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	12,201	12,201	9,94	7,59
Antar kelompok	3	0,372	0,124		
Dalam kelompok	8	0,0998	0,012475		
Total	12	622,784	---	-----	-----

Ft = 7,59 untuk ∞ 5% Fo = 9,94
 $Fo > Ft = 9,94 > 7,59 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada berat jenis

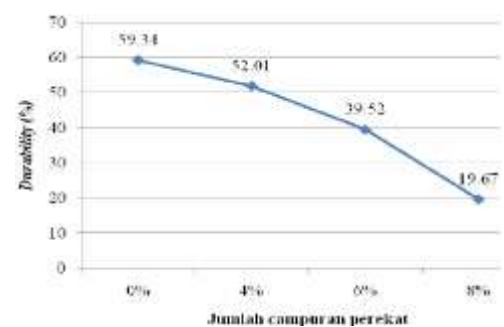


g. Durability

Nomer	Perekat (%)	Durability (%)
1	0	59,34
2	4	52,01
3	6	39,52
4	8	19,67

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	21818,035	21818,035	61,61	7,59
Antar kelompok	3	2708,725	902,908		
Dalam kelompok	8	117,251	14,656		
Total	12	24644,011	---	-----	-----

Ft 7,59 untuk ∞ 5% Fo 61,61
 $Fo > Ft = 61,61 > 7,59 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran perekat pada durability

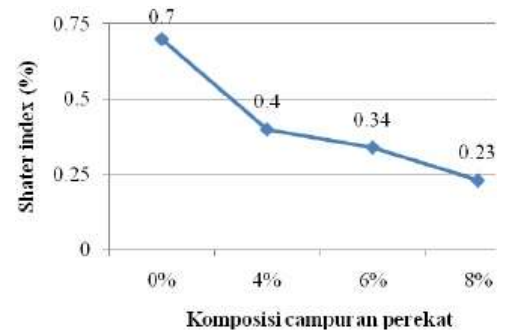


h. Shatter Index

Nomer	Perekat (%)	Shater Index (%)
1	0	0,70
2	4	0,40
3	6	0,34
4	8	0,23

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	2,092	2,092	3,77	7,59
Antar kelompok	3	0,360	0,120		
Dalam kelompok	8	0,255	0,032		
Total	12	2,706	---	----	----

Ft 7,59 untuk α 5% Fo 3,77
 $Fo < Ft = 3,77 < 7,59 = H_0$ diterima
 tidak adapengaruh secara nyata
 campuran pada shatter index



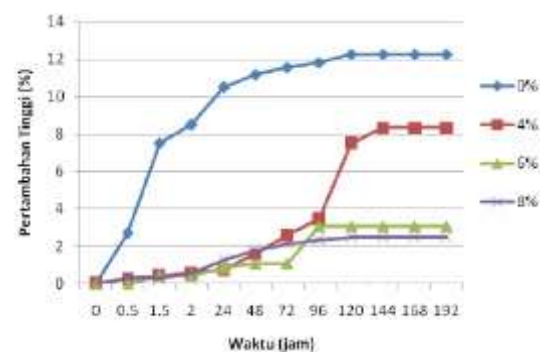
i. stability

Jumlah perekat (%)	Dimensi	stability (%)											
		waktu											
		0	0,5	1,5	2	24	48	72	96	120	144	168	192
0	tinggi	0	2,69	7,51	8,5	10,48	11,17	11,56	11,82	12,25	12,25	12,25	12,25
	diameter	0	0,82	1,44	1,95	1,95	2,16	2,16	2,16	2,46	2,46	2,46	2,46
4	tinggi	0	0,29	0,43	0,58	0,72	1,58	2,59	3,45	7,48	8,34	8,34	8,34
	diameter	0	0,14	0,35	0,48	0,77	1,32	1,67	1,95	2,15	2,15	2,15	2,15
6	tinggi	0	0	0,43	0,43	0,86	1,07	1,07	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06
	diameter	0	0,11	0,21	0,31	0,62	0,83	1,14	1,76	1,86	1,86	1,86	1,86
8	tinggi	0	0,27	0,27	0,54	1,25	1,79	2,13	2,34	2,48	2,48	2,48	2,48
	diameter	0	0	0,07	0,34	0,41	0,96	1,3	1,36	1,51	1,51	1,51	1,51

1. stability tinggi

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	45,280	45,280	12,35	7,59
Antar kelompok	3	1,404	0,468		
Dalam kelompok	8	0,303	0,038		
Total	12	46,987	---	----	----

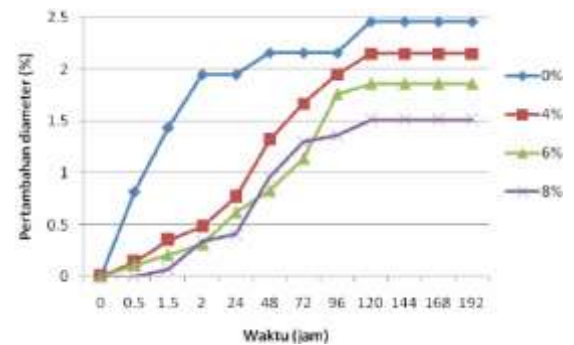
Ft 7,59 untuk α 5% Fo 12,35
 $Fo > Ft = 12,35 > 7,59 = H_0$ ditolak
 ada pengaruh secara nyata
 campuran pada stability tinggi



1. Stability Diameter

Variasi	Dk	JK	KT	Fo	Ft
Rata-rata	1	610,043	610,043	7,424	7,59
Antar kelompok	3	156,292	52,097		
Dalam kelompok	8	56,139	7,017		
Total	12	822,474	---	-----	-----

Ft 7,59 untuk ∞ 5% Fo 7,424
 $Fo < Ft = 7,424 < 7,59 = H_0$ diterima
 tidak ada pengaruh secara nyata
 campuran pada *stability* diameter



4. Kesimpulan

Semakin tinggi pencampuran perekat maka berpengaruh baik terhadap : kadar abu, berat jenis, *stability*, *shatter index* dan *durability*. Sedangkan factor pencampuran perekat kurang baik pengaruhnya pada nilai kalor, kadar air, *fixed carbon*, *volatile metter*.

Jumlah campuran yang terbaik bila dilihat dari *stability*, *shatter index*, *durability* dan berat jenis adalah briket dengan jumlah campuran 8%. Dari uji *stability* terlihat bahwa penambahan diameter 1,51% dan tinggi 2,48% *shatter index* 0,23%, *durability* 19,67% dan berat jenis 1,27 gr/cc. dilihat dari pengujian nilai kalor dan kadar air briket campuran 6% adalah ymag terbaik yaitu nilai kalor 5146,53 kalori/gr dan kadar air 6,746%.

Saran

- Pembuatan briket sebaiknya penggunaan perekat jangan terlalu banyak. Semakin banyak perekat maka nilaikalornya semakin rendah.
- Untuk pembuatan briket berbahan baku sama sebaiknya menggunakan campuran perekat sebanyak 8%.
- Sebaiknya untuk mendapat briket yang lebih baik karbonisasi dilakukan menggunakan furnis, karna furnis dapat mencapai suhu tinggi.
- Dalam pembuatan cetakan sebaiknya diperhitungkan terlebih dahulu mengenai kekuatan bahan cetak, kapasitas cetakan dan dimensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adan Usti ismun, Ir.1998, *Membuat Tungku Bio Arang*, Yogyakarta, Kanisisus
- Anonim, 2006. *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*.
www.energyefficiencyasia.org.
- Anonim, 2007. *Jagung*. "<http://id.wikipedia.org/wiki/Jagung>". Wikimedia Foundation, Inc. 1 Mei 2007
- Anton, G., 2007, *Pengaruh Prosentase Campuran Batubara Terhadap Karakteristik Briket Tongkol Jagung*, Skripsi, FT UNNES (tidak dipublikasikan).
- Appolinario, M. dkk, 1997, *Study on the Production Of Briquettes From Baggase*
- Bhattacharya S. C dkk, 2001, *A Study On Improved Biomas Briqueting*
- Bix, M K, 2007, *Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Karakteristik Briket Batang Jagung*, Skripsi, FT UNNES (tidak dipublikasikan)
- BPS, 2005, *Produksi Padi, Jagung dan Kedelai Tahun 2005 (Angka Ramalan III)*, Berita statistic No.55/VII
- Earl, D.E, 1997. A report on corcoal, Andre Meyer Researc Fellow. FAO. Rome
- Estella Assureiro, 2002 *Rice Husk – an Alternatife Fuel in Peru*, Boiling Point No. 48
- Hartoyo dkk., 1978, *Pembuatan Briket Arang Dari 5 Jenis Kayu Indonesia* Pusat Penelitian Hasil Hutan. Report No 103. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Perkembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Haygreen, J.G dkk, 1989, *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Semua Pengantar*. Diterjemahkan oleh Sutjipto A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hindarso, Herman, dkk. 2005, *Proses Konversi Biomassa Menjadi Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif*,
- Himawanto, D. A. 2005, *Pengaruh Temperatur Karbonasi terhadap Karakteristik Pembakaran Briket*, Jurnal Media Mesin, Volume 6 No. 2, Juli 2005. Surakarta
- Imam, B, 2006 *Bidang Energi dan Sumber Daya Alam (Menenal Batu Bara 2)*, www.beritaiptek.com
- Kementrian Negara Riset dan Teknologi @2004.ristek.go.id
- Mani Sudhagar, et al., 2002. *Compaktion Behavior of Same Biomass Grinds*, AIC Meeting in Saskaton. Saskatchewan USA.
- Peraturan Menteri No. 047, 2006, *Pedoman Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*, www.ilmubatubara.wordpress.com [23 Desember 2007]
- Samsul, M., 2004. *Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Dan Penggunaan Perekat Terhadap Sifat-Sifa et Arang Dari Arang serbuk Kayu Sengon,t Fisika Dan Kimia Briket* Universitas Gadjah Mada.
- Singh, R.K and Misra, 2005, *Biofels from Biomass*, Department of Chemical
- Sitorus, H. Dkk, 1997. *Pengaruh Jenis Perekat Pada Pembuatan Briket Serbuk Sabut Kelapa*, Center for Agricultural Library and Technology Dissemination Bogor 16122. Bogor

- Soeparno, 1993. *Pengaruh Tekanan, Waktu Kempa, dan Jenis Serbuk Pada Pembuatan Briket Arang Gergajian Terhadap Rendemen dan Nilai Panas*. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta (tidak dipublikasikan)
- Sudjana, 1996. *Metode Stastika*. Taristo. Bandung
- Sudrajat, R 1983. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis perekat dan Tekanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang*. Laporan No 165. Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.
- Sugiyono, 2005. *Statistika untuk Penelitian*. CV. Alfa Beta. Bandung.
- Sulistyanto, Amin. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Syachri, T.N., 1983. *Pengaruh Perekat Terhadap Sifat BriketArang Kayu Tusam, Makalah Pelengkap dalam Siposium Pengusahaan Hutan Pinus tanggal 27 – 28 Juli 1983*. Pusat penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Syafi'i, W., 2003. *Hutan Sumber Energi Masa Depan*. www.kompas.co.id. Harian kompas 15 april 2003.
- Tirasonjaya, Fariz, 2006, *Batubara Sumber Energi Alternatif*, <http://id.wordpress.com/tag/kuliah-umum/> [23 Desember 2007]
- Yandi bagus, 2007. *Bahan Energi Alternatif*. Jawa Pos. Rabu, 30 Mei 2007
- www.adobe.com/rdrmessage_CPDF04_ENU, Teknologi Pengolahan Briket di Jepang
- www.warintek.ristek.go.id/air_sanitasi/penjernihan_air_arang_sekam.pdf [24 Juni 2008]
- <http://bakti.easternindonesia.org/gsd/collect/pdf/index/assoc/HASH01fc.dir/doc.pdf>. [24 Juni 2008]
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Pirolisis>.
- http://mekanisasi.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_docman&Itemid=1
- <http://www.pustaka-deptan.go.id>