

EFISIENSI KONSENTRASI PEREKAT TEPUNG TAPIOKA TERHADAP NILAI KALOR PEMBAKARAN PADA BIOBRIKET BATANG JAGUNG (*Zea mays L.*)

Asri Saleh

Dosen pada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

***Abstract** : The aims of this research are determine differences influence the concentration of adhesive to the combustion heating value and determine the optimum heating value. The method is performed in this study is an experimental method. Data obtained from the analysis with use a bomb calorimeter, which is at a concentration of 10% adhesive produced calorific value 4100.350 cal/g, 20% of the calorific value of 3674,14 cal/g, 30% of the calorific value of 3689,52 cal/g, 40% of the calorific value of 3902,21 cal/g and at a concentration of 50% adhesive calorific value generated is 3959,02 cal/g. The results of statistical analysis using the inferential Analysis of Variance (ANOVA), with F test, $F_{arithmetic} (0,168) < F_{table} (5,19)$ at significant level $\alpha = 0,05$ then H_0 rejected it means that there is no difference in the influence of the concentration of adhesive to the calorific value of biobriquet burning corn stalks on.*

***Key words:** Corn Stalk, biobriquet, calorific of combustion.*

PENDAHULUAN

Biomassa limbah batang jagung merupakan sumber energi alternatif yang melimpah, dengan kandungan energi yang relatif besar. Biomassa tersebut apabila diolah dengan pelakuan khusus akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif. Salah satu metode yang efektif untuk mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi yang lebih mudah untuk digunakan adalah metode pembriketan. (Teguh, 2008)

Biobriquet merupakan gumpalan atau batangan arang yang terbuat dari arang limbah organik yang telah dicetak sedemikian rupa dengan daya tekanan tertentu. Penggunaan biobriquet sebagai bahan bakar merupakan salah satu solusi alternatif untuk menghemat pemakaian bahan bakar minyak khususnya minyak tanah yang kini semakin berkurang. Secara tidak langsung, Allah SWT telah menyuruh manusia untuk memanfaatkan segala apa yang diciptakan-Nya, termasuk memanfaatkan limbah hasil pertanian sebagai sumber energi alternatif. Energi biomassa merupakan sumber energi alternatif yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya. Karena Negara Indonesia merupakan Negara

agraris banyak menghasilkan limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan. Selain limbah pertanian Negara Indonesia merupakan Negara yang banyak ditumbuhi segala jenis tumbuh-tumbuhan yang akhirnya menghasilkan biomassa yang melimpah.

Alasan pemilihan batang jagung sebagai bahan utama dikarenakan jumlahnya yang sangat melimpah dan belum optimal dalam pemanfaatannya bahkan bisa dikatakan tidak terpakai (limbah). Khususnya pada daerah Bontonompo Selatan, produksi jagung terus meningkat setiap tahunnya. Meningkatnya produksi jagung, maka potensi limbah batang jagung yang dihasilkan juga semakin besar. Salah satu cara yang dilakukan petani untuk menangani limbah tersebut adalah dengan membakarnya. Tentu saja ini akan menjadi masalah baru bagi lingkungan, terutama karena pembakaran itu akan menimbulkan polusi yang hebat dan juga membahayakan lingkungan. Selain itu limbah batang jagung juga merupakan masalah serius yang dihadapi oleh para petani, seperti pada musim hujan karena batang jagung tersebut tidak bisa terbakar kemudian, apabila dibiarkan tetap berada di dalam area persawahan maka akan mengganggu para petani pada musim tanam selanjutnya. Bahkan bisa membuat celaka para petani karena bentuk dan ukurannya yang keras dan tajam sehingga bisa membuat para petani terluka.

Untuk mengatasi limbah tersebut dan mengoptimalkan penggunaan bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah maka perlu adanya optimalisasi dalam meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari bahan bakar alternatif tersebut. Maka dari itu, akan dilakukan penelitian, untuk memanfaatkan limbah batang jagung menjadi suatu produk yang bernilai jual yaitu dengan mengubahnya menjadi energi alternatif. Proses pembuatan biobriket sangat mudah dan sederhana. Dimulai dengan pengumpulan bahan dasar berupa batang jagung. Selanjutnya proses pengarangan (karbonisasi) batang jagung. Setelah selesai pengarangan bahan dasar ditumbuk sampai halus. Bahan kemudian disaring dengan tujuan butiran hasil pengarangan lembut dan mempunyai ukuran partikel yang sama, kemudian dicampur dengan perekat.

Menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, pembuatan briket membutuhkan bahan perekat supaya briket tidak mudah hancur. Jenis perekat berpengaruh terhadap kerapatan, ketahanan tekan, nilai kalor bakar, kadar air, dan kadar abu. Terdapat dua golongan perekat dalam pembuatan briket, yaitu perekat yang berasap (tar, *pitch*, *clay*, dan molases) dan perekat yang kurang berasap (pati, dekstrin, dan tepung beras). Pemakaian tar, *pitch*, *clay*, dan molases sebagai bahan perekat menghasilkan briket yang berkekuatan tinggi tetapi mengeluarkan banyak asap jika dibakar. Banyaknya asap pada saat pembakaran, disebabkan adanya komponen yang mudah menguap seperti air, bahan organik, dan lain-lain. Bahan perekat pati, dekstrin, dan tepung beras akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama tetapi nilai kalornya tidak setinggi arang kayu. Bahan perekat dari tumbuh-tumbuhan seperti pati (tapioka) memiliki keuntungan dimana jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon. Namun kelemahannya

adalah briket yang dihasilkan kurang tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka memiliki sifat dapat menyerap air dari udara.

Komposisi bahan perekat berpengaruh terhadap kualitas biobriket dan nilai kalor yang dihasilkan. Pada penelitian sebelumnya dengan konsentrasi perekat tepung tapioka 20%, 30% dan 40% memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kalor, kadar abu dan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap kadar air dan kerapatan. Erikson Sinurat (2011), meneliti tentang *Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif*, menggunakan konsentrasi perekat tepung tapioka 30%, nilai kalor yang diperoleh berkisar antara 5752-6148 kal/g, kadar air 7-11%, kadar abu 5,58%, volatile matter 38,14%, fixed karbon 47,61%, kerapatan 0,587 g/cm³, kuat tekan 2,27 g/cm² dan efisiensi thermal pembakaran berkisar antara 24,373-25,663%. Pada penelitian Jessie Indri Nugrahaeni (2008) tentang Pemanfaatan Limbah Tembakau (*Nicotiana Tabacum L.*) Untuk Bahan Pembuatan Briket, dengan menggunakan konsentrasi perekat tepung tapioka 10%, hasil yang diperoleh yaitu nilai kalor 2.789-2.969 kal/g, kerapatan 0,42-0,68 gr/cm³, kuat tekan 67-134 kg/cm², fixed karbon 10,08-19,40%, kadar abu 23,92-37,72%, volatile matter 42,90-66,00% dan nilai kadar air 7,69-9,47%.

Jagung (*Zea mays L.*)

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Sebagai sumber karbohidrat utama di Amerika Tengah dan Selatan, jagung juga menjadi alternatif sumber pangan di Amerika Serikat. Penduduk beberapa daerah di Indonesia (misalnya di Madura dan Nusa Tenggara) juga menggunakan jagung sebagai pangan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari bulir), dibuat tepung (dari bulir, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung bulir dan tepung tongkolnya). Tongkol jagung kaya akan pentosa, yang dipakai sebagai bahan baku pembuatan furfural. Jagung yang telah direkayasa genetika juga sekarang ditanam sebagai penghasil bahan farmasi.

Batang jagung tegak dan mudah terlihat, sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gandum. Terdapat mutan yang batangnya tidak tumbuh pesat sehingga tanaman berbentuk roset. Batang beruas-ruas. Ruas terbungkus pelepah daun yang muncul dari buku. Batang jagung cukup kokoh namun tidak banyak mengandung lignin. Tongkol tumbuh dari buku, di antara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga betina. Beberapa varietas unggul dapat menghasilkan lebih dari satu tongkol produktif, dan disebut sebagai varietas prolifrik. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri).

Pada tahun 2006, luas panen jagung adalah 3,5 juta hektar dengan produksi rata-rata 3,47ton/ha, produksi jagung secara nasional 11,7 juta ton.

Limbah batang dan daun jagung kering adalah 3,46 ton/ha sehingga limbah pertanian yang dihasilkan sekitar 12.1 juta ton. Dengan konversi nilai kalori 4370 kkal/kg potensi energi limbah batang dan daun jagung kering sebesar 66,35 kJ. Energi tongkol jagung dapat dihitung dengan menggunakan nilai 4 *Residue to Product Ratio (RPR)* tongkol jagung adalah 0,273 (pada kadar air 7,53%) dan nilai kalori 4451 kkal/kg. Potensi energi tongkol jagung adalah 55,75 kJ.

Limbah batang jagung tersebut merupakan sumber energi alternatif yang melimpah, dengan kandungan energi yang relatif besar. Limbah pertanian tersebut apabila diolah dengan pelakuan khusus akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif yang disebut biobriket. Pembriketan merupakan metode yang efektif untuk mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi yang lebih mudah untuk digunakan.

Pembuatan Biobriket

Pada dasarnya pembuatan biobriket meliputi proses karbonisasi atau pengarangan. Karbonisasi adalah proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen, sehingga yang terlepas hanya bagian zat terbang (*volatile matter*), sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang.

Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil akhir pembakaran berupa abu berwarna keputihan dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan ke lingkungan. Namun dalam pengarangan, energi pada bahan dibebaskan secara perlahan. Apabila proses pembakaran dihentikan secara tiba-tiba ketika bahan masih membara, bahan tersebut akan menjadi arang yang berwarna kehitaman. Bahan tersebut masih terdapat sisa energi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti memasak, memanggang dan mengeringkan. Bahan organik yang sudah menjadi arang tersebut akan mengeluarkan sedikit asap dibandingkan dibakar langsung menjadi abu.

Lamanya pengarangan ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik. Ukuran parsial bahan, kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, jumlah oksigen yang masuk dan asap yang keluar dari pembakaran. Pada bagian bawah terlihat bahwa abu yang merupakan hasil akhir proses pembakaran tidak memiliki energi lagi. Sementara itu, arang masih memiliki jumlah energi karena belum menjadi abu. Arang inilah yang akan menjadi briket.

Seluruh arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi biasanya masih berbentuk bahan aslinya. Oleh karena itu agar bentuk dan ukuran arang seragam, diperlukan alat atau mesin penggiling yang dilengkapi saringan sebesar 0,1- 0,5 mm. tipe mesin penggiling yang digunakan bisa sama dengan penggilingan

tepung atau juga bisa digunakan blender, namun sebelumnya dihancurkan terlebih dahulu dalam ukuran yang kecil-kecil tergantung dari ukuran dan tingkat kekerasan arangnya, kemudian disaring dengan menggunakan saringan.

Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan. Dengan adanya bahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan arang briket akan semakin baik. Butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Namun permasalahannya terletak pada jenis bahan perekat yang akan dipilih. Penentuan bahan perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket ketika dibakar dan dinyalakan. Faktor harga dan ketersediaannya di pasaran harus dipertimbangkan secara seksama karena setiap bahan perekat memiliki daya lekat yang berbeda-beda karakteristiknya.

Pencetakan arang bertujuan untuk memperoleh bentuk yang seragam dan memudahkan dalam pengemasan serta penggunaannya. Dengan kata lain, pencetak briket akan memperbaiki penampilan dan mengangkat nilai jualnya. Oleh karena itu bentuk ketahanan briket yang diinginkan tergantung dari alat pencetak yang digunakan. Briket yang sudah dicetak mengandung kadar air yang tinggi, oleh karena itu perlu dilakukan pengeringan. Pengeringan yang dilakukan bertujuan untuk mengurangi kadar air dan mengeraskan biobriket agar tahan terhadap benturan fisik dan gangguan jamur. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu, dengan sinar matahari langsung dan pengeringan dengan cara di oven.

Tapioka adalah pati dengan bahan baku singkong dan merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri makanan, farmasi, tekstil, perekat, dan lain-lain. Tapioka memiliki sifat-sifat fisik yang serupa dengan pati sagu, sehingga penggunaan keduanya dapat dipertukarkan. Tapioka sering digunakan untuk membuat makanan dan bahan perekat

Menurut Wikipedia Indonesia, pati tersusun dari dua macam karbohidrat, *amilosa* dan *amilopektin*, dalam komposisi yang berbeda-beda. *Amilosa* memberikan sifat keras sedangkan *amilopektin* menyebabkan sifat lengket. Dalam industri, pati dipakai sebagai komponen perekat, campuran kertas dan tekstil, dan pada industri kosmetika. Tepung tapioka umumnya digunakan sebagai bahan perekat karena banyak terdapat dipasaran dan harganya relatif murah. Perekat ini dalam penggunaannya menimbulkan asap yang relatif sedikit dibandingkan dengan bahan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang dengan tepung kanji sebagai bahan perekat akan sedikit menurunkan nilai kalornya bila dibandingkan dengan nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya.

Perekat tepung tapioka dalam bentuk cair sebagai bahan perekat menghasilkan *fiberboard* bernilai rendah dalam hal kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu, dan zat mudah menguap, tapi akan lebih tinggi dalam hal kadar air, karbon terikat dan nilai kalornya apabila dibandingkan dengan yang menggunakan perekat molase. Partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan biobriket batang jagung membutuhkan zat pengikat sehingga dihasilkan biobriket

yang kompak. Penggunaan tepung tapioka sebagai bahan perekat pada penelitian ini akan menghasilkan briket yang berkekuatan tinggi dan kualitas briket yang berbeda. Penggunaan tapioka akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama, sedangkan molases menghasilkan briket yang berkekuatan tinggi tetapi mengeluarkan banyak asap ketika proses pembakaran.

Biobriket

Biobriket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu. Biobriket dapat menggantikan penggunaan kayu bakar yang mulai meningkat konsumsinya. Selain itu harga biobriket relatif murah dan terjangkau oleh masyarakat.

Biobriket adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari bioarang. Bioarang merupakan arang yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput jerami, ataupun limbah pertanian lainnya. Biasanya, bahan-bahan tersebut di anggap sampah yang tidak berguna sehingga sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Namun, bahan-bahan tersebut sebenarnya dapat diolah menjadi arang, yang selanjutnya disebut biorang. Bioarang ini dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tidak kalah dengan bahan bakar lain. Akan tetapi, untuk memaksimalkan pemanfaatannya, biorang ini masih harus melalui sedikit proses pengolahan sehingga menjadi biobriket.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat biobriket 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 biobriket.

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.

Beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal, antara lain : bantal (*oval*), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*), dan lain-lain. Adapun keuntungan dari bentuk briket adalah sebagai berikut :

- a. Ukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- b. Porositas dapat diatur untuk memudahkan pembakaran.
- c. Mudah dipakai sebagai bahan bakar.

Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan oleh konsumen adalah sebagai berikut :

- a. Daya tahan briket.
- b. Ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya.
- c. Bersih (tidak berasap), terutama untuk sektor rumah tangga.
- d. Bebas gas-gas berbahaya.
- e. Sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (kemudahan dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil).

METODE PENELITIAN

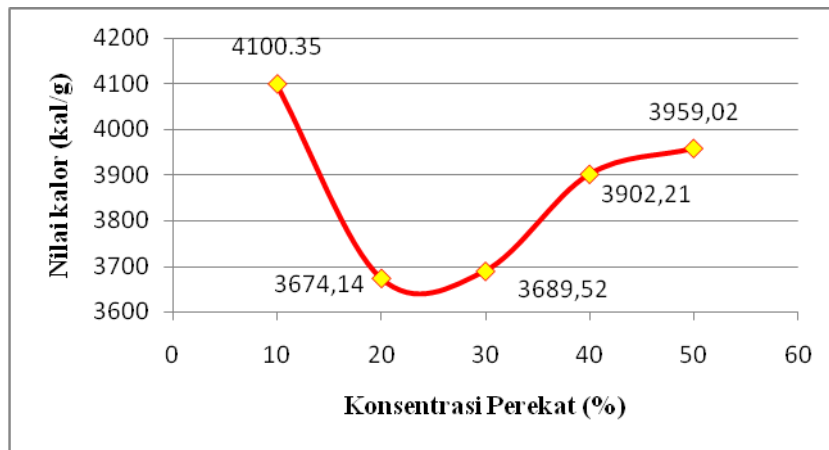
Proses karbonisasi

1. Melakukan pengambilan limbah batang batang jagung di daerah Bontonompo Selatan Kab. Gowa
2. Memisahkan batang jagung dengan daunnya.
3. Mengeringkan batang jagung di bawah sinar matahari sampai kelihatan semuanya kering.
4. Memotong-motong batang jagung dengan ukuran kecil.
5. Menyiapkan bahan dan alat (batang jagung, korek api, kayu kering dan tabung pembakaran).
6. Memasukkan batang jagung ke dalam tabung pembakaran, kemudian tabung ditutup dan dikunci lalu melatakan kayu kering di bawah tabung pembakaran, kemudian membakarnya sambil memutar-mutar tabung pembakaran agar arang yang dihasilkan merata.
7. Menunggu sekitar 20 menit sampai bahan baku menjadi arang.
8. Mengeluarkan arang dari tabung pembakaran dan memisahkan arang dengan yang menjadi abu.
9. Menghancurkan arang dengan menggunakan blender sampai halus.
10. Memisahkan ukuran partikel arang dengan menggunakan ayakan ukuran partikel 20 mesh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil Analisa Nilai Kalor

Konsentrasi Perekat (%)	Perlakuan		Rata-rata (kal/g)
	A (kal/g)	B (kal/g)	
10	4257,47	3943,23	4100,35
20	3864,34	3483,93	3674,14
30	3734,72	3644,31	3689,52
40	3950,87	3853,56	3902,21
50	3973,91	3944,12	3959,01

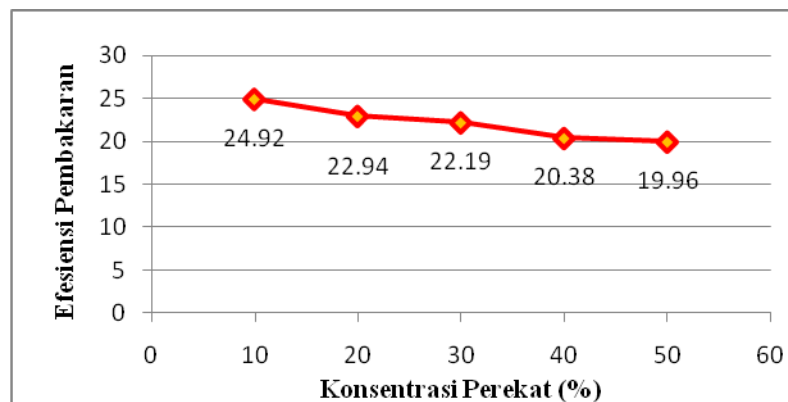


Grafik 1. Hubungan antara Nilai kalor terhadap Konsentrasi perekat

Hasil Uji Efisiensi Pembakaran.

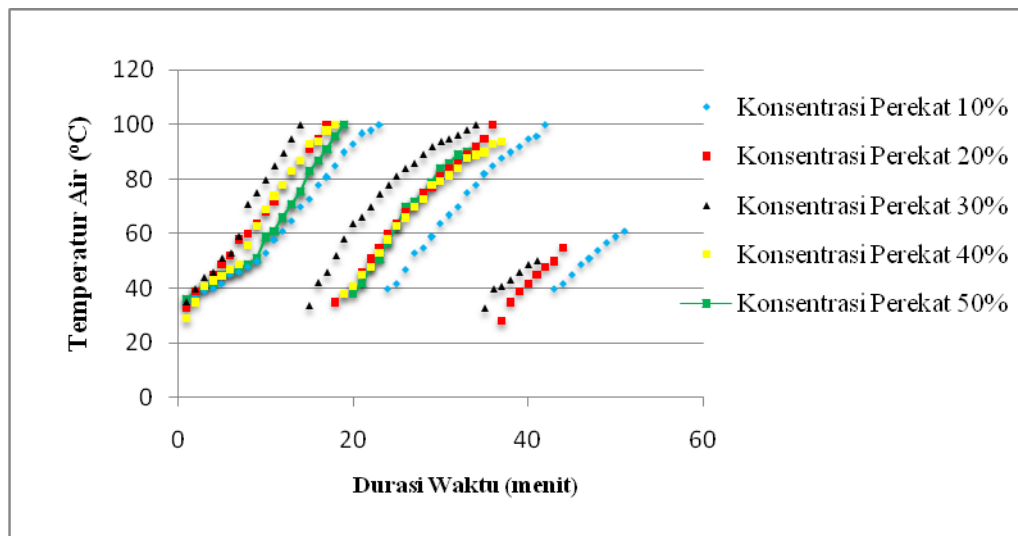
Tabel 2 Hasil Analisa Efisiensi Pembakaran

Konsentrasi Perekat (%)	Efisiensi Thermal(%)
10	24,92
20	22,94
30	22,19
40	20,38
50	19,96



Grafik 2. Hubungan Antara Efisiensi Pembakaran Terhadap Konsenterasi Perekat

Uji Efisiensi Pembakaran Biobriket Batang Jagung.



Grafik 3. Hubungan Antara Temperatur Air terhadap durasi waktu

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak ada perbedaan pengaruh konsentrasi perekat tepung tapioka yang nyata terhadap nilai kalor pembakaran yang dihasilkan pada biobriket batang jagung.
2. Konsentrasi perekat yang menghasilkan nilai kalor yang optimum yaitu 10% dengan nilai kalor 4100,3496 kalori.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, “Kalorimeter Bomb” <http://id.wikipedia.org/wiki/Kalorimeter> (18 Desember 2011).
- Anonim, “Energi” [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19353/4/Chapter %20II .pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19353/4/Chapter%20II.pdf) (23 Desember 2011)
- Anonim, “Jagung” *Wikipedia the Free Encyclopedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/jagung> (10 Desember 2011).
- Anonim, “Tepung” http://id.wikipedia.org/wiki/tepung_kanji, (25 Desember 2011).

- Anonimous, “*Pemanfaatan Sagu sebagai Bahan Perekat*” Laporan Hasil Penelitian Industri DEPERWUAG 1989, Medan, 1989.
- Aquino Gandhi Bagaskoro.** “*Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung*” Jurnal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, 2010
- Atkins, P.W, *Kimia Fisika*, Jakarta: PT.Gelora Aksara Pratama,1993.
- Boedjang, K. “*Pembuatan Arang Cetak*”. Laporan Karya Utama, Departemen Teknologi Kimia, Fakultas Teknologi Industri ITB, Bandung, 1973
- Ogra, S. K, *Kimia Fisika dan Soal-soal*, Jakarta: Universitas Indonesia Press, 2008
- Earl, D, E, A Report On Corcoal, Andre Meyer Researc Fellow, FAO: Rome, 1974
- Ebbing, Darreel. D. *General Chemistry*, New Jersey: Houghton mifflin company Boston,2008
- Enie, A.B, , *Teknologi Pengolahan Singkong*, Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian Bogor, Departemen Perindustrian, 1989
- Erikson Sinurat, “*Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif*” Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik UNHAS, Makassar, 2011.
- Hartoyo, J. “*Percobaan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu*”. Laporan Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor, 1978
- Haygreen, J.G dan Bowyer J.L, *Hasil Hutan Dan Ilmu Kayu Semua Pengantar*, terjemahan. Sutjipto A. Hadikusumo Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1989.
- Hendra, D dan G. Pari. *Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang*. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor, 2000
- Hendra, D. AAK, *Teknologi Pembuatan Arang dan Tungku Yang Digunakan*. Pusat Litbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor: Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1999.

- Hasnul Jein, "*Uji Kehalusan Bahan Dan Konsentrasi Perekat Briket Biomassa Kulit Durian Terhadap Karakteristik Mutu Briket*" Skripsi, Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, 2011
- Ismun Uti Adan, *Membuat Briket Bioarang*, Yogyakarta: Kanisius, 1998
- Jessie Indri Nugrahaeni. "*Pemanfaatan Limbah Tembakau (Nicotiana Tabacum L.) Untuk Bahan Pembuatan Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif*". Jurnal, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 2008
- Lailatul Muniroh dan Fatih Khiqmiawati Lutfi, "*Produk Bioetanol Dari Limbah Batang Jagung Dengan Menggunakan Proses Hidrolisa Enzim Dan Fermentasi*" Presentase Tugas Akhir, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November, 2011.
- Levine, Ira N. , *Physical Chemistry*, Brooklyn, New York: City University Of New York, 2009
- Masturin, A. "*Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu*". Skripsi, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, 2002.
- Ndraha Nodali, "*Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan*" Skripsi Sarjana, Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, 2009
- Oswan Kurniawan dan Marsono, *Superkarbon Bahan bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Dan Gas Depok*: Penebar Swadaya, 2008.
- Pari, G, D. Hendra dan J. Hartoyo. "*Beberapa Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Limbah Arang Aktif*". Jurnal, Penelitian Hasil Hutan, 1990
- Soeparno, "*Pengaruh Jenis Serbuk, Kerapatan Ogalit Terhadap Rendemen dan Kualitas Briket Arang*", Prosiding Seminar Nasional II, Buku I. BRIGAF, 1999.
- Sudratjat, R. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Briket Arang*. Bogor: Laboran PPPHH No.165, 1983.
- Sudrajat, R dan S. Soleh. "*Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*". Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor, 1994
- Sukardjo, *Kimia Fisika*, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2002

Sulistyanto, Amin., *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Surakarta: Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, 2006.

Teguh Ibnu Husada, “Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif” Laporan Hasil Penelitian Program Inovasi Mahasiswa Provinsi Jawa Tengah, UNS, Semarang, 2008

Teguh Wikan Widodo, A. Asari, Ana N.dan Elita, R,”Bio Energi Berbasis Jagung dan Pemanfaatan Limbahnya Karakteristik,” tinjauan terhadap buku *Sistem Usahatani Jagung-Ternak di Lahan Irigasi*. Inovasi Teknologi Palawija: Badan Litbang Pertanian, 2002. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Universitas Gajah Madah. 1993.