

# KARAKTERISTIK CAMPURAN BATUBARA DENGAN ARANG GERGAJI KAYU MERANTI DALAM PEMBUATAN BRIKET BATUBARA DI KOTA SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR

*(Characteristics of Mixture of Coal with Meranti Wood Saw Charcoal in Making Coal Briquettes in Samarinda City, East Kalimantan)*

Graciella Jacob<sup>1</sup>, Harjuni Hasan<sup>2</sup>, Agus Winarno<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Mulawarman Samarinda  
Kampus Gunung Kelua Jl. Sambaliung No. 9 Samarinda Kalimantan Timur  
Email : celajacob09@yahoo.com, harjunihasan@yahoo.co.id, aguswinar71@gmail.com

## Abstrak

Briket batubara pada komposisi 75% : 25% memiliki kandungan air paling tinggi sebesar 7,82% pada sampel BPP. Sedangkan pada komposisi 65% : 35% memiliki kandungan air paling tinggi pada sampel PB sebesar 6,26%. Kadar air dalam pembuatan briket sangat berpengaruh terhadap kualitas briket, Semakin tinggi kadar air akan menyebabkan kualitas briket arang menurun. Hal ini disebabkan perekat tepung tapioka tidak tahan pada kelembaban sehingga menyerap air dan udara. Pada komposisi 50% : 50% karbon padat (*fixed carbon*) pada briket batubara berjalan sempurna, karena kadar hidrogen dan oksigen yang menurun. Semakin besar kerapatan briket, laju pembakaran akan semakin lama yang di sebabkan oleh tekanan yang diberikan pada saat proses pengempaan. Tingkat kerapatan paling kecil terjadi pada sampel BPP dengan komposisi 50% : 50%. Laju pembakaran paling tinggi terjadi pada sampel PB dengan waktu 115 menit .

*Kata Kunci : Briket, komposisi briket, tingkat kerapatan, laju pembakaran*

## Abstract

*Coal briquettes at a composition of 75%: 25% had the highest water content of 7.82% in the BPP sample. While the composition of 65%: 35% has the highest water content in the PB sample of 6.26%. The water content in the manufacture of briquettes greatly affects the quality of the briquettes, the higher the water content will cause the quality of the charcoal briquettes to decrease. This is because tapioca starch adhesive is not resistant to moisture, so it absorbs water and air. At the composition of 50%: 50% solid carbon (fixed carbon) in coal briquettes works perfectly because the hydrogen and oxygen levels are decreasing. The greater the density of the briquettes, the longer the combustion rate will be caused by the pressure applied during the pressing process. The lowest density level occurred in the BPP sample with a composition of 50%: 50%. The highest burning rate occurred in the PB sample with a time of 115 minutes.*

*Keywords: Briquettes, Composition, Density and Combustion Rate*

## PENDAHULUAN

Untuk pemulihan cadangan minyak bumi maupun batubara diperlukan waktu yang sangat lama, sedangkan kebutuhan masyarakat akan energi tidak dapat ditunda. Oleh karena itu perlu dikembangkan sumber energi alternatif, salah satu energi alternatif yang memungkinkan adalah briket.

Briket Batubara adalah jenis produk pembriketan (*briquetting*) melalui proses pencetakan partikel-partikel padatan berbasis batubara pada tekanan tertentu baik dengan/tanpa bahan pengikat (*binded* maupun bahan imbuhan lainnya. Briket Batubara Terkarbonisasi adalah jenis produk pembriketan yang menggunakan bahan baku partikel batubara yang telah mengalami proses karbonisasi. Briket Batubara Tanpa Karbonisasi adalah jenis produk

pembriketan yang menggunakan bahan baku partikel batubara yang tidak mengalami proses karbonisasi (*Permen, 2006*).

Gagasan awal pembuatan briket batubara adalah pemanfaatan limbah sisa hasil penambangan batubara yang tidak diambil atau tidak laku dijual karena ukuran butirnya kecil atau tidak lagi memenuhi persyaratan yang diinginkan pembeli (*buyer*). 78% dari endapan *tailing* yang berukuran +170 mesh terdiri dari butiran batubara. Dalam hal demikian, sisa hasil proses pengayakan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket (*Sukandarnumidi, 2017*). Teknologi pembuatan briket batubara dari batubara bubuk yang mendorong pemanfaatan briket untuk masyarakat dan industri kecil di Indonesia antara lain : (a) potensi batubara Indonesia sangat besar (b) penduduk Indonesia sebagian

besar tinggal di pedesaan (c) dapat dilaksanakan dengan teknologi sederhana, dengan investasi sedikit dan (d) kebijakan pemerintah untuk mengurangi pemakaian minyak dan kayu bakar (Sukandarrumidi, 2004). Penggunaan batubara dalam bentuk briket sudah banyak diteliti dan tidak terlepas dari penggunaan kompor yang berperan penting sebagai media pembakarannya, maka dengan mencetak limbah biomassa tersebut menjadi briket akan memberikan nilai tambah dan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif pengganti kayu bakar dan minyak tanah.

Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan pembuatan briket arang akan meningkatkan pemanfaatan limbah hasil hutan sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan. Oleh karena itu diperlukan alternatif untuk pembuatan briket.

## METODOLOGI

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam perancangan system pengangkutan batubara melalui pipa (sekalala laboratorium) adalah sebagai berikut: (a) Tungku karbonisasi (b) Pan pembakaran (c) Palu (d) Sekop (e) Jaw crusher (f) Bak dan Timba (g) Timbangan Analitik (h) Panci (i) Alat Pencetak Briket Batubara Bentuk Silinder Plastik Sample (j) Sendok pengaduk (k) Muffle furnace (l) Cawan dan penjepit Krusible (m) Mortar dan Alu (n) Gelas beker (o) Desikator (p) Erlenmeyer (q) Buret dan statif (r) Bomb calor. Adapun bahannya adalah (a) Batubara peringkat rendah (*sub-bituminous* dan *bituminous*) (b) Tepung tapioca (c) Air (d) Squades (e) Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (f) Tissue (g) Kawat

### Analisis proksimat

Analisis *proximate* adalah suatu analisis terhadap lengas (*moisture content*), kandungan abu (*ash content*), zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tertambat (*fixed carbon*) yang di tentukan berdasarkan serangkaian metode pengujian yang telah ditetapkan/dibakukan (Speight, 2013).

#### a. Inherent Moisture (IM)

Kandungan lengas (Inherent Moisture) adalah air yang secara fisik terikat di dalam rongga-rongga kapiler serta pori-pori batubara yang relatif kecil, serta mempunyai tekanan uap air yang lebih kecil jika dibandingkan dengan tekanan uap air yang terdapat pada permukaan batubara. Berikut adalah rumus perhitungan untuk menentukan total moisture dari batubara

$$\%IM = \frac{m^2 - m^3}{m^2 - m^1} \times 100\%$$

Keterangan:

IM = Inherent Moisture, m<sub>1</sub> = Berat Wadah, m<sub>2</sub> = Berat Wadah + Sampel, m<sub>3</sub> = Berat Wadah + Sampel (setelah di oven).

#### b. Kadar Abu (Ash)

Kandungan abu dalam batubara adalah residu/sisa bahan anorganik yang tersisa setelah pembakaran, penentuan kandungan abu tidak ekuivalen dengan kandungan mineral dan batubara, tetapi dapat merepresentasikan jumlah kandungan mineral setelah kehilangan zat terbang seperti CO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari senyawa mineral seperti karbonat, sulfat dan lempung.

$$\%Ash = \frac{m^3 - m^1}{m^2 - m^1} \times 100\%$$

Keterangan:

Ash = Ash Content, m<sub>1</sub> = Berat Wadah, m<sub>2</sub> = Berat Wadah + Sampel, m<sub>3</sub> = Berat Wadah + Sampel (setelah di oven)

#### c. Volatile Matter

Kandungan zat terbang (*volatile matter*) mempresentasikan komponen batubara (selain lengas) yang dilepaskan pada *temperature* tinggi. Zat terbang ini sebagian besar berasal dari bahan batubara, tetapi dalam jumlah yang terbatas juga ada yang berasal dari kandungan mineralnya.

$$\%VM = \frac{m^2 - m^3}{m^2 - m^1} \times 100\%$$

Keterangan:

VM = Volatile Matter, m<sub>1</sub> = Berat Wadah, m<sub>2</sub> = Berat Wadah + Sampel, m<sub>3</sub> = Berat Wadah + Sampel (setelah di oven)

#### d. Fixed Carbon

Karbon tertambat diperoleh dari hasil koreksi pengurangan kadar air, zat terbang dan abu dalam persen (%). Karbon tertambat merupakan salah satu parameter yang dapat mengindikasikan peringkat batubara. Rumusan untuk menghitung nilai karbon tertambat adalah sebagai berikut:

$$\%FC = 100\% - (IM + AC + VM)$$

Keterangan:

FC = Fixed Carbon (Karbon Tertambat), IM = Inherent Moisture, AC = Ash Content, VM = Volatile Matter

### Nilai Kalor (Calorific value)

Nilai kalor batubara adalah panas yang dihasilkan oleh pembakaran setiap satuan berat batubara pada kondisi standar. Perhitungan untuk menentukan kandungan nilai kalor (*calorific value*) dari batubara adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{(\Delta T \times W - e_1 - e_2)}{\text{berat sampel}}$$

Keterangan:

$Q$  = Besarnya panas (kalor) yang dikeluarkan sampel (cal/gram).  $\Delta T$  = Selisih suhu konstan setelah dan sebelum pegeboman ( $^{\circ}C$ ).  $W$  = Kalor jenis dari suhu yaitu 2426 cal/ $^{\circ}C$ .  $e_1$  = Faktor koreksi untuk kawat ( $\Delta I \times 2,3$  cal/cm).  $e_2$  = Faktor koreksi untuk gas (volume titrasi  $\times 1$  cal/ml).

### Proses Pembuatan Briket

#### a. Pemanasan serbuk (Karbonisasi)

Bahan baku serbuk gergaji kayu meranti dimasukkan ke dalam sebuah wadah. dan dipanaskan kira-kira  $\pm 2$  jam sampai menjadi arang dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air (*moisture*) serta mengurangi kandungan zat terbang (*volatile matter*), gas dalam batubara. Proses pengambilan hasil akhir (*output*) dengan ukuran  $\pm 0,35$  mm setelah proses pengecilan ukuran (*reduction size*) dengan menggunakan *crusher*.

#### b. Pengolahan bahan perekat

Perekat organik yang digunakan adalah tepung tapioca sebanyak 0,2 kg untuk setiap 1 kg bahan utama (batubara dan arang gergaji kayu meranti) yang di campur dengan air  $\pm 1$  liter, perekat tapioka di masak sampai mendidih agar di peroleh perekat yang hampir berupa jel namun encer. Pencampuran dengan bahan utama dan pengadukan secara kontinyu agar diperoleh campuran bahan briket yang homogen.

#### c. Pencampuran bahan utama dan bahan pengikat

Pencampuran bahan utama dengan perekat dengan komposisi yaitu (50%;50%), (65%;35%) dan (75%;25%).

#### d. Pencetakan briket

Batubara yang telah tercampur dengan perekat tapioka dan air kemudian dimasukkan kedalam cetakan dengan cara ditekan agar padat dan tidak mudah pecah. Dan adonan briket batubara dan di isi kedalam mesin pencetak briket batubara dan selanjutnya dicetak dengan mesin pencetak dengan daya tekan maksimal 1 ton.

#### e. Pengeringan briket

Setelah dicetak, briket batubara dikeringkan dengan oven pada suhu ( $102^{\circ}C$ ) dengan waktu selama 24 jam.

### Uji Kerapatan

Uji kerapatan menunjukan perbandingan antara berat dan volume briket. Briket yang memiliki kerapatan tinggi laju pembakaran akan berlangsung lama dibandingkan dengan briket yang berkerapatan rendah. Langkah pengujian

kerapatan yaitu menyiapkan perakatan yang digunakan yaitu *venier caliper*, setelah dikempa dapat dicari dengan mengukur massa sampel briket yang kemudian dibagi dengan volume sampel briket, selanjutnya menimbang berat briket tersebut.

### Uji Nyala Api

Uji penyalaan api dan laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu briket habi sampai menjadi abu. Pada uji nyala api, briket di bakar untuk mengetahui la mawaktu briket habis sampai menjadi abu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Proksimat Sampel Batubara

Analisis proksimat pada 3 formasi yaitu Formasi Balikpapan (Tmbp), fomasi Pulaubalang (Tmpb), formasi Kampung Baru (Tpkb).dilakukan dua kali pengujian yaitu pada tahan awal (setelah sampel diambil) dan pada tahap akhir (setelah melalui proses pengujian yaitu proses pembuatan briket). Hasilnya menunjukkan jenis batubara *subbituminous b* dan *bituminous high-volatile c*. sebagai berikut

Tabel 1. Hasil Uji Proksimat

For masi	Kode Sampel	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)	CV (kal/gr)
Tpkb	KB	11,19	14,27	44,5	30,03	6887,10
Tmpb	PB	13,96	9,60	54,3	22,12	6562,22
Tmbp	BPP	7,37	1,93	52,41	38,27	7645,30

### Analisis Pencampuran

#### a. Komposisi 75%:25%

Hasil analisis *proximate* dari briket arang gergaji kayu meranti dan batubara pada komposisi tersebut pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil Analisis pada Komposisi 75%:25%

No	formasi	kode sampel	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
1	Tpkb	KB	4,57	3,57	48,87	42,87
2	Tmpb	PB	6,66	4,46	49,45	39,4
3	Tmbp	BPP	7,82	2	48,27	41,87

Dari Tabel 2 diatas menunjukan bahwa briket batubara 75% : 25% memiliki kandungan air paling tinggi sampel BPP dengan 7,82%. Kadar air dalam pembuatan briket sangat berpengaruh terhadap kualitas briket, Semakin tinggi kadar air akan menyebabkan kualitas briket arang menurun. Hal ini disebabkan perekat tepung tapioka tidak tahan pada kelembaban sehingga menyerap air dan udara.

b. *Komposisi 65% : 35%*

Hasil analisis *proximate* dari briket arang gergaji kayu meranti dan batubara pada komposisi tersebut pada tabel berikut ini:

**Tabel 3.** Hasil Analisis pada Komposisi 65%:35%

Formasi	Kode sampel	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
Tpkb	KB	5,73	2,42	46,82	45,01
Tmpb	PB	6,26	3,83	47,37	45,16
Tmbp	BPP	5,4	1,89	45,16	47,53

Dari Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa briket batubara 65% : 35% memiliki kandungan air paling tinggi pada sampel PB dengan 6,26%. Dari hasil data analisis nilai kalori (*calorific value*) sampel PB memiliki kandungan kalori tertinggi dengan 6253,93 Cal/g (dmmf) dan sampel BPP memiliki kandungan kalori terendah dengan 6036,88 Cal/g (dmmf)

c. *Komposisi 50% : 50%*

Hasil analisis *proximate* dari briket arang gergaji kayu meranti dan batubara komposisi 50% : 50% dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 4.** Hasil Analisis pada Komposisi 50%:50%

Formasi	Kode Sampel	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
Tpkb	KB	5,99	2,94	43,17	47,88
Tmpb	PB	7	3	44,29	45,62
Tmbp	BPP	5,48	1,72	42,74	50,04

Dari Tabel 4 menunjukkan karbon padat (*fixed carbon*) pada briket batubara berjalan sempurna, maka nilai karbon terikat akan bertambah karena kadar hidrogen dan oksigen yang menurun. Dari hasil analisis nilai kalori (*calorific value*) sampel PB memiliki kandungan kalori tertinggi dengan 5769,03 Cal/g (dmmf) dan sampel BPP memiliki kandungan kalori terendah dengan 5582,37 Cal/g (dmmf)

**Kerapatan Briket**

Kerapatan merupakan perbandingan antara berat dan volume briket. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan penyusun briket tersebut. Berdasarkan SNI 01-6235-2000 kerapatan yang baik untuk briket adalah 0,447%. Adapun hasil dari uji kerapatan pada briket sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Uji Kerapatan Briket

Komposisi	Kode Sampel	volume (cm <sup>3</sup> )	Berat Sampel (gr)	Kerapatan (gr/cm <sup>3</sup> )
75%	KB	68,98	40,2188	0,583
	PB	70,502	48,8627	0,693
	BPP	65,41	43,9747	0,672
65%	KB	70,434	42,5037	0,604
	PB	71,468	42,5342	0,595
	BPP	72,656	43,6435	0,601
50%	KB	64,984	32,7817	0,505
	PB	67,792	36,3842	0,537
	BPP	69,003	33,3078	0,483

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan, bahwa semakin besar kerapatan briket, laju pembakaran akan semakin lama. Tiggi rendah suatu briket di sebabkan oleh tekanan yang diberikan pada saat proses pengempaan.

**Waktu Penyalaan Api dan Laju Pembakaran**

Kecepatan dan lama pembakaran untuk masing-masing jenis briket (Tabel 6)

**Tabel6.** Hasil Uji Penyalaan Api dan Uji Pembakaran

Komposisi	Kode Sampel	Waktu Nyalanya (Menit)	Waktu Laju Pembakaran (Menit)	warna
75%	KB	06.66	90	biru
	PB	05.27	110	biru
	BPP	06.00	94	merah
65%	KB	05.29	98	merah
	PB	06.06	115	biru
	BPP	04.46	65	merah
50%	KB	05.71	97	merah
	PB	05.43	107	merah
	BPP	04.54	76	merah

Dari tabel tersebut menunjukkan kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kekerasan bahan. briket dengan nilai kalor yang tinggi dapat mencapai suhu pembakaran yang tinggi dan pencapaian suhu optimumnya cukup lama.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

- a. Nilai analisis *proximate* pada komposisi 50% diperoleh nilai CV tertinggi pada

sampel PB 5769,03 Cal/g dan terendah pada sampel BPP 5532,87 Cal/g.

- b. Nilai kerapatan terendah pada sampel BPP 50% semakin besar kerapatan briket maka laju pembakaran akan semakin lama, maka dengan demikian briket yang memiliki kerapatan tinggi laju pembakaran akan berlangsung lama dibandingkan dengan briket yang kerapatannya rendah. Tinggi rendah suatu briket disebabkan oleh tekanan yang diberikan pada saat pengempaan.
- c. Waktu nyala paling pendek adalah pada briket komposisi 65% dengan lama 4,46 menit, sedangkan laju pembakaran paling lama adalah pada komposisi 65% dengan sampel PB dengan laju pembakaran 115 menit

#### Saran

- a. Pembuatan briket batubara karbonisasi dapat dilakukan penambahan bahan perekat lainnya dan bahan campuran yang berbeda.
- b. Diharapkan menggunakan alat yang lebih canggih agar pengempaan pada saat cetak briket memiliki tekanan yang sama, sehingga nilai kerapatan lebih akurat.
- c. Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya mencetak bentuk briket yang berbeda sehingga dapat melakukan perbandingan antar briket.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kindriani Nurma, W., dkk, Briket Arang Kulit Kacang Tanah Dengan Proses Karbonisasi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industry UPN "Veteran". Jawa Timur, Surabaya.
- ASTM D-2013/D2013M, 2013, *Standard Practice for Preparing Coal Samples for Analysis*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3176, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3177, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3178, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3179, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Daud Patabang. "Karakteristik Termal Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Meranti" Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako. Sula wesi Tengah, Palu.
- Muchjadin. 2006. *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Penerbit ITB. Bandung, ISBN 979-3507-75-6
- Muhammad arman. dkk., 2017. "Produksi Bahan Bakar Alternatif Briket Dari Hasil Pirolisis Batubara & Limbah Biomassa Tongkol Jagung". Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Universitas Muslim Indonesia. Sula wesi Selatan, Makassar.
- Noviyani. "Pemanfaatan Proses Upgrading Brown Coal (UBC) Untuk Pemasakan Briket di Rumah Tangga", Universitas Indonesia, Depok. (2011)
- Nurlela. 2019. "Analisa Total Moisture & Ash Content Pada Batubara" Universitas PGRI. Palembang
- Ony. 2011. Briket Arang Energi Alternatif, [http://onyhts.blogspot.com/2011/05/briket-arang-energi-alternatif\\_5716.html](http://onyhts.blogspot.com/2011/05/briket-arang-energi-alternatif_5716.html), diakses tanggal 13 Maret 2014
- Peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor: 047 tahun 2006 tentang pedoman pembuatan dan pemanfaatan briket batubara dan bahan bakar padat berbasis batubara.
- Rindayatno & Dorotea. 2017. "Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Kayu Ulin & Kayu Sengon". Lab. Industri Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Mula warman. Samarinda.
- Samsinar. dkk, "Penentuan Nilai Kalor Briket Dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku". Jurusan Kimia, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Indonesia Allaudin. Makassar.
- Sherly Anandia Gusnadi. "Pengaruh Proses Hydrothermal, Karbonisasi dan Oksidasi Terhadap Perubahan Komposisi Maseral Batubara". Teknik Pertambangan. Universitas Sriwijaya. (2015)
- Siti Hosniah dkk. 2016. *Karakteristik Campuran Batubara dan Variasi Arang Serbuk Gergaji Dengan Penambahan Arang Tempurung Kelapa Dalam Pembuatan Briket*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Siti Jamilatun. 2008. "Sifat-Sifat Penyalaan & Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara & Arang Kayu". Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.
- Sudarsono, Arief S. 2003. *Pengantar Preparasi dan Pencucian Batubara*. Departemen

- Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung : Bandung, ISBN 979-8305-23-X
- Sukandarrumidi. 2004. *Batubara dan Gambut*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, ISBN 979-420-359-9
- Sukandarrumidi. 2017. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, ISBN 979-420-619-9
- Sunarjianto, dkk.. "Batubara: Panduan Bisnis PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.", PT. Bukit Asam (Persero), Tbk., Jakarta. (2008)
- Speight, J.G., *The Chemistry & Technology Of Coal*, 3<sup>rd</sup> ed.: Crc Press Taylor & Francis Group, Broken Sound Parkway Nw, Florida. 2013
- Thomas, L., 2013, *Coal Geology* 2<sup>nd</sup> Ed. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd., England, 444 p.
- Van Krevelen, D.W., *Coal, Typology-Chemistry-Physics-Constitution*, 3<sup>rd</sup> Comp. Rev. Ed., Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 1993.
- Yuli Ristianingsih. dkk., 2015. "Pengaruh Suhu & Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Tandan Kosong Kepala Sawit Dengan Proses Pirolisis". Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Yuniarti. dkk, "*Briket Arang Serbuk Gergajian Kayu Meranti & Arang Kayu Galami*". Fakultas Kehutanan, Universitas Islam. Banjarbaru.