

# **HASIL PENELITIAN**

**PENENTUAN RASIO PENCAMPURAN OPTIMUM ANTARA  
BATUBARA PERINGKAT RENDAH DAN CANGKANG  
KEMIRI DALAM RANGKA PENINGKATAN KUALITAS  
BATUBARA**



**OLEH  
YUSTIN PAEMBONGAN  
4512044052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA "45"  
MAKASSAR**

**2015**



## HALAMAN PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa "45" Makassar Nomor : A.105/SK/FT/U-45/III/2015 tanggal 4 Maret 2015 tentang Panitia dan Penguji Tugas Akhir Mahasiswa, maka :

Pada hari/Tanggal : Sabtu, 7 Maret 2015  
Tugas Akhir Atas Nama : **YUSTIN PAEMBONGAN**  
Stambuk : 45 12 044 052  
Judul Skripsi : ***Penentuan Rasio Pencampuran Optimum Antara Batubara Peringkat Rendah dan Cangkang Kemiri Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Batubara***

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Skripsi Sarjana Negara Fakultas Teknik Universitas Bosowa "45" Makassar, Setelah dipertahankan di depan Penguji Skripsi Sarjana Negara untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana, Jenjang Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri (Program Studi Teknik Kimia) Universitas Bosowa "45" Makassar.

### PENGAWAS UMUM

Prof. Dr. Ir. H.M. Saleh Pallu, M.Eng (.....)  
(Rektor Universitas Bosowa "45" Makassar)

### TIM PENGUJI

Ketua : Ridwan, ST., M.Si (.....)  
Sekretaris : Bambang Sardi, ST., MT (.....)  
Anggota : M. Tang, ST., M.Pkim (.....)  
Ex. Officio : Andi Zulfikar Syaiful, ST., MT (.....)  
Hermawati, S.Si., M.Eng (.....)

Disahkan  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa "45" Makassar

  
Dr. Ir. H. Agussalim, M.Si

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Industri  
Universitas Bosowa "45" Makassar

  
M. Tang, ST., M.PKim

## HASIL PENELITIAN

### “Penentuan Rasio Pencampuran Optimum Antara Batubara Peringkat Rendah dan Cangkang Kemiri Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Batubara”

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik Kimia,  
Fakultas Teknik Universitas Bosowa 45 Makassar.

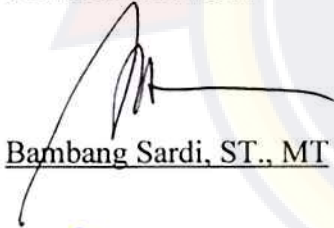
PEMBIMBING I



Ridwan, ST., M.Si

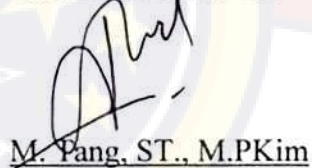


PEMBIMBING II



Bambang Sardi, ST., MT

PEMBIMBING III



M. Pang, ST., M.PKim

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Industri



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H Agussalim, M.Si

Ketua Jurusan Teknik Industri

M. Tang, ST., M.PKim



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena Berkat dan Rahmat-Nya sehingga laporan Penelitian Laboratorium ini dapat penulis selesaikan.

Penelitian laboratorium ini merupakan salah satu syarat mutlak yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri pada Universitas Bosowa "45" Makassar.

Penelitian Laboratorium ini juga bermanfaat bagi penulis guna menambah pengalaman dan wawasan dalam melakukan penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih sangat jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan penulis, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, berkat pertolongan dan bimbinganNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Ridwan, ST., M.Si selaku Wakil Dekan I Universitas Bosowa "45" Makassar dan Pembimbing dalam penelitian
3. Bapak Bambang Sardi, ST., MT selaku Pembimbing dalam penelitian
4. Bapak M. Tang, ST., M.PKim selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Bosowa "45" Makassar dan Pembimbing dalam penelitian
5. Bapak Abdul Nasir selaku Kabid Komersial III PT Sucofindo Makassar
6. Bapak Deddy Sarmanto selaku Junior QSE PT. Sucofindo Makassar
7. Bapak Muhammad Syahrul selaku Foreman Analis PT. Sucofindo Makassar
8. Adik-adik analis pada Laboratorium Bahan Tambang PT. Sucofindo Makassar
9. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung selama proses penulisan.

Akhir kata semoga laporan penelitian ini diterima sebagai salah satu sumber pemikiran Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

Makassar, Februari 2015

Penulis



## RINGKASAN

Krisis sumber energi dari bahan bakar minyak dan gas alam sudah semakin terasa. Batubara yang kaya dengan kandungan karbon sangat berpotensi dijadikan sebagai sumber energi, karena jumlah cadangannya yang sangat melimpah di Indonesia, termasuk di Sulawesi. Batubara di Sulawesi tergolong batubara peringkat rendah sehingga tidak layak dimanfaatkan sebagai bahan bakar kecuali terlebih dahulu dilakukan upaya agar batubara peringkat rendah dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan menjaga dampak lingkungan yang mungkin ditimbulkan. Salah satu upaya desulfurisasi batubara adalah metode *blending* batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri, mengingat Sulawesi kaya akan kemiri dan pada cangkang kemiri memiliki nilai sulfur yang rendah dan nilai kalori yang cukup tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan rasio pencampuran optimum dan basis terbaik dalam sistem upgrading batubara peringkat rendah menggunakan metode *blending* dengan cangkang kemiri dalam rangka peningkatan kualitas batubara.

Prosedur penelitian ini adalah sampel batubara dan cangkang kemiri pertama kali dilakukan peremukan dan penghalusan sehingga diperoleh ukuran batubara 100 mesh. Kemudian, dilakukan *blending* antara batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri. Hasil dari *blending* batubara peringkat rendah dengan kulit kemiri ini dikarakterisasi dan dianalisis mengikuti ASTM Standar.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rasio pencampuran yang paling optimum untuk upgrading batubara dengan cangkang kemiri adalah pada rasio 50% batubara kering dengan 50% cangkang kemiri basah.

Kata kunci : *Blending, Desulfurisasi, Upgrading, Batubara, Cangkang kemiri*

## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN .....	i
SAMPUL DALAM .....	ii
LEMBARAN PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
RINGKASAN .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	3
1.3.Tujuan Penelitian .....	4
1.4.Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Tinjauan Umum Batubara .....	5
2.1.1. Batubara .....	5
2.1.2. Batubara Sebagai Sumber Bahan Bakar .....	6
2.1.3. Dampak Penggunaan Batubara .....	8
a. Dampak Batubara high surfur .....	8
b. Dampak Batubara high ash .....	9
2.2. Tinjauan Umum Cangkang Kemiri .....	9
2.2.1. Potensi Cangkang Kemiri di Indonesia .....	9
2.2.2. Karakteristik Cangkang Kemiri .....	10
2.2.3. Cangkang Kemiri Sebagai Bahan Bakar Alteratif (Biomassa) .....	10
2.3. Tinjauan Umum Blending .....	11
2.3.1. Variabel Blending .....	11

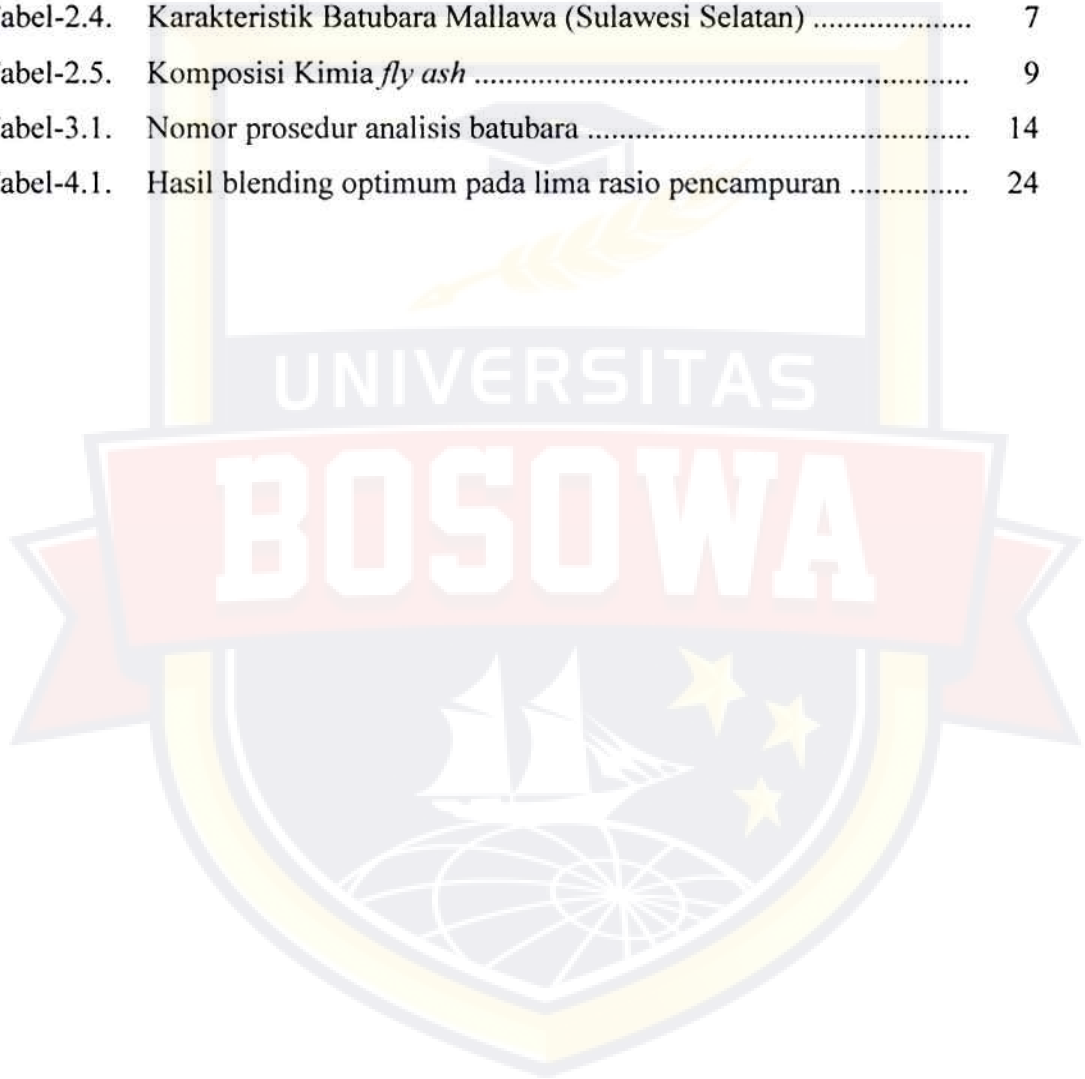


2.3.2. Blending antara Batubara Peringkat Rendah dan Cangkang Kemiri .....	11
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1. Bahan dan Alat Penelitian .....	13
3.2. Prosedur Penelitian .....	13
3.2.1. Preparasi sampel batubara .....	13
3.2.2. Preparasi sampel cangkang kemiri .....	14
3.2.3. Prosedur blending .....	14
3.2.4. Analisis batubara .....	14
3.3. Diagram Alir .....	15
3.3.1. Preparasi sampel batubara .....	15
3.3.2. Preparasi sampel cangkang kemiri .....	15
3.3.3. Prosedur blending .....	16
<b>BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1. Hasil Analisa .....	17
4.2. Pembahasan .....	17
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
5.1. Kesimpulan .....	27
5.2. Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel-2.1.	Klasifikasi Batubara .....	5
Tabel-2.2.	Kontribusi atom terhadap panas pembakaran .....	6
Tabel-2.3.	Kriteria Batubara sebagai bahan bakar .....	7
Tabel-2.4.	Karakteristik Batubara Mallawa (Sulawesi Selatan) .....	7
Tabel-2.5.	Komposisi Kimia <i>fly ash</i> .....	9
Tabel-3.1.	Nomor prosedur analisis batubara .....	14
Tabel-4.1.	Hasil blending optimum pada lima rasio pencampuran .....	24



## DAFTAR GAMBAR

Gambar-3.1	Diagram Alir Preparasi Sampel Batubara .....	15
Gambar-3.2	Diagram Alir Preparasi Sampel Cangkang Kemiri .....	15
Gambar-3.3	Diagram Alir <i>Blending</i> .....	16
Gambar-4.1.	Kandungan Sulfur pada rasio 100% batubara dan 0% cangkang kemiri .....	18
Gambar-4.2.	Kandungan Kalori pada rasio 100% batubara dan 0% cangkang kemiri .....	18
Gambar-4.3.	Kandungan Sulfur pada rasio 75% batubara dan 25% cangkang kemiri .....	19
Gambar-4.4	Kandungan Kalori pada rasio 75% batubara dan 25% cangkang kemiri .....	19
Gambar-4.5.	Kandungan Sulfur pada rasio 50% batubara dan 50% cangkang kemiri .....	20
Gambar-4.6.	Kandungan Kalori pada rasio 50% batubara dan 50% cangkang kemiri .....	21
Gambar-4.7.	Kandungan Sulfur pada rasio 25% batubara dan 75% cangkang kemiri .....	22
Gambar-4.8.	Kandungan Kalori pada rasio 25% batubara dan 75% cangkang kemiri .....	22
Gambar-4.9.	Kandungan Sulfur pada rasio 0% batubara dan 100% cangkang kemiri .....	23
Gambar-4.10	Kandungan Kalori pada rasio 0% batubara dan 100% cangkang kemiri .....	24
Gambar-4.11	Kandungan Sulfur pada 5 Rasio Pencampuran .....	25
Gambar-4.12	Kandungan Kalori pada 5 Rasio Pencampuran .....	26

## ABSTRAK

*Yustin Paembongan, NIM 45 12 044 052, Penentuan Rasio Pencampuran Optimum Antara Batubara Peringkat Rendah dan Cangkang Kemiri Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Batubara (dibimbing oleh Ridwan, Bambang Sardi dan M. Tang)*

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan rasio pencampuran optimum dan basis terbaik antara batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri dalam sistem upgrading batubara peringkat rendah menggunakan metode blending dengan cangkang kemiri Sulawesi Barat dalam rangka peningkatan kualitas batubara.

Pengujian sampel dilakukan di laboratorium PT Sucofindo Makassar dengan rasio pencampuran 100% batubara dan 0% cangkang kemiri, 72% batubara dan 25% cangkang kemiri, 50% batubara dan 50% cangkang kemiri, 25% batubara dan 75% cangkang kemiri, serta 0% batubara dan 100% cangkang kemiri. Pengujian pada masing-masing rasio dilakukan dengan sampel basis basah dan kering.

Hasil pengujian menunjukkan rasio pencampuran yang paling optimum untuk upgrading batubara dengan cangkang kemiri adalah pada rasio 50% : 50%. Basis pencampuran yang paling optimum untuk upgrading batubara dengan cangkang kemiri adalah batubara kering dan cangkang kemiri basah.

Kata kunci : blending, batubara, cangkang kemiri, sulfur, kalori

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan bakar minyak, gas, dan batubara semakin meningkat dari tahun ke tahun, namun peningkatan kebutuhan ini tidak diimbangi dengan peningkatan ketersediaan bahan bakar fosil tersebut. Dalam arti lain, ketersediaan bahan bakar tersebut semakin menurun bahkan hampir habis karena bahan bakar ini tergolong sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Dari berbagai bahan bakar tersebut hanya batubara yang mempunyai potensi menjadi bahan bakar alternatif mengingat cadangannya yang masih melimpah. Menurut Asosiasi Batubara Kanada, cadangan batubara sebagai bahan bakar fosil menempati peringkat pertama di dunia yaitu mencapai 91%, sementara gas hanya 5% dan sisanya minyak sekitar 4% (Roesyadi, et al., 2005).

Di Indonesia cadangan batubara mencapai 38,8 milyar ton, namun kualitas batubara Indonesia hanya sebagian kecil yang termasuk kategori kualitas sedang-tinggi, berupa sub-bituminus (26,63%) dan bituminus (14,38%), serta kualitas tinggi berupa antrasit (0,36%). Sisanya sebagian besar masih tergolong batubara muda dengan kualitas rendah, yaitu berupa lignit (58,6%) (Suyartono, et al., 2000). Batubara asal Sulawesi terkonsentrasi di provinsi Sulawesi Selatan, yang termasuk tiga besar daerah dengan kandungan cadangan batubara di Indonesia setelah Kalimantan dan Sumatera. Total cadangan batubara di Sulawesi Selatan mencapai 120 juta ton terdiri atas cadangan terukur 21,2 juta ton dan cadangan terunjuk 96,13 juta ton yang tersebar di beberapa daerah kabupaten. Hasil karakterisasi menunjukkan batubara Mallawa (asal Sulawesi) termasuk kelas batubara sub-bituminous dengan kualitas relatif rendah. Kandungan sulfur dan abunya relatif tinggi yaitu 3,82% dan 12,23%, serta nilai kalor yang sedang yaitu 5825 kcal/kg.

Salah satu industri semen di daerah ini yaitu PT. Semen Tonasa telah memanfaatkan batubara sebagai bahan bakar pada unit tungku putar dalam pembuatan klinker dan pada unit pembangkit tenaga listrik. Diperkirakan penggunaan batubara pada industri semen tersebut mencapai 35% dari total biaya

operasional pabrik. Hingga saat ini batubara yang digunakan berasal dari Kalimantan yang memiliki kualitas lebih baik. Sementara batubara lokal yang sebetulnya cukup potensial, tidak dapat dimanfaatkan secara langsung mengingat kandungan sulfurnya cukup tinggi berkisar antara 2 - 4%. PT. Semen Tonasa pernah mencoba memanfaatkan batubara lokal Sulawesi namun kemudian dihentikan sebab ternyata dengan kadar sulfur yang mencapai 4% dapat menyebabkan kerusakan alat pembakaran (Dinas Pertambangan & Energi, 2001).

Di Indonesia, tempurung kemiri (*Aleurites moluccana Wild*), merupakan hasil sampingan pengolahan biji kemiri. Dari setiap kilogram biji kemiri akan dihasilkan 30% inti dan 70% cangkang. Adapun komposisi cangkang kemiri yaitu  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Berdasarkan data dari Departemen Pertanian, produksi kemiri nasional terus meningkat dari 74.317 ton pada tahun 2009 menjadi 89.155 ton pada tahun 2010. Dengan demikian potensi cangkang kemiri sekitar 52.021,9 ton pada tahun 2009 dan meningkat menjadi 62.408,5 ton.

Umumnya cangkang kemiri dibuang begitu saja dan dibiarkan menumpuk. Namun, ada yang telah memanfaatkannya sebagai bahan dasar pembuatan briket. Cangkang kemiri memiliki sifat keras dengan nilai kalor 4164 kal/g, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar (Setiawan, 1992). Ada beberapa alasan penggunaan hasil limbah kemiri (cangkang kemiri) sebagai bahan energi alternatif yakni (1) kualitas panas yang dihasilkan besar dan tahan lama dalam proses pembakaran, (2) bisa dikombinasikan dengan bahan bakar lainnya (kayu dan batu bara), (3) isu krisis energi secara global mendorong pemanfaatan potensi cangkang kemiri, (4) potensi hutan sebagai sumber energi untuk menjawab kebutuhan saat ini, di samping sumberdaya bahan bakar cangkang kemiri yang melimpah dan murah. Saat ini, cangkang kemiri merupakan suatu potensi baru yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan lebih besar lagi, salah satunya adalah sebagai bahan campuran dalam blending batubara peringkat rendah.

Dalam usaha meningkatkan kualitas batubara, perlu dilakukan rekayasa tertentu. Melalui rekayasa dimaksud, batubara peringkat rendah : *low calori*, *high sulphur* dan *high ash* dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan menjaga dampak lingkungan yang mungkin ditimbulkan, serta biaya (*cost*) yang rendah dalam prosesnya. Rekayasa tersebut berupa *desulfurisasi* dan *deashing* batubara



secara fisika yaitu *blending*. Dalam hal ini, *blending* adalah pencampuran batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri pada rasio tertentu yang dibuat sehomogen mungkin, sehingga batubara peringkat rendah seperti batubara asal daerah Sulawesi dapat dimanfaatkan. Kandungan cangkang kemiri dapat berperan dalam proses desulfurisasi batubara peringkat rendah, dengan demikian proses desulfurisasi menggunakan metode *blending* batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri akan membantu mengurangi pencemaran lingkungan serta meningkatkan nilai ekonomis cangkang kemiri.

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya terkait dengan desulfurisasi batubara. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nukman (2007; 2008) yaitu keduanya menggunakan metode *blending* dalam proses desulfurisasi pada batubara peringkat rendah. Perbedaannya, pada kedua penelitiannya proses *blending* dilakukan secara silang antara batubara muda asal Sumatera Selatan dengan batubara muda asal Kalimantan Selatan (Nukman, 2007) serta *blending* antara batubara semi antrasit dan sub bituminus (Nukman, 2008), sedangkan pada penelitian ini proses *blending* dilakukan antara batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri. Selanjutnya, penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Roesyadi, A., Mahfud, & Aladin, A. (2005) yaitu sama-sama melakukan desulfurisasi terhadap batubara peringkat rendah yang berasal dari Sulawesi, sementara perbedaannya adalah metode desulfurisasi yang digunakan adalah flotasi dengan CPO, sementara penelitian ini menggunakan metode *blending* dengan cangkang kemiri. Demikian pula kesamaan antara penelitian ini dengan penelitian Andi Aladin (2009), sama-sama melakukan desulfurisasi pada batubara asal Sulawesi, sedangkan perbedaannya adalah metode desulfurisasi yang digunakan adalah flotasi dengan CPO, sementara penelitian ini menggunakan metode *blending* dengan cangkang kemiri.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, masalah penelitian ini adalah “Bagaimana rasio yang optimum dan basis terbaik pada pencampuran batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri dalam rangka peningkatan kualitas batubara”.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan rasio yang optimum dan basis terbaik pada pencampuran batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri dalam rangka peningkatan kualitas batubara.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini dapat memberikan manfaat utama, yaitu

- a. Memberikan informasi tentang rasio yang optimum dan basis terbaik pada blending batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri sebagai bahan bakar industri.
- b. Memberikan informasi tentang pemanfaatan batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri sebagai salah satu sumber energi biomassa.
- c. Menjamin ketersediaan sumber bahan bakar (energi) yang ramah lingkungan, khususnya bagi industri.
- d. Meningkatkan nilai jual batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri yang berarti meningkatkan kesejahteraan masyarakat khususnya di daerah potensi batubara dan cangkang kemiri.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Umum Batubara

##### 2.1.1. Batubara

Batubara (*coal*) adalah sedimen batuan organik yang mudah terbakar (dengan komposisi utama karbon, hidrogen dan oksigen), terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan selama periode waktu yang panjang (puluhan sampai ratusan juta tahun). Sekalipun senyawa sulfur dalam batubara sebagai komponen minor, tetapi sangat menentukan kualitas batubara yang bersangkutan (Kirk, et al., 1979). Kandungan sulfur batubara berkisar 0,5 – 4% (Kirk, et al., 1979) bahkan batubara Turki mencapai 13% (Demirbas, 2002). Senyawa sulfur dalam batubara berupa :

- a. Sulfur organik, pada umumnya komposisi lebih kecil sekitar 1,5% terdiri 0,144% sulfur organik non aromatik dan sisanya aromatik cincin 1 – 5%.
- b. Sulfur anorganik, terutama dijumpai dalam bentuk sulfur iron (mayor) dalam bentuk *pirit* atau *markasit* ( $FeS_2$ ).

Berdasarkan kualitasnya, batubara memiliki kelas (*grade*) yang secara umum diklasifikasi menjadi empat kelas utama menurut standar ASTM (Kirk, et al., 1979) atau lima kelas jika dimasukkan *peat* atau *gambut* sebagai jenis batubara yang paling muda.

Tabel-2.1. Klasifikasi batubara

Kriteria (basis kering)	Kelas Batubara			
	I (Antrasit)	II (Bituminus)	III (Sub-bituminus)	IV (Lignit)
<b>Proksimat dan kalor</b>				
<i>Fixed carbon</i> (%)	≥ 86	86 – 54	53 – 56	≤ 52
<i>Volatile matter</i> (%)	≤ 14	14 – 54	53 – 56	≥ 52
<i>Moisture</i> (%)	≤ 6	5 – 16	18 – 30	≥ 38
<i>Calorific value</i> (kcal/kg)	7740 – 8300	7410 – 8741	5990 – 7540	≤ 5250
<b>Ultimat dan Densitas</b>				
<i>Carbon</i> (%)	75 – 85	65 – 80	55 – 70	35 – 45
Hidrogen (%)	1,5 – 3,5	4,5 – 6	5,5 – 6,5	6 – 7,5
Oksigen (%)	5,5 – 9	4,5 – 10	15 – 30	38 – 48
Nitrogen (%)	0,5 – 1	0,5 – 2,5	0,8 – 1,5	0,6 – 1
Sulfur (%)	0,5 – 2,5	0,5 – 6	0,3 – 1,5	0,3 – 2,5
Densitas (kg/liter)	1,35 – 1,70	1,28 – 1,35	1,35 – 1,40	1,40–1,45

Sumber: Kirk, et al., 1979; Hessley, et al., 1986 dalam Aladin, (2011)



Dalam Tabel-2.1, disajikan kelas-kelas batubara disertai dengan kriteria berdasarkan analisis proksimat dan nilai kalornya (Kirk, et al., 1979), juga kriteria berdasarkan analisis ultimat dan kandungan sulfur total serta densitasnya (Hessley, et al., 1986).

### 2.1.2. Batubara Sebagai Sumber Bahan Bakar dan Energi

Bahan bakar adalah bahan yang jika terbakar yaitu berkontak dan bereaksi dengan udara (oksigen) akan timbul panas, dengan syarat bahan bakar tersebut mengandung unsur karbon dan hidrogen atau senyawa karbon-hidrogen (Tabel-2.2). Berdasarkan kriteria ini batubara dengan kandungan utama adalah karbon dan hidrogen dengan sifat mudah terbakar (*combustible*), maka batubara dapat dikategorikan sebagai bahan bakar padat dan sumber energi dengan kandungan kalor sekitar 4000 – 8000 kal/g (Krevelen, 1993; Razjevic, 1976; Shaha, 1974).

Tabel-2.2: Kontribusi atom terhadap panas pembakaran

Atom	Panas Pembakaran (kJ/g.atom)
Karbon (C)	396
Hidrogen Aromatik (H <sub>a</sub> )	150
Hidrogen Alifatik (H <sub>s</sub> )	130
Oksigen (O)	100
Nitrogen (N)	0
Sulfur (S)	250

Sumber: (Aladin, 2011), Sumber Daya Alam Batubara, hal. 37

Batubara sebagai bahan bakar alternatif telah banyak digunakan di berbagai industri, seperti industri baja dan industri semen. Saat ini batubara lebih banyak (70%) dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Dalam Tabel 2-3 disajikan kriteria secara umum pemanfaatan batubara di industri semen dan di PLTU (studi kasus PLTU Suralaya) (Aladin, 2011).

Dalam Tabel-2.3 disajikan kriteria secara umum pemanfaatan batubara di industri semen dan di PLTU (studi kasus PLTU Suralaya) (Aladin, 2011).

Tabel-2.3: Kriteria batubara sebagai bahan bakar

Parameter	Kadar (%) / Nilai kalori (kcal/kg)	
	Pabrik Semen	PLTU
1. Total sulfur ( <i>max</i> )	0,8	0,4
2. Zat terbang ( <i>max</i> )	36	30,3
3. Abu ( <i>max</i> )	6	7,8
4. <i>Moisture</i> ( <i>max</i> )	12	13,6
5. <i>Fixed carbon</i> ( <i>min</i> )	46	48,3
6. Kalori ( <i>min</i> )	6000	7000

Sumber: (Aladin, 2011), Sumber Daya Alam Batubara, hal. 43

Di daerah Sulawesi Selatan terdapat kandungan batubara yang cukup melimpah yang dapat digunakan untuk industri namun masih termasuk dalam kategori batubara peringkat rendah. Adapun karakteristiknya dapat dilihat pada tabel-2.4.

Tabel-2.4 Karakteristik Batubara Mallawa (Sulawesi Selatan)

Jenis Analisis (Pengukuran)	Kadar
Proximate	
• Moisture (kadar air)	8,01%
• Ash (kadar abu)	1,25%
• Volatile matter (zat terbang)	34,43%
• Fixed carbon (karbon tetap)*	46,31%
Ultimate	
• Sulfur total	3,28%
Sulfur :	
• Anorganik	
Sulfur pirit	2,01%
Sulfur Sulfat	0,41%
• Organik**	0,86%
Calorific Value (Nilai kalor)	5.905 kal/kg
Berat jenis	1,28 g/cm <sup>3</sup>

\*) Terhitung \*\*) Terhitung (= sulfur total – sulfur anorganik)

Sumber : Sardi dan Yacob, 2014

Karakteristik batubara Mallawa di atas menunjukkan kualitas yang tidak jauh beda dengan hasil analisis batubara pada umumnya di Sulawesi Selatan oleh Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Sulawesi Selatan, demikian juga mirip dengan hasil karakterisasi dalam penelitian Aladin, et al. (2005). Kandungan sulfur total batubara Mallawa sebesar 3,28% termasuk kategori tinggi yang belum memenuhi syarat dipergunakan sebagai bahan bakar di industri (maksimal 1%)

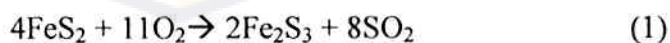
sebagaimana kriteria penggunaan batubara sebagai bahan bakar di industri semen dan PLTU (Tabel-2.3). Demikian pula kandungan abu batubara Mallawa sebesar 11,25% relatif tinggi, menurut kriteria Tabel-2.3 juga belum memenuhi syarat dipergunakan sebagai bahan bakar di industri (maksimal 10%). Namun nilai kalor mencapai hampir 6.000 kcal/kg maka batubara tersebut memungkinkan digunakan sebagai bahan bakar di industri (Sukandarrumidi, 1995).

Secara umum dapat dikatakan bahwa berdasarkan karakteristik di atas yang dihubungkan dengan kriteria klasifikasi batubara menunjukkan bahwa batubara Mallawa termasuk kelas subituminous dengan kualitas tergolong relatif rendah yang belum memenuhi syarat untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar di industri khususnya di pabrik semen dan PLTU. Namun kualitas ini dapat ditingkatkan dengan cara desulfurisasi dan deashing, apalagi mengingat cadangan batubara di daerah tersebut cukup besar hampir mencapai 1 juta ton, juga mengingat telah berdiri industri besar pemakai bahan bakar batubara, yaitu industri PT. Semen Bosowa yang berdiri di daerah Maros dan PT. Semen Tonasa yang berdiri di daerah Pangkep tetangga daerah Maros (Mandasini dan Aladin, 2003).

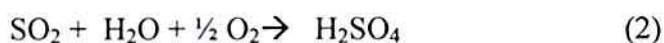
### 2.1.3. Dampak Penggunaan Batubara

#### a. Dampak batubara *high sulfur*

Dampak pemanfaatan batubara berkadar sulfur tinggi, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan kerusakan pada alat pembakaran. Pembakaran batubara yang mengandung sulfur pirit tinggi dapat membentuk polutan gas  $SO_x$  seperti gas  $SO_2$ , yang berpotensi membentuk hujan asam yang bersifat korosif, berbahaya bagi kelangsungan hidup di darat dan di laut (Davis dan Cornwell, 1998; Krevelen, 1981). Hal ini dapat dilihat berdasarkan reaksi (Hessley, et al., 1986):



Gas  $SO_2$  tersebut di udara akan mengalami reaksi dengan (uap) air membentuk asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) berdasarkan reaksi:



b. Dampak batubara *high ash*

Pembakaran batubara akan menghasilkan limbah abu yang terdiri dua jenis, yaitu abu dasar (*bottom ash*) sekitar 20% dan abu terbang (*fly ash*) sekitar 80%. *Bottom ash* merupakan fraksi yang lebih kasar dan memiliki warna abu-abu gelap. Setelah melalui proses pembakaran abu dasar akan jatuh dan terkumpul di dasar tungku pembakaran (*furnance*). *Fly ash* merupakan fraksi yang halus berwarna lebih terang, setelah proses pembakaran *fly ash* akan turut terbawa oleh gas buang dan dipisahkan oleh *presipator elektrostatis* atau *dust collector*. Komposisi kimia *fly ash* beragam tergantung sumber batubara, seperti disajikan dalam Tabel-2.5

Tabel-2.5: Komposisi kimia *fly ash*

Komponen		Persentase
Nama	Rumus Kimia	(%)
Kapur/Kalsium	CaO	22,98
Silikat	SiO	21,92
Besi Oksida	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,47
Aluminium Oksida	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,00
Sulfur Oksida	SO <sub>3</sub>	11,85
Magnesium Oksida	MgO	7,90
Sodium Oksida	Na <sub>2</sub> O	1,37
Titanium Oksida	TiO <sub>2</sub>	0,60
Mangan Oksida	TiO <sub>2</sub>	0,18
Senyawa posfor	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11
Lain-lain		0,62
Total		100,00

Sumber : Aladin, 2011

## 2.2. Tinjauan Umum Cangkang Kemiri

### 2.2.1. Potensi Cangkang Kemiri di Indonesia

Di Indonesia, tempurung kemiri (*Aleurites moluccana Wild*), merupakan hasil samping pengolahan biji kemiri. Cangkang kemiri merupakan bahan yang sering diabaikan oleh masyarakat sehingga hanya menjadi limbah yang tak berguna. Namun, cangkang kemiri sebenarnya bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang murah dan ekonomis. Dari setiap kilogram biji kemiri akan dihasilkan 30% inti dan 70% cangkang. Limbah pangan ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan data dari Departemen Pertanian, produksi kemiri

nasional terus meningkat dari 74.317 ton pada tahun 2009 menjadi 89.155 ton pada tahun 2010. Dengan demikian potensi cangkang kemiri sekitar 52.021,9 ton pada tahun 2009 dan meningkat menjadi 62.408,5 ton.

### 2.2.2. Karakteristik Cangkang Kemiri

Komposisi cangkang kemiri yaitu  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Dalam pengolahan biji kemiri dihasilkan tempurung kemiri yang memiliki sifat keras dengan nilai kalor 4164 kal/g, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar (Setiawan, 1992).

### 2.2.3. Cangkang Kemiri Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif (Biomassa)

Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak yang cadangannya kian menipis sedangkan pada sisi lain terdapat sejumlah energi biomassa yang kuantitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan penggunaannya. Data Indonesia Energi Outlook (2002) biomassa memiliki cadangan sebesar 434.000 GW atau setara 255 juta barrel minyak bumi.

Dari setiap kilogram biji kemiri akan diperoleh 70% cangkang kemiri. Dengan persentase yang cukup besar tersebut maka diperlukan adanya upaya yang intensif dalam pemanfaatan limbah cangkang kemiri. Cangkang kemiri sebagai limbah tanaman kemiri memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan, antara lain sebagai bahan bakar dan bahan pengikat beton. Pemanfaatan cangkang kemiri selama ini hanya dijadikan sebagai bahan bakar untuk memasak biji kemiri, pengeringan kemiri isi dengan sistem pengasapan, dibuang dan sebagian dijual (Darmawan, 2005:71).

Tempurung kemiri diperkirakan dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan arang dan arang aktif. Tempurung kemiri dapat terbakar pada udara terbuka sebagaimana tempurung kelapa (Reksowardjo, 1999). Cangkang kemiri memiliki sifat kimia yang menyerupai tempurung kelapa, teksturnya keras dan diduga memiliki kandungan kayu seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa yang tinggi. Dengan demikian cangkang kemiri dapat digunakan sebagai salah satu bahan bakar alternatif, baik oleh masyarakat awam maupun industri.

## 2.3. Tinjauan Umum *Blending*

### 2.3.1. Variabel *Blending*

*Blending* batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri dalam penelitian ini akan dilakukan dengan rasio batubara 100% : 0% cangkang kemiri, batubara 75% : 25% cangkang kemiri, batubara 50% : 50% cangkang kemiri, batubara 25% : 75% cangkang kemiri, dan batubara 0% : 100% cangkang kemiri. Proses *blending* tersebut dilakukan dengan basis basah dan kering.

Ukuran batubara peringkat rendah dan cangkang kemiri yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100 mesh. Sampel batubara ukuran 100 mesh yang dipilih untuk digunakan dalam proses *blending* pada penelitian ini karena berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, batubara ukuran ini memiliki kandungan kalori yang lebih tinggi dan sulfur yang sedang dibandingkan dengan ukuran 150 dan 200 mesh pada basis kering. Sementara pada basis basah, batubara ukuran 100 mesh memiliki kandungan sulfur dan kalori yang sedang dibandingkan dengan ukuran 150 dan 200 mesh.

### 2.3.2. *Blending* antara Batubara Peringkat Rendah dan Cangkang Kemiri

Dalam penelitian ini, *blending* adalah proses pencampuran antara dua jenis batubara atau lebih dengan proporsi perbandingan dan metode tertentu. *Blending* merupakan cara terbaik untuk memperbaiki dan menyatukan sifat dan kualitas batubara dari daerah atau dengan jenis yang berbeda, sehingga memungkinkan dapat memenuhi persyaratan konsumen. Biasanya *blending* dilakukan antara batubara peringkat rendah dan peringkat tinggi, kadar abu tinggi dan abu rendah, kadar sulfur tinggi dan sulfur rendah (Suprpto, 2009).

Dalam industri penambangan, pencampuran bertujuan untuk memenuhi standar kualitas yang sesuai dengan permintaan konsumen, serta memenuhi faktor utama dalam pemanfaatan batubara yaitu layak secara teknis, dimana karakteristik batubara harus sesuai dengan persyaratan teknis yang diinginkan dalam aplikasinya, tidak merusak lingkungan, layak secara ekonomis dan dapat diterima oleh masyarakat. Sedangkan dalam suatu pembangkit listrik sistem *blending* dapat memberikan banyak keuntungan yaitu meningkatkan kelenturan (fleksibilitas) dan memperluas kisaran batubara yang dapat digunakan, diversifikasi pasokan

batubara untuk keamanan pasokan, dan membantu mengatasi masalah yang terjadi apabila digunakan batubara yang di luar spesifikasi (Suprpto, 2009).

Dalam pelaksanaan pencampuran harus mengikuti hasil perhitungan secara teoritis yang telah didukung oleh analisis skala laboratorium agar didapat kualitas batubara yang diharapkan. Prinsip kerja pencampuran adalah mencampur dua jenis batubara atau lebih yang berbeda kualitas dengan proporsi perbandingan yang telah ditentukan, hasil pencampuran harus benar-benar homogen (tercampur rata) agar didapat hasil perhitungan yang akurat (Nukman, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, terdapat beberapa jenis bahan yang dapat diblending dengan batubara peringkat rendah. Dalam penelitian ini jenis bahan yang digunakan adalah cangkang kemiri, karena cangkang kemiri memiliki kualitas panas yang dihasilkan cukup besar dan tahan lama dalam proses pembakaran. Selain itu sumberdaya cangkang kemiri sebagai bahan bakar yang melimpah dan murah.

**BOSOWA**



## BAB III METODE PENELITIAN

### 4.1 Bahan, Tempat dan Alat Penelitian

1. Bahan utama dalam penelitian ini adalah :
  - a. Batubara yang bersumber dari daerah Mallawa (Kabupaten Maros).
  - b. Cangkang kemiri diambil dari Sulawesi Barat.
2. Persiapan contoh dilakukan di Bagian Preparasi Sampel Sucofindo Makassar berupa penghancuran bongkahan dan pengayakan batubara hingga menjadi 100 mesh, sehingga siap untuk dilakukan analisa proksimat, analisa ultimat.
3. Analisis proksimate dan ultimate akan dilakukan di laboratorium Sucofindo Makassar
4. Alat yang digunakan, yaitu :
  - Neraca digital
  - Talang
  - Spatula
  - Ayakan
  - *Minimum Free Space Oven*
  - *Muffle Furnace Ash*
  - *Volatile Matter Furnace*, CHN LECO 2000
  - LECO S-144 DR
  - 1 set *Bomb Calorimeter* merek Parr 6200 CALORIMETER

### 3.2. Prosedur Penelitian

#### 3.2.1. Preparasi sampel batubara

1. Sampel batubara ukuran batubara 100 mesh,
2. Kemudian sampel batubara tersebut dibagi 2
3. Satu bagian sampel batubara di drying pada suhu 40°C untuk memperoleh batubara basis basah.
4. Satu bagian sampel lagi di oven pada suhu 105°C selama 3 jam untuk memperoleh sampel batubara basis kering.

### 3.2.2. Preparasi sampel cangkang kemiri

1. Sampel cangkang kemiri ukuran 100 mesh.
2. Kemudian sampel cangkang kemiri dibagi 2
3. Satu bagian dikeringkan pada suhu 40°C,.
4. Satu bagian lagi di drying terlebih dahulu pada suhu 105°C selama 3 jam untuk mendapatkan cangkang kemiri dalam basis kering.

### 3.2.3. Prosedur *blending*

1. Pencampuran sampel atau *Blending* dilakukan antara batubara Mallawa dengan cangkang kemiri, baik berdasarkan basis kering dan basis basah dengan variasi rasio campuran yaitu 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, 0% : 100% dan ukuran butiran batubara dancangkang kemiriyaitu 100 mesh.
2. Hasil *blending* batubara tersebut dianalisis proksimat dan analisis ultimat. Campuran batubara harus homogen (merata) agar didapat hasil pengujian yang akurat.

### 3.2.4. Analisis batubara

Sebagian *sampling* batubara ini dikarakterisasi dan dianalisis mengikuti

ASTM Standar (Tabel-3.1).

Tabel-3.1: Nomor prosedur analisis batubara

Jenis Analisis / Pengukuran	Nomor	Halaman
<i>Proximate</i>	D 3172-73	386
1. <i>Moisture</i> (kadar air)	D 3173-73	387-389
2. <i>Ash</i> (kadar abu)	D 3174-73	390-391
3. <i>Volatile matter</i> (zat terbang)	D 3175-77	392-395
4. <i>Fixed carbon</i> (karbon tetap)*	-	-
<i>Ultimate</i>	D 3176-74	396-399
1. Sulfur total	D 3177-75	400-406
Sulfur :		
2. anorganik (pirit/sulfat)	D 2492-79	338-343
3. organik**		
<i>Calorific Value</i> (Nilai kalor)	D 2015-77	307-315

\*) Terhitung

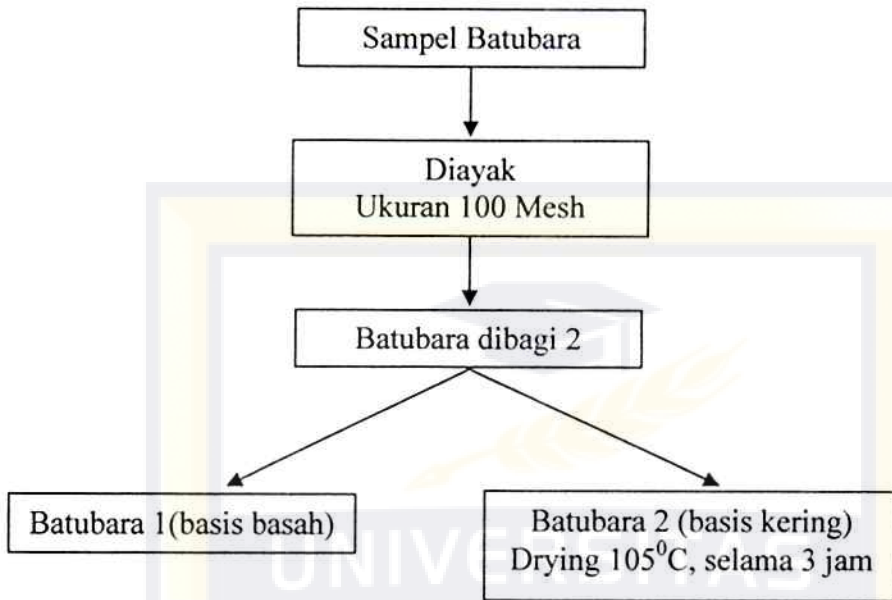
\*\*\*) Terhitung (= sulfur total – sulfur anorganik)

Sumber : Robert (1980)



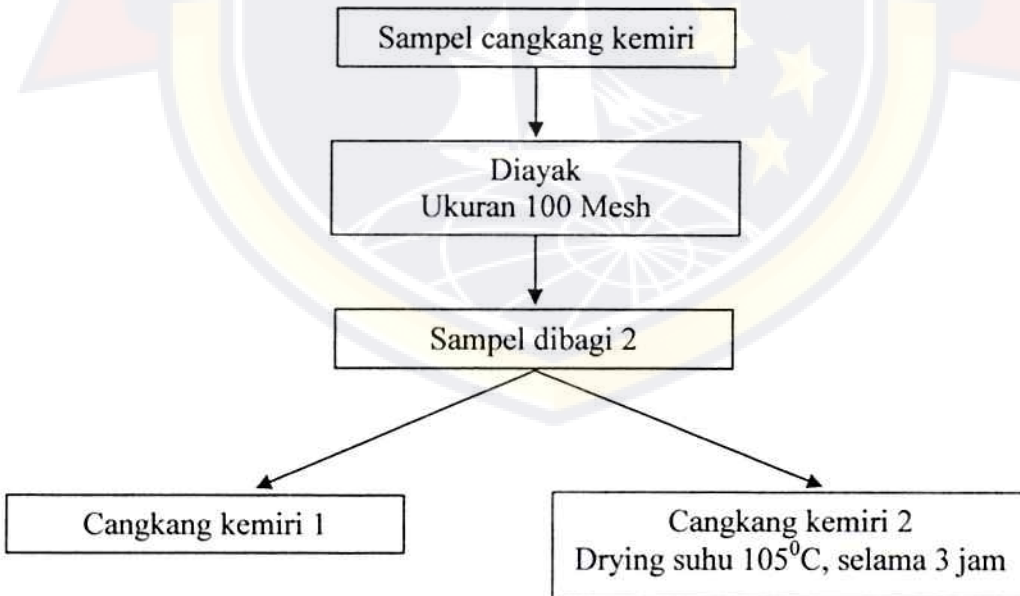
### 3.3. Diagram Alir

#### 3.3.1. Preparasi Sampel Batubara



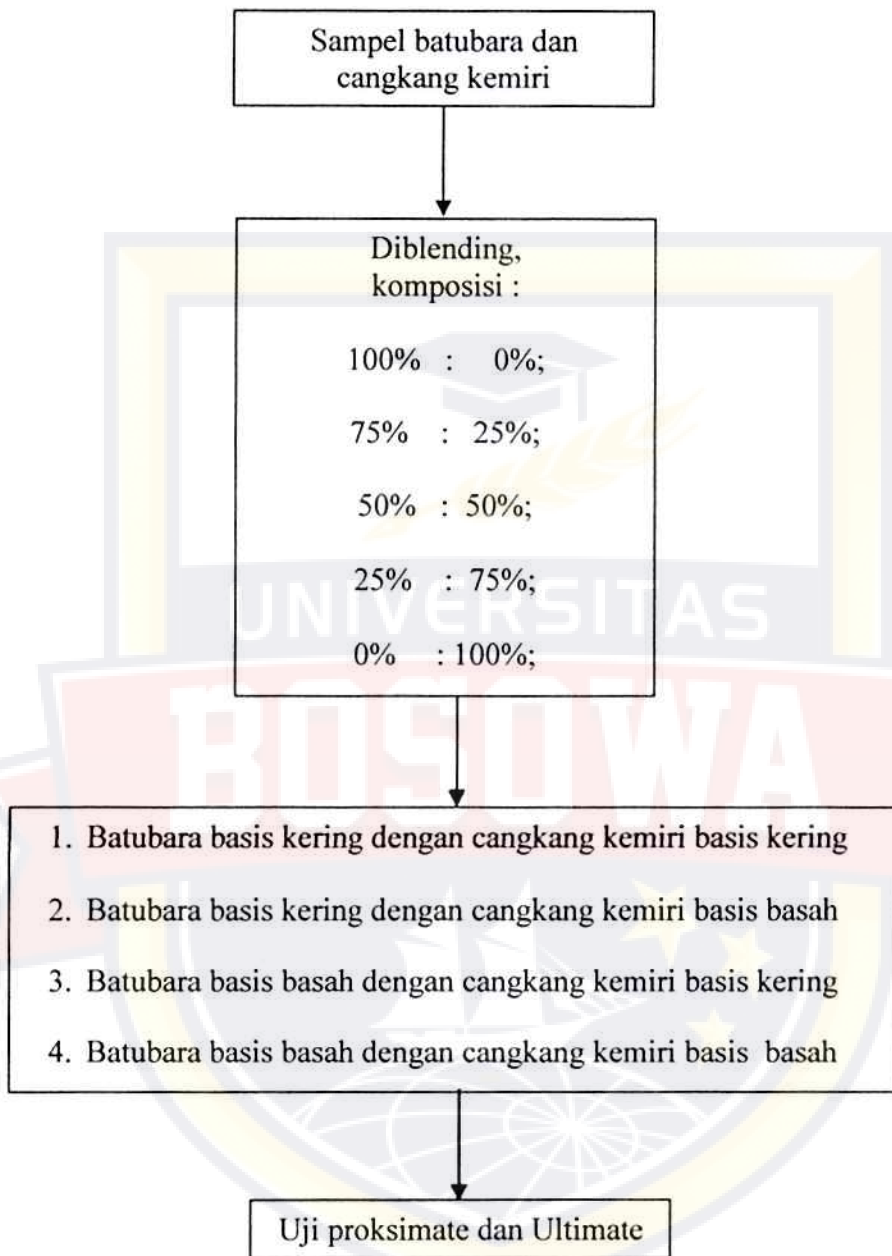
Gambar 3.1. Diagram alir Preparasi sampel batubara

#### 3.3.2. Preparasi Sampel Cangkang Kemiri



Gambar 3.2. Diagram alir Preparasi sampel cangkang kemiri

### 3.3.3. Prosedur Blending



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil**

Karakteristik batubara peringkat rendah Mallowa dan cangkang kemiri hasil uji proksimate dan ultimate dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

##### **1. Karakteristik Batubara Mallowa**

Hasil pengujian menunjukkan batubara basis kering mengandung sulfur 1,974%, kalori 6070 kcal/kg, moisture 2,71%, ash 15,24%, volatile 46,13% dan fix carbon 35,94%. Selanjutnya hasil pengujian menunjukkan batubara basis basah mengandung sulfur 1,723%, kalori 5385 kcal/kg, moisture 15,85%, ash 12,18%, volatile 39,73% dan fix carbon 32,235%.

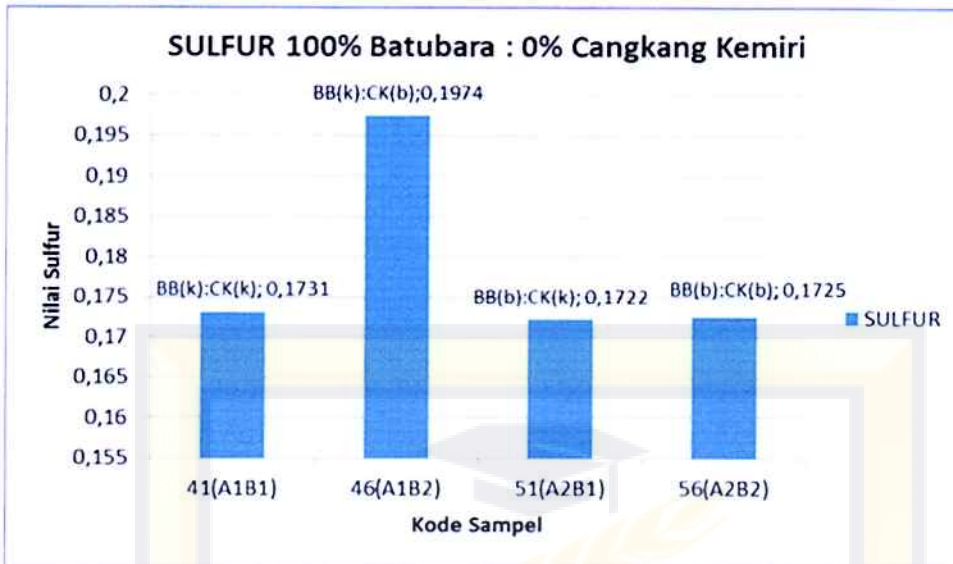
##### **2. Karakteristik Cangkang Kemiri**

Hasil pengujian menunjukkan cangkang kemiri basis kering mengandung sulfur 0,03%, kalori 3686,5 kcal/kg, moisture 3,72%, ash 16,145%, volatile 60,12%. Selanjutnya hasil pengujian menunjukkan cangkang kemiri basis basah mengandung sulfur 0,006%, kalori 4207,5 kcal/kg, moisture 7,24%, ash 8,92%, volatile 59,40% dan fix carbon 24,44%.

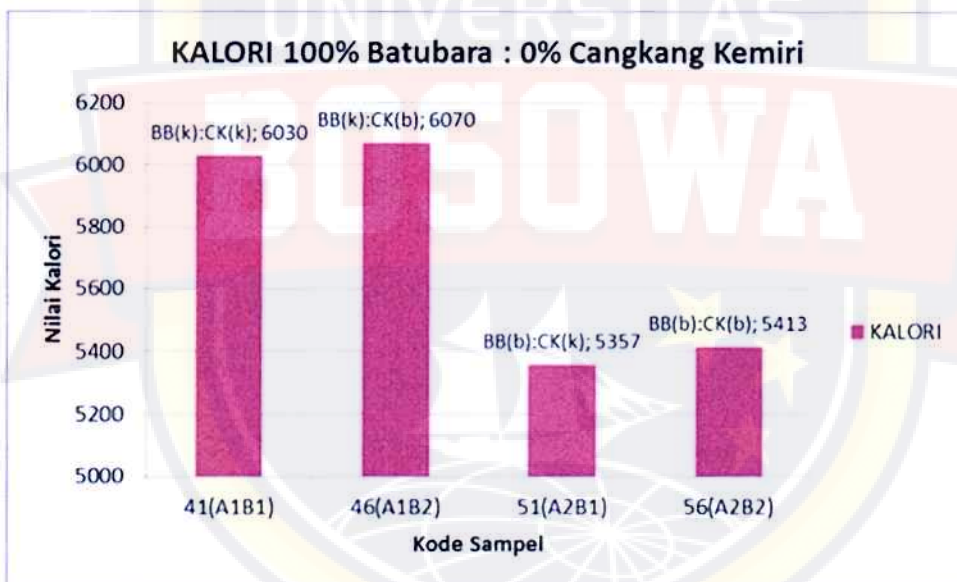
#### **4.2. Pembahasan**

##### **1. Rasio 100% batubara dan 0% cangkang kemiri**

Hasil blending pada rasio batubara 100% dan 0% cangkang kemiri disajikan dalam gambar 4.1 dan 4.2 berikut.

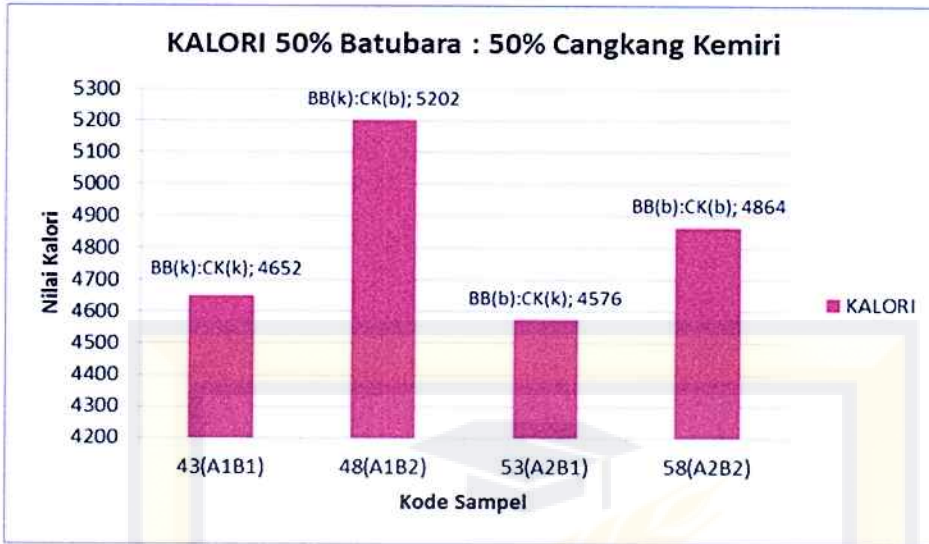


Gambar-4.1. Kandungan Sulfur pada rasio 100% batubara dan 0% cangkang kemiri



Gambar-4.2. Kandungan Kalori pada rasio 100% batubara dan 0% cangkang kemiri

Pada batubara basis basah dan cangkang kemiri basis basah diperoleh kadar sulfur 1,723% dan nilai kalori sebesar 5385 kcal/kg. Pada batubara basis kering dan cangkang kemiri basis kering diperoleh kadar sulfur 1,852 % dan nilai kalor 6050 kcal/kg Jika dibandingkan dengan karakteristik batubara Mallawa sebagaimana ditampilkan dalam tabel-2.4, diketahui kandungan sulfur hasil pengujian ini lebih rendah, demikian pula nilai kalori hasil

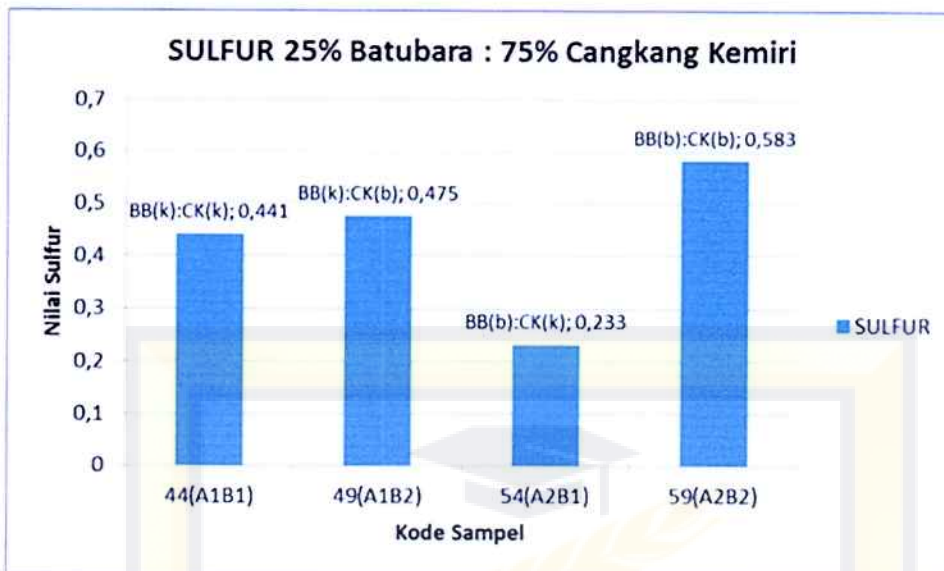


Gambar-4.6 Kandungan Kalori pada rasio 50% batubara dan 50% cangkang kemiri

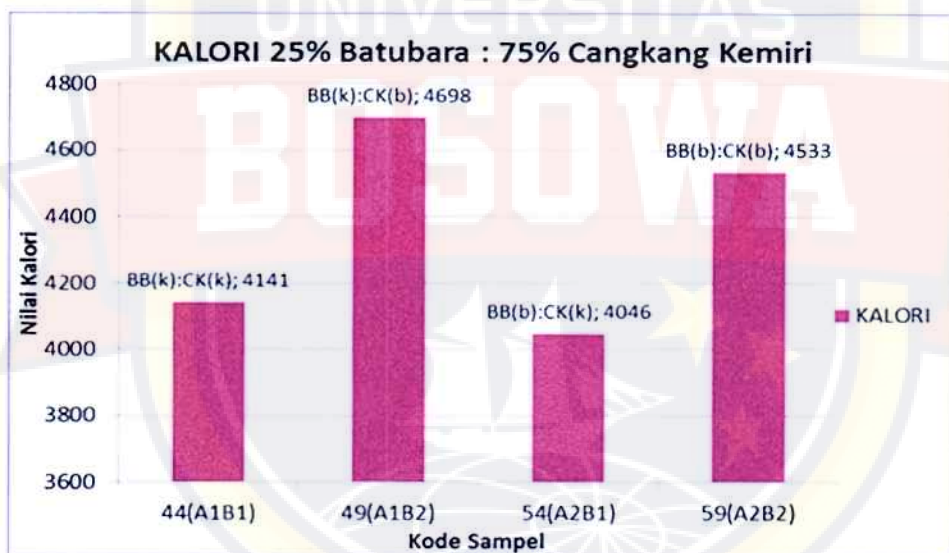
Pada batubara basis basah dan cangkang kemiri basis basah diperoleh kadar sulfur sebesar 0,819% dan nilai kalori sebesar 4864 kcal/kg. Pada batubara basis basah dan cangkang kemiri basis kering diperoleh kadar sulfur sebesar 0,783% dan nilai kalori sebesar 4576 kcal/kg. Pada batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah diperoleh kadar sulfur sebesar 0,958% dan nilai kalori sebesar 5202 kcal/kg. Pada batubara basis kering dan cangkang kemiri basis kering diperoleh kadar sulfur sebesar 1.031 % dan nilai kalori sebesar 4652 kcal/kg. Dari hasil pengujian blending batubara dengan cangkang kemiri pada rasio batubara 50% dan cangkang kemiri 50%, campuran yang optimum adalah batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah. Jika dibandingkan dengan karakteristik batubara Mallawa sebagaimana ditampilkan dalam tabel-2.4, diketahui kandungan sulfur hasil pengujian ini lebih rendah, demikian pula nilai kalori hasil pengujian ini lebih rendah. Sementara jika dibandingkan dengan kriteria batubara sebagai bahan bakar industri (Tabel 2.3), kandungan sulfur hasil pengujian ini masih lebih tinggi, sedangkan kandungan kalorinya masih lebih rendah dari standar minimum yang ditentukan.

4. Rasio 25% batubara dan 75% cangkang kemiri.

Hasil blending pada rasio batubara 25% dan 75% cangkang kemiri disajikan dalam gambar 4.7 dan 4.8 berikut.



Gambar-4.7 Kandungan Sulfur pada rasio 25% batubara dan 75% cangkang kemiri



Gambar-4.8 Kandungan Kalori pada rasio 25% batubara dan 75% cangkang kemiri

Pada batubara basis basah dan cangkang kemiri basis basah diperoleh kadar sulfur sebesar 0,583% dan nilai kalori sebesar 4864 kcal/kg. Pada batubara basis basah dan cangkang kemiri basis kering diperoleh kadar sulfur sebesar 0,233% dan nilai kalori sebesar 4046 kcal/kg. Pada batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah diperoleh kadar sulfur sebesar 0,475 % dan nilai kalori sebesar 4698 kcal/kg. Pada batubara basis kering dan cangkang kemiri

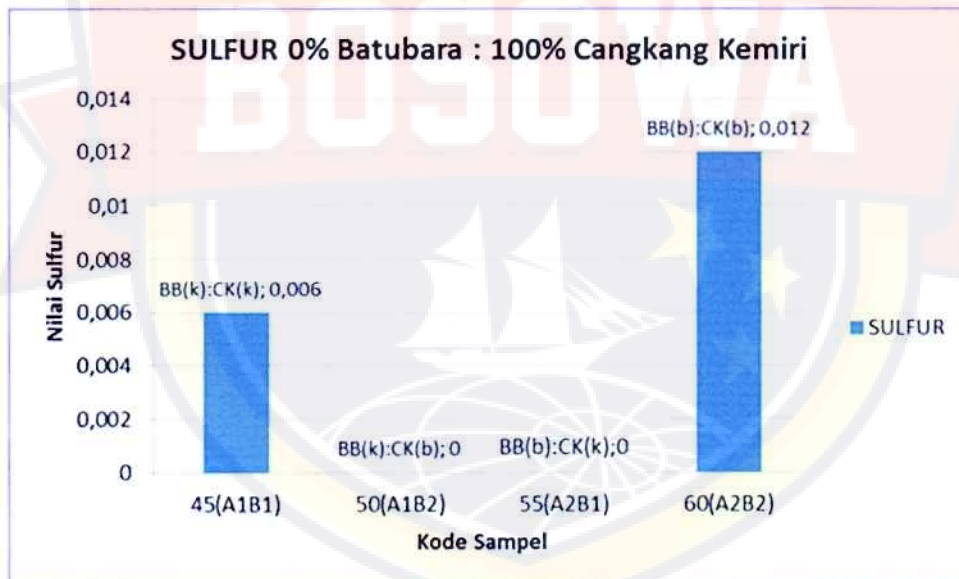


basis kering diperoleh kadar sulfur sebesar 0,441 % dan nilai kalori sebesar 4141 kcal/kg.

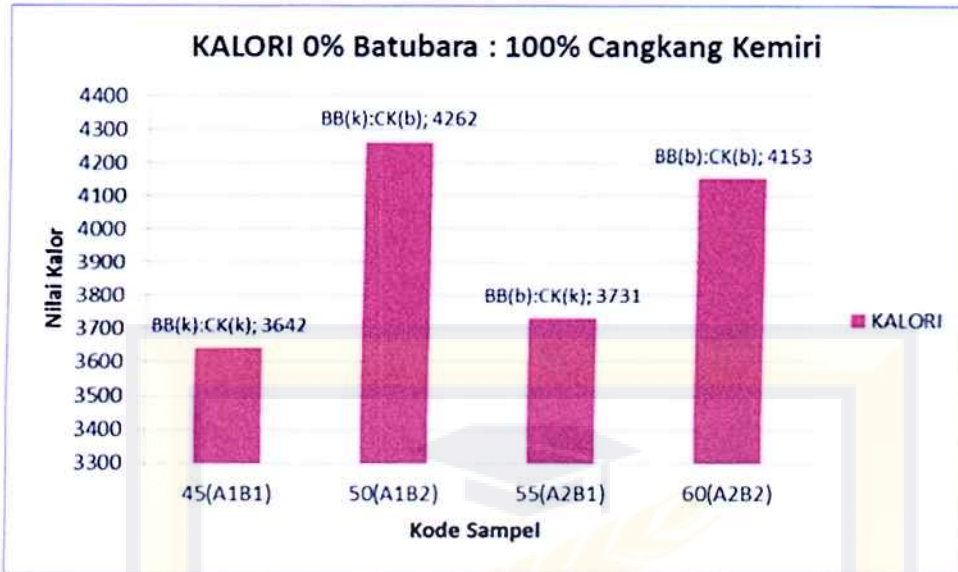
Dari hasil pengujian blending batubara dengan cangkang kemiri pada rasio batubara 25% dan cangkang kemiri 75%, campuran yang optimum adalah batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah. Jika dibandingkan dengan karakteristik batubara Mallawa sebagaimana ditampilkan dalam tabel-2.4, diketahui kandungan sulfur hasil pengujian ini lebih rendah, demikian pula nilai kalori hasil pengujian ini lebih rendah. Sementara jika dibandingkan dengan kriteria batubara sebagai bahan bakar industri (Tabel 2.3), kandungan sulfur hasil pengujian ini lebih rendah, sedangkan kandungan kalorinya masih lebih rendah dari standar minimum yang ditentukan.

5. Rasio 0% batubara dan 100% cangkang kemiri

Hasil blending pada rasio batubara 0% dan 100% cangkang kemiri disajikan dalam gambar 4.9 dan 4.10 berikut.



Gambar-4.9 Kandungan Sulfur pada rasio 0% batubara dan 100% cangkang kemiri



Gambar-4.10 Kandungan Kalori pada rasio 0% batubara dan 100% cangkang kemiri

Pada batubara basis basah dan cangkang kemiri basis basah diperoleh kadar sulfur 0,006% dan nilai kalori sebesar 4207,5 kcal/kg. Pada batubara basis kering dan cangkang kemiri basis kering diperoleh kadar sulfur 0,003 % dan nilai kalor 3686,5 kcal/kg.

Dari hasil analisa kelima rasio pencampuran tersebut, diperoleh informasi hasil pencampuran yang optimum pada masing-masing rasio sebagaimana disajikan dalam tabel 4.1.

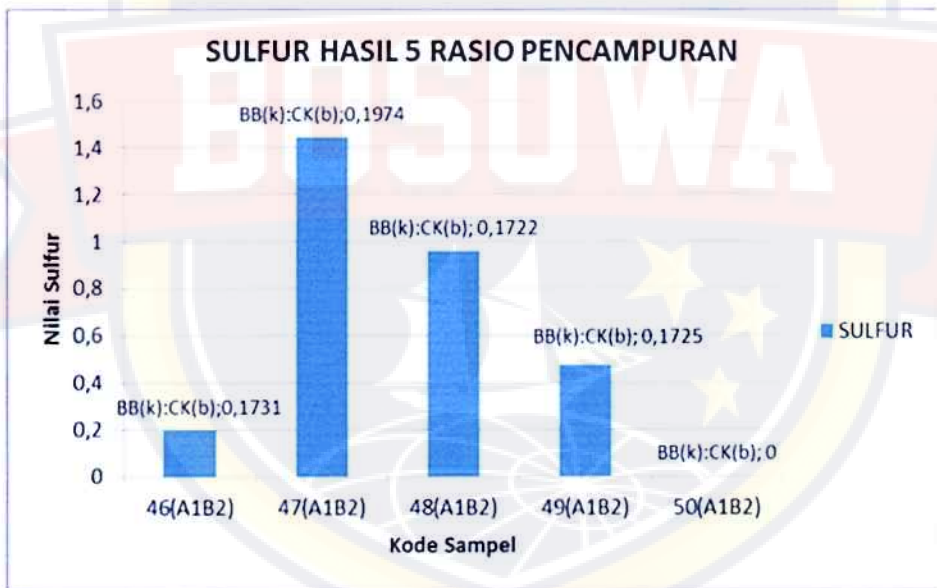
Tabel 4.1. Hasil Blending Optimum Pada Lima Rasio Pencampuran

Rasio	Batubara	Cangkang Kemiri	Sulfur	Kalori (kcal/kg)
100% : 0%	Kering	-	1,974 %	6070
75% : 25%	Kering	Basah	1,442 %	5660
50% : 50%	Kering	Basah	0,958 %	5202
25% : 75%	Kering	Basah	0,475%,	4698
0% : 100%	-	Basah	0 %	4262

Sumber : Hasil pengolahan, 2015

Hasil analisis sebagaimana diuraikan di atas menunjukkan bahwa hasil blending batubara 100% dengan cangkang kemiri 0% yang optimum adalah batubara basis kering yang mengandung sulfur 1,974% dan kalori 6070 kcal/kg. Hasil blending batubara 0% dengan cangkang kemiri 100% yang optimum adalah

cangkang kemiri basis basah yang mengandung sulfur 0% dan kalori 4262 kcal/kg. Selanjutnya hasil blending batubara dengan cangkang kemiri pada rasio campuran 75% batubara dan 25% cangkang kemiri menunjukkan rasio campuran yang optimum adalah batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah. Rasio campuran ini menghasilkan sulfur 1,442% dan kalori 5660 kcal/kg. Selanjutnya pada rasio campuran 50% batubara dan 50% cangkang kemiri menunjukkan rasio campuran yang optimum adalah batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah. Rasio campuran ini menghasilkan sulfur 0,958% dan kalori 5202 kcal/kg. Sedangkan pada rasio campuran 25% batubara dan 75% cangkang kemiri menunjukkan rasio campuran yang optimum adalah batubara basis kering dan cangkang kemiri basis basah. Rasio campuran ini menghasilkan sulfur 0,475% dan kalori 4698 kcal/kg. Hasil ini sebagaimana disajikan dalam Gambar 4.11 dan 4.12 berikut ini.



Gambar-4.11 KandunganSulfur pada 5 rasio pencampuran



Gambar-4.12 Kandungan Kalori pada 5 rasio pencampuran

Selanjutnya, dari hasil analisa kelima rasio campuran tersebut diperoleh rasio pencampuran yang paling optimum adalah pada campuran batubara 50% dengan cangkang kemiri 50%. Rasio campuran ini mengandung sulfur 0,958% dan kalori 4698 kcal/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa agar dapat digunakan sebagai bahan bakar industri, batubara peringkat rendah perlu diblending dengan rasio campuran batubara basis kering 50% dengan cangkang kemiri basis basah 50%. Dengan rasio campuran ini akan diperoleh hasil blending dengan kandungan sulfur yang lebih rendah namun memiliki nilai kalori yang cukup tinggi sehingga relatif aman untuk digunakan dalam proses pembakaran industri. Jika dibandingkan dengan kriteria umum pemanfaatan batubara di industri (Tabel 2.3), hasil blending ini memiliki kandungan sulfur yang masih lebih tinggi sedangkan kandungan kalornya masih lebih rendah dari standar yang ditentukan.

## BAB V

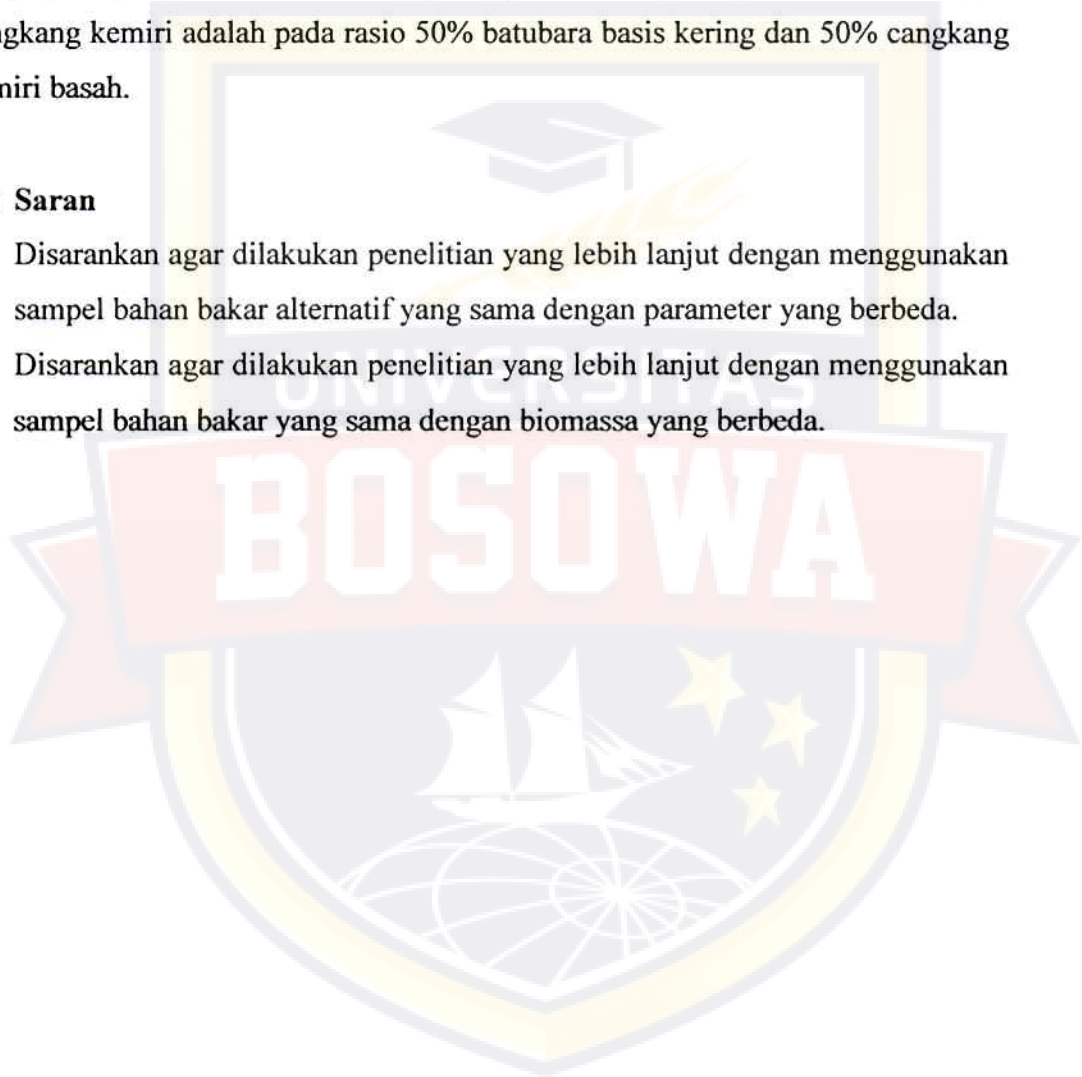
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian sampel di laboratorium diperoleh rasio pencampuran yang paling optimum untuk upgrading batubara peringkat rendah dengan cangkang kemiri adalah pada rasio 50% batubara basis kering dan 50% cangkang kemiri basah.

#### 4.2 Saran

1. Disarankan agar dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan sampel bahan bakar alternatif yang sama dengan parameter yang berbeda.
2. Disarankan agar dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan sampel bahan bakar yang sama dengan biomassa yang berbeda.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aladin, A. (2011). *Sumber Daya Alam Batubara* (Edisi 1ed.). Bandung, Indonesia: CV. Lubuk Agung.
- Darmawan, S., 2005, *Ragam Manfaat Kemiri*, Balai Litbang Kehutanan, Mataram.
- Davis, W. T. (2000). *Air Pollution Engineering Manual* (Second Edition ed.). New York: John Willy & Sons, Inc.
- Demirbas. (2002). "Demineralization and Desulphurization of Coals via Column Froth Flotation and Different Methods. *Journal of Energy Conversion & Management*, 43, 885-895.
- Dinas Pertambangan & Energi, P. S. (2001). *Perencanaan Strategik (RENSTRA) Tahun 2001-2005*. Provinsi Sulawesi Selatan, Makassar.
- Hessley, R. K., Reasoner, J. W., & Riley, J. T. (1986). *Coal Science* (Tenth Edition ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- <http://www.coal.ca>. (2003, March). *About Coal*. Retrieved Juli 11, 2012, from Coal Association of Canada.
- <http://www.wci-coal.com>. (2000, March). *Coal in the Steel Industry*. Retrieved July Saturday, 2012, from Coal: Power for Progress.
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (1979). *Encyclopedia of Chemical Technology* (Third Edition ed., Vol. VI). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Koestoer, R. A., Yulianto, S. N., Iwan, M., Martino, R. S., & Nandy, S. (1997). *Studi Tentang Batubara: Potensi, Teknologi dan Prospek Pemanfaatannya*. Depok.
- Krevelen, D. W. (1993). *Coal: Typology Physics Chemistry Constitution. Third Edition*.
- Larsen, J. W. (1987). *Organic Chemistry of Coal*. Washington D.C.: American Chemical Society.
- Nukman. (2007). Pengaruh Pencampuran Batubara Muda Dari Sumatera Selatan dan Kalimantan Selatan Terhadap Suhu Pembakarannya dengan Menggunakan Fixed Bed Combustor. *Jurnal Sains Materi Indonesia* , 10 (3), 284-287.
- ..... (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. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 17 (3).

Razjevic, K. (1976). *Handbook of Thermodynamic Tabela and Charts*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Roesyadi, A., Mahfud, & Aladin, A. (2005). Karakterisasi, Desulfurisasi dan Deashing Batubara Asal Sulawesi Secara Flotasi. *Jurnal Terakreditasi Nasional Media Teknik UGM*, XXVII (1).

Sardi, Bambang & Nuraeni Yacob. (2014). Jurnal Penentuan Kecepatan Putaran Pengaduk Optimum dalam Desulfurisasi Batubara Menggunakan Oksidator Besi (III). 17 April 2014

Setiawan, Y. Yang. 1992. Penganekaragaman produk olahan kemiri. Laporan Penelitian Tahun 1992 Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian, Bogor.

Shaha, A. K. (1974). *Combustion Engineering and Fuel Technology*. New Delhi: Oxford and Publishing Co.

Suprpto, S. (2009). Blending Batubara Untuk Pembangkit Listrik: Studi Kasus PLTU Suralaya Unit 1-4 . *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* , V, 31-39.

Suyartono, & Indria, B. (2000). The Future of Coal and its Industry in Indonesia. *Indonesian Mining Journal*, VI, 78-85.

Weihong, L. (1998). Market Analysis and Environmental Effect Of Clean Coal Technology. 5 April 2003

## Lampiran 1 : Perhitungan Analisa Proksimate dan Ultimate

1. Nilai kandungan sulfur dan kalori diperoleh dari penggunaan alat LECO S-144 DR, dan *Bomb Calorimeter*.
2. Nilai ash diperoleh dari penggunaan alat *Muffle Furnace Ash* dan perhitungan manual.

Nilai Ash diperoleh dari perhitungan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Ash content} = [(M3 - M4)] / [(M2 - M1)] \times 100\%$$

Di mana :

M1 = Berat cawan porselin sebelum pemanasan.

M2 = Berat cawan porselin + sampel sebelum pemanasan.

M3 = Berat cawan porselin + sampel setelah pemanasan.

M4 = Berat cawan porselin setelah pemanasan.

M2 - M1 = Berat sampel.

M3 - M4 = Berat sampel setelah pemanasan.

Adapun standar ASTM pengukuran ash adalah sebagaimana dalam tabel-1.

Tabel-1 Standar ASTM pengukuran Ash

Standard	Repeatability	Reproducibility
Bit 5% - 15%	0.30 %	0.49 %
Subbit 4.5% - 30%	0.33 %	0.47 %

3. Nilai moisture diperoleh dari penggunaan alat *Minimum Free Space Oven* dan perhitungan manual.

Perhitungan nilai moisture menggunakan rumus :

$$\% M_{ad} = [(M2 - M3) / (M2 - M1)] \times 100 \%$$

Di mana :

M1 = Berat cawan aluminium.

M2 = Berat cawan aluminium + sampel sebelum pemanasan.

M3 = Berat cawan aluminium + sampel setelah pemanasan.

Adapaun standar ASTM pengukuran moisture adalah :

Repeatability : 1-21.9 % = 0.09+0.01X<sup>A</sup>

Reproducibility : 1-21.9 % = 0.23+0.01X<sup>A</sup>



4. Nilai volatile diperoleh dari penggunaan alat *Volatille Matter Furnace*, CHN LECO 2000 dan perhitungan manual.

Nilai volatile diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Loss} = [(M2 - M3) / (M2 - M1)] \times 100\%$$

$$\% \text{ VM} = \% \text{ Loss} - \% \text{ M ad}$$

Di mana :

M1 = Berat cawan silika

M2 = Berat cawan silika + sampel sebelum pemanasan

M3 = Berat cawan silika + sampel setelah pemanasan

% M ad = Kadar air dalam sampel yg dianalisa.

Tabel-2 Standar ASTM Pengukuran Volatile

Repeatability	Reproducibility
0.30 %	0.60 %
0.70 %	1.40 %

Nilai fix carbon diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$100\% - \text{Volatile} - \text{Ash} - \text{Moisture}$$

**Lampiran 2 : Hasil Perhitungan Analisa Proksimate dan Ultimate**

NOMOR SAMPEL	KODE SAMPEL	SAMPEL	RATIO (%)	SULFUR (%)	KALORI (kcal/kg)	MOISTURE (%)	ASH (%)	VOLATILE (%)	FIX CARBON (%)
41	41(A1B1)	BB(K) : CK(K)	100% : 0%	1,731	6030	2,64	15,26	46,14	35,96
42	42(A1B1)	BB(K) : CK(K)	75% : 25%	1,488	5400	2,81	17,73	49,63	29,83
43	43(A1B1)	BB(K) : CK(K)	50%:50%	1,031	4652	2,56	19,27	53,42	24,75
44	44(A1B1)	BB(K) : CK(K)	25%:75%	0,441	4141	2,99	19,34	56,97	20,7
45	45(A1B1)	BB(K) : CK(K)	0% :100%	0,006	3642	3,47	16,74	59,56	20,23
46	46(A1B2)	BB(K) : CK(B)	100% : 0%	1,974	6070	2,71	15,23	46,13	35,93
47	47(A1B2)	BB(K) : CK(B)	75% : 25%	1,442	5660	3,57	13,38	50,24	32,81
48	48(A1B2)	BB(K) : CK(B)	50%:50%	0,958	5202	4,51	12,35	53,55	29,59
49	49(A1B2)	BB(K) : CK(B)	25%:75%	0,475	4698	5,72	10,89	57,1	26,29
50	50(A1B2)	BB(K) : CK(B)	0% :100%	0	4262	7,04	8,91	59,81	24,24
51	51(A2B1)	BB(B) : CK(K)	100% : 0%	1,722	5357	15,72	12,19	39,54	32,55
52	52(A2B1)	BB(B) : CK(K)	75% : 25%	1,255	4992	12,79	14,33	45	27,88
53	53(A2B1)	BB(B) : CK(K)	50%:50%	0,783	4576	9,71	15,51	50,18	24,6
54	54(A2B1)	BB(B) : CK(K)	25%:75%	0,233	4046	6,66	17,48	55,43	20,43
55	55(A2B1)	BB(B) : CK(K)	0% :100%	0	3731	3,97	15,55	60,67	19,81
56	56(A2B2)	BB(B) : CK(B)	100% : 0%	1,725	5413	15,98	12,18	39,92	31,92
57	57(A2B2)	BB(B) : CK(B)	75% : 25%	1,276	5075	13,74	12,02	45,42	28,82
58	58(A2B2)	BB(B) : CK(B)	50%:50%	0,819	4864	11,57	11,23	50,56	26,64
59	59(A2B2)	BB(B) : CK(B)	25%:75%	0,583	4533	9,49	9,83	55,43	25,25
60	60(A2B2)	BB(B) : CK(B)	0% :100%	0,012	4153	7,44	8,93	59	24,63

### Hasil Blending batubara dan cangkang kemiri pada lima rasio pencampuran

NOMOR SAMPEL	KODE SAMPEL	BASIS	RATIO (%)	SULFUR (%)	KALORI (kcal/kg)	MOISTURE (%)
41	41(A1B1)	BB(K) : CK(K)	100% : 0 %	1,731	6030	2,64
46	46(A1B2)	BB(K) : CK(B)	100% : 0 %	1,974	6070	2,71
51	51(A2B1)	BB(B) : CK(K)	100% : 0 %	1,722	5357	15,72
56	56(A2B2)	BB(B) : CK(B)	100% : 0 %	1,725	5413	15,98
45	45(A1B1)	BB(K) : CK(K)	0% :100%	0,006	3642	3,47
50	50(A1B2)	BB(K) : CK(B)	0% :100%	0	4262	7,04
55	55(A2B1)	BB(B) : CK(K)	0% :100%	0	3731	3,97
60	60(A2B2)	BB(B) : CK(B)	0% :100%	0,012	4153	7,44
42	42(A1B1)	BB(K) : CK(K)	75% : 25%	1,488	5400	2,81
47	47(A1B2)	BB(K) : CK(B)	75% : 25%	1,442	5660	3,57
52	52(A2B1)	BB(B) : CK(K)	75% : 25%	1,255	4992	12,79
57	57(A2B2)	BB(B) : CK(B)	75% : 25%	1,276	5075	13,74
43	43(A1B1)	BB(K) : CK(K)	50%:50%	1,031	4652	2,56
48	48(A1B2)	BB(K) : CK(B)	50%:50%	0,958	5202	4,51
53	53(A2B1)	BB(B) : CK(K)	50%:50%	0,783	4576	9,71
58	58(A2B2)	BB(B) : CK(B)	50%:50%	0,819	4864	11,57
44	44(A1B1)	BB(K) : CK(K)	25%:75%	0,441	4141	2,99
49	49(A1B2)	BB(K) : CK(B)	25%:75%	0,475	4698	5,72
54	54(A2B1)	BB(B) : CK(K)	25%:75%	0,233	4046	6,66
59	59(A2B2)	BB(B) : CK(B)	25%:75%	0,583	4533	9,49

Lampiran 3 : Dokumentasi Penelitian



Neraca digital



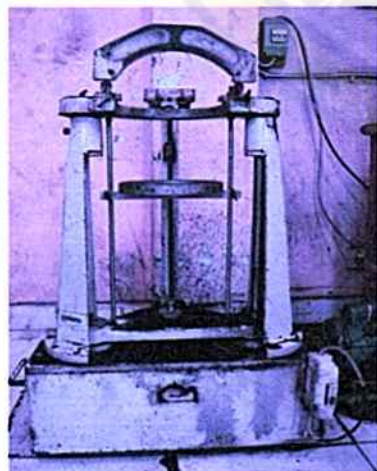
Muffle Furnace Ash



LECO S-144 DR



Volatile Matter Furnace, CHN LECO 2000



Ayakan



Grinding





*Bomb Calorimeter* merek Parr 6200

CALORIMETER



*Dryer*



Sampel Batubara 100 mesh



Sampel Cangkang Kemiri

