

## **PENGGUNAAN LIMBAH MEDIA JAMUR SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DALAM UPAYA PENURUNAN EMISI CO<sub>2</sub> PADA INDUSTRI SEMEN**

### *THE USE OF MUSHROOM LOG MEDIA WASTE AS AN ALTERNATIVE FUEL TO DECREASE CO<sub>2</sub> EMISSION IN CEMENT INDUSTRY*

**Ratnawati dan Rhoito Frista**

Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T)  
Jl. Sangkuriang 14 Bandung Tlp (022) 2504088 Fax (022) 2502027  
E-mail: by\_ita@yahoo.com

Diterima : 1 Mei 2012

Direvisi : 29 Mei 2012

Disetujui : 18 Juni 2012

#### **ABSTRAK**

Industri semen merupakan salah satu industri yang memberikan kontribusi emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) cukup besar di dunia. Proses produksi di industri semen tergolong proses produksi *high energy* karena membutuhkan banyak bahan bakar pada saat proses pembakaran di Kalsiner dan Kiln. Sebagian besar dari material yang diproses lepas ke udara sebagai emisi CO<sub>2</sub> pada reaksi kalsinasi. Konsentrasi gas CO<sub>2</sub> yang makin meningkat di atmosfer dapat meningkatkan terjadinya pemanasan global, sebagai akibat dari meningkatnya kadar gas rumah kaca. Upaya penurunan emisi dapat dicapai antara lain dengan mencari bahan bakar alternatif pengganti batubara yaitu biomassa, yang dapat menurunkan emisi gas CO<sub>2</sub>, sebagai upaya untuk menurunkan kadar gas rumah kaca di atmosfer. Pada penelitian ini, bahan bakar alternatif yang ingin dikembangkan adalah limbah media jamur yang berasal dari serbuk gergaji. Berdasarkan data hasil penelitian, limbah media jamur yang digunakan memiliki kadar air sebesar 13,47% dengan nilai kalor 3694 cal/g. Pengukuran emisi gas CO<sub>2</sub> dilakukan pada campuran limbah media jamur dengan batubara dalam berbagai komposisi. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil pembakaran terbaik dengan emisi CO<sub>2</sub>, CO dan SO<sub>2</sub> terkecil terjadi pada kondisi perbandingan pembakaran limbah media jamur :batubara = 100% : 0% dan 25% : 75%.

Kata kunci: biomassa, semen, batu bara, limbah media jamur, emisi CO<sub>2</sub>

#### **ABSTRACT**

*Cement industry is one of the industries that give big enough contribution of carbondioxide gas emission in the world. Production in cement industry is high energy process, because it needs a lot of fuel for burning process at Calciner and Kiln. Most of material that processed is free ejected into the air as carbondioxide gas emission. The increasing of carbondioxide gas concentration in atmosphere, may affect the global warming as consequence of the greenhouse gas degree. Alternative fuel is needed to replace the use of coal, in order to decrease the emission of carbondioxide gas. The research on alternative fuel is to develop a biomass from the waste of mushroom log media that came from sawdust. Based on analysis result, the mushroom log media waste have 13.47% of moisture with calorific value of 3694 cal/g. Carbondioxide gas emission is measured in the mixing of biomass and coal at various composition. The data showed that the best burning with the smallest emission of CO<sub>2</sub>, CO and SO<sub>2</sub> is taken place at composition of biomass: coal 100%: 0% and 25%: 75%.*

*Keywords: biomass, cement, coal, mushroom log media waste, CO<sub>2</sub> emission*

## PENDAHULUAN

Industri semen merupakan salah satu industri penyumbang CO<sub>2</sub> yang sangat besar, karena membutuhkan banyak bahan bakar dalam proses produksinya, termasuk batu bara. Berdasarkan data dari Carbon Dioxide Information Analysis Center (2000), batu bara sebagai salah satu bahan bakar fosil selain minyak bumi dan gas bumi, merupakan sumber utama emisi CO<sub>2</sub> di dunia dan mencapai 74% dari total emisi [1]. Proses produksi di industri semen tergolong proses produksi *high energy* karena membutuhkan banyak bahan bakar pada saat proses pembakaran di *Calciner* dan *Kiln*. Dalam proses produksinya, jumlah rata-rata bahan baku yang dibutuhkan untuk memproduksi satu ton klinker adalah 1,5–1,6 ton yang terdiri dari batu kapur, tanah liat, pasir silika, dan pasir besi [2]. Sebagian besar dari material yang diproses lepas ke udara sebagai emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada reaksi kalsinasi. Gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada prinsipnya sangat bermanfaat dalam menopang kehidupan bumi. Di atmosfer, keberadaan gas CO<sub>2</sub> merupakan bahan fotosintesis tumbuhan hijau dan sifat rumah kacanya menjaga kesetimbangan suhu bumi. Banyak proses industri dalam ruang tertutup menggunakan gas CO<sub>2</sub>, akan tetapi konsentrasi yang meningkat di atmosfer menyebabkan kekhawatiran akan pemanasan global yang makin tinggi.

Pemanasan global terjadi sebagai akibat dari efek rumah kaca, yaitu meningkatnya kadar gas rumah kaca di atmosfer. Gas rumah kaca terdiri dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana, klorofluoro karbon (CFC), ozon, dan nitro oksida, dimana CO<sub>2</sub> ternyata memberikan kontribusi paling besar, yaitu sebesar 50%. Hal inilah yang mendorong industri semen untuk mencari sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, yang dapat menurunkan emisi gas CO<sub>2</sub>, sebagai upaya untuk menurunkan kadar gas rumah kaca di atmosfer.

Salah satu upaya untuk mengatasi berbagai persoalan tersebut adalah memanfaatkan limbah sebagai sumber energi dengan cara *co-processing* sehingga membantu pengelolaan limbah sekaligus mengamankan pasokan bahan bakar tak terbarukan. Limbah tersebut digunakan

sebagai bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar konvensional, yaitu batubara. Sejauh ini, telah banyak dikembangkan berbagai macam sumber bahan bakar alternatif. Gandum, tebu dan jagung adalah contoh bahan pangan yang juga dapat diolah menjadi energi dari biomassa, yaitu energi ramah lingkungan yang bahan dasarnya disediakan alam. Namun penggunaannya tersebut kadang membawa dampak samping yang tidak diinginkan, salah satunya yaitu naiknya harga bahan baku pangan. Oleh karena itu turut dikembangkan juga bahan bakar alternatif pertanian lain, yaitu yang berasal dari jerami, sekam padi, maupun serbuk gergaji, sehingga tidak mengganggu rantai pangan. Penggunaan bahan bakar alternatif, untuk suatu industri, selain berpengaruh dalam penurunan emisi gas CO<sub>2</sub>, juga berpengaruh terhadap efisiensi biaya produksi, seiring dengan meningkatnya bahan bakar batu bara yang selama ini digunakan. Hal ini telah mulai dilakukan diantaranya oleh PT Semen Padang, yang kurang lebih membutuhkan 700.000 ton batu bara per tahun sebagai bahan bakarnya. Penggunaan bahan bakar alternatif diperkirakan menghemat 5% penggunaan batu bara [3]. Pada penelitian kali ini, bahan bakar alternatif yang ingin dikembangkan adalah limbah media jamur yang berasal dari serbuk gergaji. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat efisiensi penggunaan limbah media jamur sebagai bahan bakar alternatif dalam mereduksi emisi gas CO<sub>2</sub> di industri semen.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah media jamur sebagai bahan bakar alternatif. Metode pertama adalah pengumpulan data dan informasi baik secara studi literatur maupun studi lapangan. Data informasi mencakup pemahaman proses industri semen, sumber-sumber emisi CO<sub>2</sub>, dan identifikasi proses. Studi lapangan pada penelitian ini dilakukan di PT Indocement Tunggul Prakarsa Bogor, PT Indocement Tunggul Prakarsa Palimanan, dan PT Semen Gresik. Sebelum digunakan sebagai bahan bakar, terlebih dahulu dilakukan analisa awal terhadap limbah media jamur untuk menentukan kondisi

terbaiknya sebagai bahan bakar pengganti batubara. Analisa awal yang dilakukan antara lain yaitu analisa kadar air, analisa proksimat dan analisa ultimat. Selanjutnya diterapkan metode analisa yang sama dengan proses di industri semen, yaitu pembakaran bahan bakar alternatif (limbah media jamur) secara *co-firing*. Pembakaran limbah media jamur dilakukan pada berbagai komposisi campuran dengan batu bara (limbah media jamur : batu bara), yaitu 100% : 0%; 80% : 20%; 75% : 25%; 50% : 50%; 25% : 75%, dan 0% : 100%. Emisi yang dihasilkan dari pembakaran diukur pada saat aliran laminer (konstan) dengan menggunakan alat Gasboard 3000P untuk mengetahui nilai gas yang diemisikan sebagai akibat dari pembakaran bersama biomassa limbah media jamur dengan batu bara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa awal limbah media jamur tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Limbah Media Jamur

Uraian	Unit	Sebelum Dikeringkan	Sesudah Dikeringkan
<i>Total moisture</i>	%	55,66	13,47
<i>Proximate</i>			
<i>Moisture in air dried sample</i>	%	10,69	8,65
<i>Ash</i>	%	7,19	11,56
<i>Volatile matter</i>	%	67,03	64,31
<i>Fixed Carbon</i>	%	15,09	15,48
<i>Ultimate</i>			
<i>Carbon</i>	%	40,92	41,83
<i>Hydrogen</i>	%	5,72	5,67
<i>Nitrogen</i>	%	0,58	0,54
<i>Total Sulphur</i>	%	0,08	0,10
<i>Oxygen</i>	%	45,51	40,30
<i>Calorific Value</i>	Cal/g	3750	3694

Biomassa terdiri atas beberapa komponen yaitu kandungan air (*moisture content*), zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*) dan abu (*ash*). Mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari 3 tahap, yaitu pengeringan, devolatilisasi, dan pembakaran arang. Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan analisa proksimat, ultimate dan kadar air dari limbah media jamur, untuk mengetahui karakteristiknya. Berdasarkan hasil analisa,

diperoleh data kadar air yang cukup tinggi, yaitu 55,66%, padahal dalam industri semen, kadar air yang disarankan untuk bahan bakar yang digunakan yaitu maksimal 12% [4]. Oleh karena itu maka limbah media jamur tersebut dikeringkan, sehingga diperoleh kadar air yang mendekati, yaitu 13,47%.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa data hasil analisa proksimat dan *ultimate* yang dihasilkan relatif sama. Hal ini membuktikan bahwa proses pengeringan tidak merubah material yang digunakan. Tabel 1 juga memperlihatkan nilai kalor yang dihasilkan oleh limbah media jamur hanya sekitar setengah dari nilai kalor dari batu bara yang biasanya mencapai lebih dari 6000 kalori [4]. Hal ini dapat disebabkan karena biomassa yang digunakan, dibakar tanpa proses pembriketan dan karbonisasi terlebih dahulu. Biomassa yang tidak dikarbonisasi mengakibatkan sifat-sifat penyalaan dan pembakarannya menjadi kurang baik, dalam pembakarannya menghasilkan banyak asap, nilai kalornya rendah, dan pada kondisi lembab tidak stabil [5]. Hal ini juga yang mendasari untuk dilakukannya pencampuran komposisi antara limbah media jamur sebagai biomassa dengan batu bara.

Data pembakaran *co-firing* limbah media jamur dengan batu bara memberikan hasil emisi sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 2. Emisi yang dihasilkan pada Proses Pembakaran *Co-Firing* Limbah Media Jamur dan Batubara.

Perbandingan berat Biomassa : Batu Bara	Emisi, Satuan				
	SO <sub>2</sub> mg/m <sup>3</sup>	NO mg/m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> %	CO mg/m <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> %
100 : 0	0,50	0,00	0,10	0,33	20,77
80 : 20	5,00	0,00	0,61	16,00	20,69
75 : 25	6,50	0,00	0,60	18,80	20,67
50 : 50	9,67	0,00	0,17	5,83	20,76
25 : 75	0,50	0,00	0,16	2,83	20,92
0 : 100	4,00	0,00	20,57	5,83	20,89

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa dengan pemakaian batu bara yang makin banyak, akan memberikan emisi CO<sub>2</sub> yang makin tinggi hingga perbandingan biomassa:batu bara 1:1, setelah itu terjadi penurunan seiring dengan pengurangan pemakaian batubara. Hal ini dimungkinkan karena adanya penguraian yang tidak sempurna pada CO<sub>2</sub> dikarenakan

pembakaran yang kurang efisien. Hal ini dibuktikan dengan data emisi CO yang cukup banyak pada perbandingan biomassa : batu bara 80% : 20% : 75% : 25%, yang menunjukkan pembakaran CO menjadi CO<sub>2</sub> tidak berlangsung sempurna. Emisi NO tidak terukur pada percobaan ini karena alat kompresor mengalami kerusakan, sehingga tidak didapat data untuk dibahas.

Emisi CO<sub>2</sub>, merupakan indikator utama dalam percobaan ini. Pembakaran dikatakan sempurna apabila dalam reaksi pembakaran tersebut tidak terbentuk gas karbon monoksida (CO). Pada pembakaran sempurna seluruh karbon terbakar habis membentuk gas CO<sub>2</sub> dan seluruh hidrogen terkonversi menjadi uap air (H<sub>2</sub>O). Variabel-variabel lain yang memegang peranan penting dalam proses pembakaran antara lain udara berlebih, ukuran partikel, dan karakteristik bahan bakar [6]. Pada Tabel 2 terlihat bahwa emisi CO<sub>2</sub> terbesar dihasilkan pada pembakaran menggunakan batu bara saja, yaitu dengan nilai emisi sebesar 20,57%. Akan tetapi ketika sudah diberikan campuran biomassa 25%, 50%, 80% dan 100%, emisi CO<sub>2</sub> terlihat menurun, meskipun penurunannya tidak selalu sebanding dengan penambahan biomasanya. Hal ini dapat disebabkan oleh lebih banyaknya kemampuan biomassa yang dapat terbakar dibandingkan dengan batubara itu sendiri. Penurunan emisi terbaik yaitu pada saat pembakaran dengan menggunakan 100% biomassa saja. Hal ini membuktikan bahwa limbah media jamur dapat digunakan sebagai biomassa karena memberikan emisi CO<sub>2</sub> yang kecil jika dibandingkan dengan batu bara. Namun jika ingin diaplikasikan ke dalam industri semen, tentu saja sulit untuk menggunakan 100% limbah media jamur, karena disamping membutuhkan jumlah yang banyak, nilai kalor yang dihasilkan juga tidak terlalu besar. Maka dari itu pemakaian limbah media jamur sebagai biomassa masih perlu dilakukan pencampuran dengan batu bara, untuk mendapatkan nilai kalor yang memadai. Berdasarkan Tabel 2, pembakaran pada komposisi campuran biomassa : batu bara 25% : 75% memberikan hasil yang terbaik, karena menghasilkan emisi gas SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan CO terkecil.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian emisi cofiring biomassa limbah media jamur-batubara, terlihat bahwa biomassa limbah jamur dapat digunakan sebagai bahan cofiring untuk pembakaran batubara. Pencampuran kedua jenis bahan bakar mengakibatkan penurunan emisi CO<sub>2</sub>, CO, dan SO<sub>2</sub>, walaupun tidak selalu sebanding dengan penambahan biomasanya. Kondisi pembakaran terbaik dengan nilai emisi gas CO<sub>2</sub>, CO, dan SO<sub>2</sub> terkecil adalah pada saat perbandingan biomassa : batu bara 100% : 0% dan 25% : 75%.

Hasil pengukuran gas yang diemisikan menunjukkan bahwa penambahan limbah media jamur sebagai biomassa tidak selalu menurunkan nilai emisinya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan komposisi campuran yang lebih bervariasi, yang diikuti dengan pengukuran nilai kalor yang dihasilkan, sehingga dapat lebih mudah diaplikasikan ke dalam industri semen.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugiyono, A. 2008, "Pengembangan Bahan Bakar Nabati untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global". Seminar Nasional Kebijakan Pemanfaatan Lahan dalam Menanggulangi Dampak Pemanasan Global, UGM, Jogjakarta, 10 Mei 2008.
- [2] Gatot, M dan Mahardhika R. 2010, "Pemanfaatan Limbah Biomassa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Kegiatan Co-Processing di Semen Gresik", Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010, ISSN: 1411-4216, 4-5 Agustus 2010, *Jur. Tek. Kimia, Fak. Teknik UNDIP Semarang*.
- [3] Saksono, M. 2006, "PT Semen Padang Menggalakkan Sumber Energi Alternatif", Media Indonesia Online. <http://www.mediaindo.co.id/berita> diakses tanggal 10 April 2012.
- [4] Ir. Sukandarrumidi, "Batubara dan Gambut", <http://bosstambang.com/Coal/batubara-dalam-industri-semen>, diakses tanggal 10 April 2012.

- [5] Surono, UB, 2010,” Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan”. Jurnal Rekayasa Proses, Vol 4, No.1, 2010, hal 13-18.
- [6] Mahidin, et al, 2009, “Karakteristik Pembakaran Batubara Peringkat Rendah, Cangkang Sawit dan Campurannya dalam Fluidized Bed Boiler”, Reaktor Vol 12 No 4, Desember 2009, Hal 253-259.

