

PEMANFAATAN LIMBAH BIOMASS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DALAM KEGIATAN CO-PROCESSING DI SEMEN GRESIK

Gatot Mardiana dan Rahadi Mahardika

Divisi Litbang & Jaminan Mutu

PT Semen Gresik (Persero) Tbk., Jl. Veteran, Gresik – Jawa Timur (61122)

Email : gatot.m@sg.sggrp.com ; rahadi.mahardika@sg2.sggrp.com

Abstrak

Co-Processing adalah metode pemanfaatan limbah untuk menggantikan bahan baku mineral alam (material recycling) dan bahan bakar fosil (energy recovery). Dapat dikatakan bahwa co-processing mempunyai manfaat ganda yaitu merupakan solusi bagi persoalan penanganan limbah, dan merupakan salah satu bentuk dari upaya recovery energi dan bahan. Implementasi co-processing khususnya penggunaan bahan bakar alternatif merupakan bagian dari kebijakan strategis PT Semen Gresik dalam upaya meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan khususnya berkenaan dengan efek pemanasan global dan menghemat cadangan bahan bakar fosil. Limbah yang dapat digunakan dalam co-processing ini adalah limbah industri yaitu hazardous waste dan limbah pertanian yaitu biomass seperti sekam padi, serbuk gergaji, kulit kacang, dll. Dalam proyek ini, PT Semen Gresik fokus pada limbah biomass. Limbah biomass dijadikan prioritas utama karena source yang tersedia sangat banyak dan melimpah, selain itu juga memiliki kalori yang cukup tinggi. Limbah biomass berasal dari kabupaten terdekat dengan lokasi Pabrik, yaitu Kabupaten Tuban, Lamongan dan Bojonegoro. Dari hopper, limbah ditransfer oleh belt conveyor masuk ke dalam SLC (Sparated Line Calciner) Pabrik Tuban# 3 dan dibakar pada suhu 800 – 900 °C. Proses pembakaran selalu dikontrol dengan menggunakan DCS (Distributed Control System), sehingga dapat mencegah terjadinya pembakaran tidak sempurna (CO) didalam sistem. Pembakaran limbah biomas tidak menghasilkan limbah samping (zero waste), karena ash yang dihasilkan bercampur dengan material feed menjadi clinker. Secara bersamaan pemanfaatan limbah biomass ini dipakai sebagai implementasi CDM Project (Clean Development Mechanism) yang kemudian akan mendapatkan Certified Emission Reduction (CER) dari UNFCCC. Hal ini dikarenakan co-processing dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan pada saat proses pembakaran.

Kata Kunci : CDM ; Co-processing ; limbah biomass (sekam padi)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tingginya kebutuhan semen, terbatasnya energi tak terbarukan dan terjadinya pemanasan global (global warming) akibat gas rumah kaca mendorong industri semen untuk mencari alternatif sumber energi yang ramah lingkungan. Di sisi lain terdapat kebutuhan akan penanganan dan pengelolaan limbah (termasuk limbah biomass) dengan cara benar dan aman sejalan dengan meningkatnya jumlah limbah sebagai konsekuensi kegiatan industri dan komersial yang terus meningkat dan tuntutan masyarakat akan terjaganya kualitas lingkungan. 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. Proses produksi semen merupakan alternatif yang efisien untuk penanganan beberapa jenis limbah, baik yang tergolong limbah B3 maupun non-B3 (biomass), secara ramah lingkungan dan *cost effective*. Aplikasi pemanfaatan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif di industri semen telah banyak dilakukan di berbagai Negara di Eropa, Jepang, USA, Canada, Australia, dan Meksiko. Sementara di Indonesia kegiatan pemanfaatan limbah di industri semen merupakan hal yang relatif baru. Implementasi ini juga diharapkan dapat

meningkatkan pemahaman seluruh *stakeholder* sehingga dapat diterima sebagai salah satu *common industrial practices*. Secara bersamaan pemanfaatan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif ini dipakai sebagai implementasi *CDM Project* (Clean Development Mechanism) yang kemudian akan mendapatkan Certified Emission Reduction (CER) dari UNFCCC.

Tinjauan Umum Co-Processing

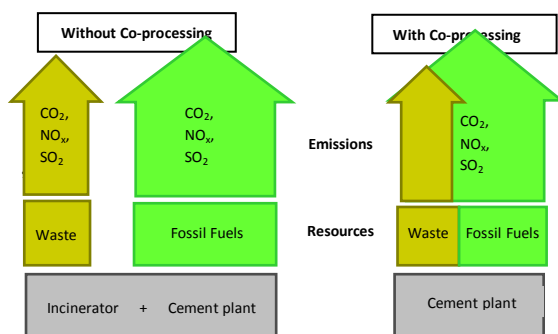
Co-processing adalah suatu metode pemusnahan limbah melalui pembakaran terkendali yang sekaligus meningkatkan nilai tambah limbah dalam bentuk recovery energi dan material untuk bahan baku proses produksi. Limbah yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan baku disebut "*mineral waste*", dan limbah yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar disebut "*caloric waste*".



Gambar 1 : Waste Management Hierarchy

Contoh mineral waste yang bisa digunakan adalah fly ash, copper slag, katalis, dll. Sedangkan contoh caloric waste adalah limbah biomass (sekam padi, serbuk gergaji), ban bekas, limbah B3 (sludge oil, resin, karbon aktif), dll. Sistem integrasi dari co-processing dalam "waste management hierarchy" dapat dilihat pada gambar di samping. Sistem hirarki disamping harus di perhatikan sebagai salah satu opsi untuk meminimalisasi jumlah limbah yang ada. Dalam hirarki pengelolaan limbah, co-processing termasuk dalam kategori pengelolaan limbah yang tingkat *desirability* (manfaat & efisiensi) lebih baik dibanding insinerasi dan landfill. Pemilihan jenis limbah untuk co-processing mengikuti hirarki pengelolaan limbah, yaitu co-processing hanya memanfaatkan limbah yang tidak terserap oleh kegiatan reuse dan recycle.

Manfaat Co-Processing



Gambar 2 : Profil Emisi GRK Setelah Co-processing

Manfaat co-processing di industri semen adalah : 1). Mereduksi emisi gas termasuk gas rumah kaca khususnya CO_2 , 2). Memberikan solusi ramah lingkungan terhadap permasalahan limbah, karena dapat memperluas opsi metode pengelolaan limbah selain metode-metode pemusnahan limbah yang sudah ada (insinerasi, landfill, dll). 3). Peluang kegiatan ekonomi untuk masyarakat, 4). Mendukung usaha-usaha dalam rangka *pembangunan berkelanjutan*, yaitu dalam hal pengurangan banyaknya sumber daya tak terbarukan yang digunakan pada proses produksi sehingga laju eksploitasi sumber daya akan dapat berkurang, 5). Efisiensi biaya.

Proses Produksi Semen & Aplikasi Co-Processing

Dalam proses produksi, material yang digunakan akan diproses secara intensif. Tahap pertama dalam proses produksi semen adalah penambangan, penggilingan dan homogenisasi bahan baku. Tahap berikutnya adalah proses kalsinasi kalsium karbonat yang dilanjutkan dengan proses sintering oksida kalsium yang dihasilkan dengan silika, alumina dan oksida besi pada temperatur tinggi ($1400\text{ }^\circ\text{C}$) sehingga dapat terbentuk klinker. Klinker tersebut kemudian digiling bersama gipsium dan bahan lainnya untuk menghasilkan semen. 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. Sebagian besar dari material yang diproses lepas ke udara sebagai emisi karbon dioksida (CO_2) pada reaksi kalsinasi. Industri semen merupakan proses produksi *high energy* karena membutuhkan banyak bahan bakar pada saat proses pembakaran di Kalsiner dan Kiln. Sekitar 30 – 40 % dari total production cost hanya digunakan untuk membiayai kebutuhan bahan bakar ini, sehingga perlu di upayakan adanya substitusi bahan bakar fosil menggunakan bahan bakar alternatif. Pembakaran limbah adalah proses oksidasi panas pada temperatur tinggi (minimal $800\text{ }^\circ\text{C}$) untuk menghancurkan komponen organik dari limbah tersebut. Persyaratan temperatur minimal untuk membakar sampah kota adalah $875\text{ }^\circ\text{C}$ dan untuk membakar komponen organik yang lebih stabil seperti dioxin, furans dan residu dari produk halogen polivinil adalah $1400\text{ }^\circ\text{C}$. Waktu tinggal material (pada temperatur tinggi) minimal 2 detik. Dari persyaratan temperatur dan waktu tinggal diatas, maka proses operasi yang paling efektif dan efisien dalam mendestruksi limbah adalah di pabrik semen. Temperatur gas pembakaran di kiln semen melebihi

persyaratan proses pembakaran limbah memakai incinerator. Gas asam hasil dari pembakaran limbah akan dinetralisasi oleh kandungan alkali raw material dalam kalsiner dan kiln. Bahan bakar alternatif tersebut dapat dimasukkan melalui beberapa tempat, yaitu : main burner-rotary kiln outlet, transition chamber rotary kiln inlet di feed chute, dan precalciner burners.

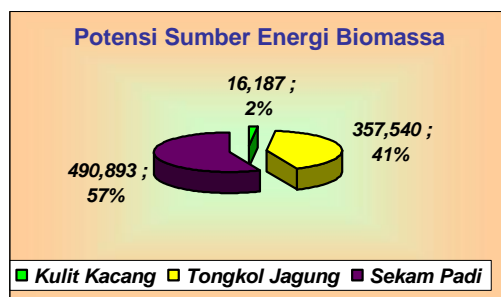
Tinjauan Co-processing Dalam CDM Project

CDM adalah mekanisme dibawah Protokol Kyoto yang dimaksudkan untuk membantu negara maju/industri memenuhi sebagian kewajibannya menurunkan emisi GRK, membantu negara berkembang dalam upaya menuju pembangunan berkelanjutan dan kontribusi terhadap pencapaian tujuan Konvensi Perubahan Iklim (UNFCCC). Pada pertemuan Bumi di Rio 1992, negara-negara menyetujui Konvensi Perubahan Iklim (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) sebagai tanggapan atas meningkatnya bukti bahwa aktifitas manusia berkontribusi pada pemanasan global. Konvensi ini berisi komitmen tidak mengikat oleh negara-negara industri bahwa mereka akan mengurangi emisi gas rumah kaca. Pada tahun 1997 di COP ketiga di Jepang, para Pihak menyetujui protokol yang mengatur target bagi negara-negara industri untuk mengurangi emisi mereka rata-rata sebesar 5 % selama masa 2008-2012, yang dikenal sebagai masa komitmen pertama. Protokol diberi nama sesuai dengan tempat bernegosiasi yaitu Kyoto. Untuk membantu mengurangi biaya pemenuhan komitmen pengurangan mereka, dirancang tiga mekanisme fleksibel berbasis pasar, yaitu : Emissions Trading (Perdagangan Emisi, ET), Joint Implementation (JI) dan Clean Development Mechanism (CDM). JI dan CDM disebut sebagai mekanisme berbasis proyek karena mereka mendanai proyek-proyek aktual; JI biasanya mendanai proyek-proyek di Eropa Timur dan bekas Uni Sovyet, sementara proyek-proyek CDM hanya berlangsung di negara berkembang yang tidak mempunyai target pengurangan emisi seperti pada Protokol Kyoto. Dengan demikian, CDM merupakan satu-satunya bagian Protokol Kyoto yang secara langsung melibatkan negara berkembang dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Dibawah Protokol Kyoto menawarkan win-win solution antara negara maju dengan negara berkembang dalam rangka pengurangan emisi gas rumah kaca, dimana negara maju menanamkan modalnya di negara berkembang dalam proyek-proyek yang dapat menghasilkan pengurangan emisi GRK, dengan imbalan CER (*Certified Emission Reductions*).

METODE & IMPLEMENTASI PROJECT

Karakteristik Limbah Biomass

Penggunaan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif ini difokuskan pada limbah biomass.



Gambar 3 : Pie Chart Mapping Limbah Biomass

Berikut data limbah biomass yang berasal dari tiga (3) Kabupaten terdekat, yaitu Kabupaten Tuban, Kabupaten Bojonegoro dan Kabupaten Lamongan. Berdasarkan survei di lapangan, menunjukkan bahwa limbah biomas sekam padi jumlahnya lebih banyak daripada limbah biomas lainnya. Jumlah sekam padi selama tahun 2007 di 3 Kabupaten adalah 490. 893 ton atau 57 %. Sisanya adalah tongkol jagung sebesar 357. 540 ton atau 41 %, dan kulit kacang sebesar sebesar 16. 187 ton atau 2 %. Ini berarti stok limbah sekam padi yang ada dilapangan masih sangat melimpah dan tidak akan mengganggu suplai material ke Semen Gresik.

Berdasarkan nilai kalornya maka 1 ton batu bara bisa disubstitusi oleh 1,6 ton sekam padi. Untuk lebih jelasnya karakteristik limbah sekam padi adalah sebagai berikut :

Tabel 1 : Karakteristik Bahan Bakar (Sekam Padi & Batu Bara)

JENIS BAHAN BAKAR	KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR									
	TM	Ash	VM	FC	Sulfur	Carbon	Hidrogen	Nitrogen	Oxygen	GHV
Sekam Padi	12,39	19,1	57,97	13,93	0,03	37,14	5,18	0,34	38,21	3271
Batu Bara	20	2,29	41	43,23	0,09	64,25	5,63	0,8	26,94	5831

EPC (Engineering, Procurement & Construction) Design

Dalam proses *engineering*, tahapan yang perlu dilakukan adalah 1). Pembuatan FS Investasi, berfungsi untuk studi kelayakan proyek, apakah secara ekonomi proyek ini memberikan keuntungan atau tidak 2). Penyusunan ECE (Engineering Cost Estimate), berfungsi untuk menghitung biaya investasi, dan 3). Penyusunan Project Schedule. Kemudian proses *procurement* adalah proses pembelian equipment dan proses jasa konstruksi.

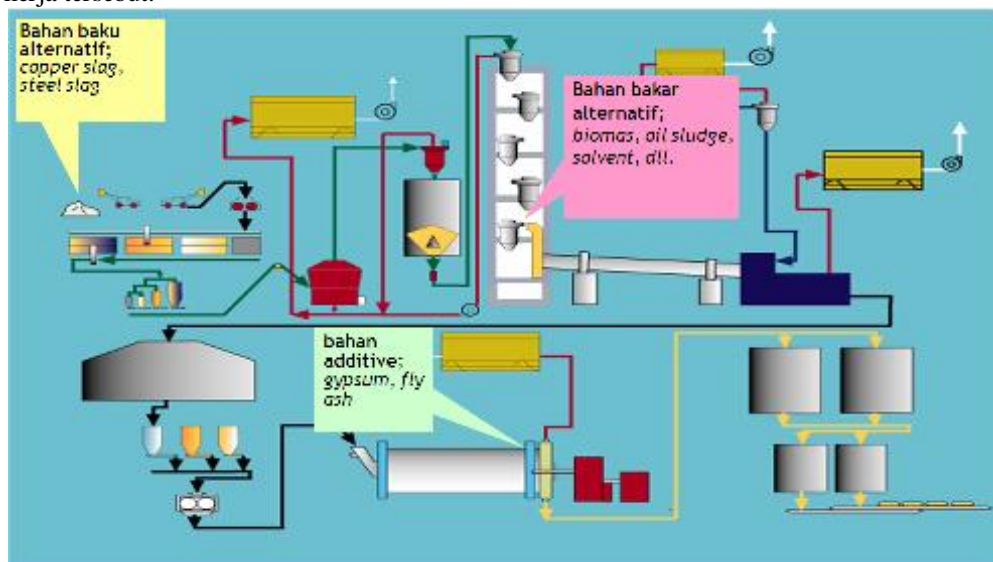
Sedangkan proses *konstruksi* adalah proses pemasangan equipment yang dibutuhkan untuk suatu proyek, sekaligus proses pengawasan selama trial & commissioning.

Equipment yang digunakan untuk proses transport bahan bakar sekam padi adalah hopper, belt conveyor, belt scale, magnetic separator dan rotary feeder.

Proses Operasi

Tahapan awal sebelum sekam padi masuk ke dalam sistem transport adalah analisa moisture (%) dan nilai kalor (kcal/kg). Analisa dilakukan oleh seksi Jaminan Mutu untuk menentukan apakah kandungan moisture dan nilai kalor sekam padi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Setelah sesuai dengan spesifikasi maka sekam padi dimasukkan kedalam *hopper* dan diterima oleh *belt conveyor*. Untuk mengantisipasi adanya logam yang terbawa maka sistem transport dilengkapi dengan *magnetic separator*. Juga dilengkapi dengan *belt scale* untuk mengetahui tonase sekam yang terbawa. Sekam padi dibawa oleh belt conveyor melewati *rotary feeder* masuk ke dalam calciner dan terbakar pada suhu 800 – 900 °C. Proses pembakaran selalu dikontrol dengan menggunakan DCS (Distributed Control System), untuk mencegah terjadinya pembakaran tidak sempurna (CO) didalam sistem. Pembakaran limbah biomassa tidak menghasilkan limbah samping (zero waste), karena ash yang dihasilkan bercampur dengan material feed menjadi clinker.

Komposisi perbandingan antara sekam padi dan batu bara harus diatur sedemikian rupa untuk mendapatkan produk semen dengan komposisi dan kualitas yang diinginkan. Dan dalam pelaksanaannya, operator kiln harus dilatih untuk mengoperasikan kiln yang menggunakan limbah biomass terutama dari sisi keselamatan dan kesehatan kerja. Prosedur start-up, shut down atau kondisi luar biasa (kiln upset) harus memuat strategi untuk memutuskan atau mengurangi masukan bahan bakar alternatif. Operator harus dilatih sehingga familiar dengan prosedur kerja tersebut.



Gambar 5 : Feeding Point Co-processing di Pabrik Semen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Awal pelaksanaan pemanfaatan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif ini masih menghadapi beberapa kendala, yaitu : 1). *Kendala pada karakteristik limbah biomass* : secara fisik, sifat limbah biomass adalah ringan, dan saling terikat antara satu dengan yang lainnya. Hal ini menyebabkan sering terjadinya kebuntuan pada saat proses feeding ke hopper dikarenakan biomass menggantung di hopper dan tidak mau turun menuju belt conveyor. 2) *Kendala pada pengendalian operasi* : Operator belum mampu secara optimal melakukan prosedur start-up, shut down atau kondisi luar biasa (kiln upset) yang memuat strategi untuk memutuskan atau mengurangi masukan bahan bakar alternatif apabila terjadi kendala di operasi kiln maupun terjadinya CO. 3). *Kendala pada pasokan limbah biomass* : ketersediaan limbah biomass dilapangan bersifat musiman, artinya pada saat musim panen maka stock limbah sangat banyak, tetapi pada saat tidak panen maka stock limbah sangat sedikit. Sehingga perlu planning yang sangat matang untuk mengantisipasi hal ini.

Dari masalah diatas, kemudian unit kerja terkait melakukan evaluasi secara komperhensif untuk menyelesaikannya secara bertahap. Sehingga pada akhirnya masalah tersebut dapat diatasi dan sampai sekarang operasi pemanfaatan limbah biomass secara bertahap ini berjalan dengan optimal.

Berikut ini adalah gambar fasilitas transport sekam padi yang telah dibangun di Semen Gresik Pabrik Tuban 3, mulai dari closed storage, hopper, hingga belt conveyor dan galerinya.



Gambar 6 : Fasilitas Transport Sekam Pabrik Tuban

Semen Gresik CDM Project

Dalam proses pelaksanaan CDM Project, ada banyak tahapan yang harus dilalui sebelum mendapatkan CER. Tahapan-tahapan yang harus dilakukan adalah : *Langkah 1* menyiapkan proyek CDM untuk validasi ; yaitu membuat dokumen rancangan proyek (PDD), persetujuan dari negara penerima proyek dan konfirmasi bahwa proyek tersebut berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan, *Langkah 2* yaitu validasi dan periode 30 hari untuk komentar publik ; validasi merupakan titik yang paling penting dimana suatu proyek akan disetujui atau ditolak. Proses validasi mencakup masa selama 30 hari untuk komentar public, yang dapat digunakan oleh stakeholder, publik dan LSM untuk menyampaikan pendapat mereka kepada validator mengenai apakah proyek tersebut memenuhi persyaratan validasi atau tidak dan dengan demikian akan memutuskan apakah proyek tersebut harus disetujui. *Langkah 3* Registrasi oleh Badan Eksekutif ; registrasi oleh Badan Eksekutif bersifat otomatis delapan minggu setelah laporan validasi diterima. *Langkah 4* yaitu verifikasi, sertifikasi dan penerbitan kredit pengurangan emisi ; verifikasi bisa berupa kegiatan kunjungan lapangan dan wawancara dengan stakeholder lokal, meskipun ini tidak bersifat wajib. Sertifikasi menjadikan kredit bisa dikeluarkan. Sertifikasi memiliki bentuk permintaan pada Badan eksekutif untuk menerbitkan kredit karbon. Proses verifikasi, sertifikasi dan pengeluaran kredit akan berlangsung di sepanjang periode selama proyek mengklaim kredit.

KESIMPULAN

1. Pemanfaatan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif /co-processing memiliki multifungsi yaitu :
 - a. Melaksanakan program konversi energi dengan cara memanfaatkan limbah industri sebagai bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil sehingga dapat menekan biaya bahan bakar yang diperlukan pada proses industri dan dapat menghemat cadangan sumber energi non renewable.
 - b. Menurunkan kadar emisi di udara dengan cara mengolah limbah industri di sistem peralatan yang tepat dan efisien yaitu di sistem kiln semen.
 - c. Mentaati regulasi (*legal requirement*) yang berlaku dari pemerintah.
 - Protokol Kyoto (Clean Development mechanism) yang telah diratifikasi Pemerintah Republik Indonesia.
 - Peraturan Perundang-undangan tentang Kebijakan Energi Nasional dan Penghematan Energi.
 - d. Mendukung usaha-usaha dalam rangka "Pembangunan Berkelanjutan".
2. Dalam implementasi co-processing yaitu pemanfaatan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :
 - a. Sebelum proyek berjalan maka harus mengetahui ketersediaan limbah biomass dilapangan dengan cara melakukan mapping ke daerah terdekat dengan pabrik.
 - b. Mendesain peralatan fasilitas transport yang sesuai dengan karakteristik limbah biomass yang akan digunakan.

- c. Melakukan pengendalian operasi secara benar dengan cara operator diikutkan dalam training dan studi banding ke perusahaan yang sudah berpengalaman.
3. Secara bersamaan pemanfaatan limbah biomass sebagai bahan bakar alternatif ini didaftarkan sebagai CDM Project (Clean Development Mechanism) yang kemudian akan mendapatkan Certified Emission Reduction (CER) dari UNFCCC. Hal ini dikarenakan co-processing dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan pada saat proses pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

Chuck Daye, 2001. *Waste Co-processing in Cement Kiln*. Geocycle. Holcim Group.

CSI, 2005. *Guidelines for the Selection and Use of Fuels and Raw Materials in the Cement Manufacturing Process- Fuels and Raw Materials*. Cement Sustainability Initiative (CSI) Draft December 2005.

Deukekelaere, anne and Tom Lowes. 2007. *Co Processing of AFR in Holcim and its Enhancement with CFD*. Holcim.

Dinas Pertanian Dan Kehutanan Kabupaten Lamongan. 2008. *Mapping Limbah Pertanian di Kabupaten lamongan*. Jawa Timur.

Dinas Pertanian Kabupaten Bojonegoro. 2008. *Mapping Limbah pertanian di Kabupaten Bojonegoro*. Jawa Timur.

Ichihara, Jun. 2005. *Integrated Capacity Strengthening for thr Clean Development Mechanism and Joint Implementation (ICS-CDM/JI)*. Institute for Global Environmental Strategis (IGES).

Kantor Informasi Penyuluhan Pertanian Dan Kehutanan (KIPPK) Kabupaten Tuban. 2008. *Kegiatan Pendampingan Survey Resource Limbah Pertanian di Kabupaten Tuban*. Jawa Timur.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2008 *Pedoman Pemanfaatan Limbah B3 Dalam Kegiatan Co-processing di Industri Semen*. Jakarta.

Murdiyarto, Daniel. 2007. *Gambaran Umum Mengenai UNFCCC, Kyoto Protokol dan Clean Development Mechanism (CDM)*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

The GTZ-Holcim Public Private Partnership. 2006. *Guidelines on Co-processing Waste Materials in cement Production*.

Yayasan pelangi Indonesia. *Peta Perundingan Perubahan Iklim di Bali*. www.pelangi.or.id