

SEMINAR NASIONAL 2006

KREATIVITAS MESIN BRAWIJAYA 2006

*"Peranan Riset dan Teknologi pada Industri Manufaktur
dalam Rangka Penyediaan Energi Alternatif"*



*Widyaloka Convention Hall Brawijaya University
Malang East Java, September 13th 2006*



KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET SAMPAH KOTA-ARANG KAYU : EFEK LAJU ALIRAN UDARA DAN BENTUK BRIKET

Dwi Aries Himawanto¹⁾, Dedet Hermawan Setiabudi²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin FT UNS
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
e-mail : dwi_ah@yahoo.com

²⁾ Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Yogyakarta

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan dilatarbelakangi satu kenyataan bahwa harga bahan bakar khususnya minyak semakin mahal sehingga banyak konsumen beralih ke arang kayu sebagai bahan bakar, namun demikian harga arang kayu juga merambat naik. Di sisi lain sampah kota semakin menjadi permasalahan yang semakin rumit untuk dipecahkan padahal sampah kota sebenarnya merupakan sumber energi, dengan mengelaborasi kedua hal tersebut maka dibuatlah briket arang dan sampah kota.

Penelitian diawali dengan pembuatan briket, dimana kedua bahan baku dihancurkan sampai ukuran 100 mesh dan kemudian ditekan pada tekanan 250 kg/cm².

Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar laju aliran udara akan memberikan efek yang cukup signifikan terhadap emisi CO yang dimunculkan namun kurang memberikan efek yang signifikan terhadap temperatur hasil pembakaran, sementara itu bentuk briket tidak begitu berpengaruh secara signifikan.

Kata kunci ; arang, sampah kota, briket, aliran udara, bentuk

PENDAHULUAN

Saat ini, dimana harga bahan bakar minyak mulai dikurangi subsidiya banyak masyarakat kurang mampu yang sumber bahan bakar utama untuk memasak berganti dari bahan bakar minyak, dalam hal ini minyak tanah, menjadi arang kayu, dengan pertimbangan murah dan mudah didapat. Namun disisi lain, harga kayu sudah mulai merangkak naik, hal ini akan berakibat pada harga jual ke konsumen pun akan semakin naik pula dan untuk mendapatkan kayu pun untuk dibeberapa kota besar kian sulit. Di sisi lain, di kota-kota besar, permasalahan sampah kota menjadi masalah yang kian krusial dan menjadi isu utama lingkungan karena semakin tak tertangani dengan baik, padahal sampah kota sebenarnya merupakan sumber energi alternatif yang selama kurang mendapat perhatian, sampah kota selama ini dibakar di incinerator dengan satu konsekuensi adanya polutan berupa dioxin. Melihat kondisi diatas, terlihat adanya peluang untuk mereduksi permasalahan diatas yaitu dengan memperkenalkan satu bahan bakar alternatif buatan yaitu briket yang terbuat dari campuran arang kayu, sampah kota, dan bahan pengikat polutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembakaran biomass selama ini diantaranya dilakukan oleh beberapa peneliti berikut ini dibawah ini

Pemanfaatan *biomass* sebagai bahan bakar di Indonesia ternyata masih sangat kecil bila dibandingkan dengan negara lain. Riset menunjukkan, pada tahun 1987, pemanfaatan sekam padi sebagai bahan bakar ternyata kurang dari 10 %, sedangkan di India pemanfaatan sekam padi menjadi bahan bakar mencapai 40 % pada tahun 1980 (Werther, 2000).

Huff (1980) meneliti mengenai pengaruh ukuran, bentuk, densitas, kadar air dan temperatur dinding tungku terhadap waktu pembakaran kayu. Ukuran bahan bakar dan temperatur dinding tungku memberikan pengaruh terbesar terhadap waktu pembakaran. Kadar air memberikan pengaruh yang lebih kecil dan temperatur udara tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada waktu pembakaran total.

Sedangkan karakter pembakaran limbah pertanian pernah diteliti oleh Werther (2000), yang menyatakan antara lain, limbah pertanian banyak sekali mengandung *volatile* sehingga menyebabkan pembakaran dimulai pada temperatur rendah, disamping itu konsentrasi polutan tertinggi yaitu abu,

dan sangat penting untuk menganalisa komposisi abu karena sangat mempengaruhi proses pembakaran itu sendiri. Butiran *biomass* yang kecil dan kering memberikan penyalaan yang mudah. Dan apabila limbah pertanian dibakar bersama-sama dengan batu bara, maka tidak ada efek negatif yang muncul, terutama dari segi emisi polutan.

Naruse dkk. (1999) melakukan penelitian mengenai karakteristik pembakaran *biomass* yang berasal dari limbah jagung. Didapatkan bahwa karakteristik pembakaran *biomass* tergantung dari komposisi *biomass* semisal *lignin* dan *selulose*, disamping itu juga didapatkan bahwa *biomass* dapat memperbaiki proses penyalaan dan pembakaran batu bara, selain itu dalam pembakaran antar batu bara dan *biomass* ini didapatkan bahwa partikulat dari *biomass* akan ditangkap oleh abu dari batu bara selama proses pembakaran.

Penelitian mengenai pembakaran antara jerami dan batu bara diteliti oleh Pedersen dkk. (1996) yang dalam risetnya menghasilkan kesimpulan bahwa dengan pembakaran antara batu bara Kanada, emisi NO dan SO₂ dapat direduksi bila dibandingkan dengan pembakaran batu bara saja, juga

didapatkan hasil terjadi penurunan kadar asap dan abu.

Sedangkan Antolin (1995) melakukan penelitian tentang pembakaran limbah kopi, mendapatkan bahwa pembakaran limbah kopi menghasilkan kadar sulfur yang rendah, selain itu keringnya kandungan campuran awal dari limbah kopi akan menguntungkan karena naiknya nilai kalor. Dan juga dari penelitian ini didapatkan satu kesimpulan bahwa pengeringan merupakan hal yang sangat penting dalam menyiapkan limbah kopi menjadi bahan bakar.

Naruse dkk. (1999) melakukan penelitian mengenai perilaku pembakaran dan kontrol emisi pada pembakaran biobriket, dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa biobriket memiliki temperatur penyalaan yang lebih rendah dan waktu pembakaran yang lebih singkat dari pada batu bara normal dan juga didapatkan hasil dari pengujian pada tungku api biasa bahwa dari pembakaran biobriket, emisi partikulat yang dihasilkan rendah.

Davidson (1999), menyatakan bahwa pembakaran *biomass* akan dapat memperbaiki performa pembakaran dan mengontrol emisi NO_x karena *biomass* banyak mengandung *volatile matter*

termasuk juga jenis *N-volatile* sebagai contoh NH_3 .

Dujambi (1999) meneliti laju pembakaran briket batu bara produksi PT. Bukit Asam dengan variasi parameter yang mempengaruhi pembakaran, seperti ukuran briket, laju aliran udara, temperatur dinding tungku dan temperatur *preheat*. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa laju pembakaran naik jika laju aliran udara naik tetapi terdapat suatu kondisi optimum dimana laju pembakaran menurun dengan kenaikan lebih lanjut dari laju aliran udara, karena pengaruh dari pendinginan yang terjadi secara konveksi. Laju pembakaran naik dengan naiknya temperatur udara, tetapi kenaikan ini tidak sebesar karena pengaruh dari laju aliran udara. Laju pembakaran naik jika temperatur dinding tungku naik dan semakin besar ukuran partikel akan menyebabkan laju pembakaran berkurang.

Sedangkan beberapa penelitian mengenai pembakaran sampah kota seperti dipaparkan berikut dibawah ini. Kiran dkk. (2000) melakukan penelitian tentang pengolahan sampah plastik melalui pyrolisis menyatakan bahwa dengan cara pirolisis, sampah polyethylene menghasilkan lebih banyak gas dibanding dengan hasil

pirolisis polystyrene, sedangkan produk monoaromatik yang bernilai ekonomis lebih banyak ditemui pada pirolisis polystyrene yang dapat menghasilkan 63 % minyak.

Slapak dkk. (2000) dalam penelitiannya mengenai proses gasifikasi sampah PVC mengemukakan bahwa biaya gasifikasi sampah PVC lebih murah bila dibandingkan dengan proses pembakaran konvensional didalam incinerator namun akan mengandung konsekuensi tingginya limbah Ca Cl_2 yang dihasilkan.

Boavida dkk. (2002) dalam penelitiannya mengenai pembakaran batu bara dengan limbah kertas dan plastik yang tak mampu daur ulang di dalam Fluidized Bed Reactor, menjelaskan bahwa karakter pembakaran campuran batu bara dan sampah kertas dan plastik tergantung pada pengolahan sampah itu sendiri, juga didapatkan hasil bahwa proses pembakaran campuran tersebut bagus. Sedangkan udara berlebih dan temperatur pembakaran merupakan parameter penting dalam pembakaran. Sedangkan penambahan limestone akan menurunkan kadar emisi SO_2 dan juga emisi logam berat tidak ada perbedaan apabila dibandingkan dengan pembakaran batu bara tunggal.

Li Xiaodong dkk. (1999) dalam penelitiannya mengenai pembakaran bersama Municipal Solid Waste (MSW, sampah kota) dengan batu bara dalam Fluidized Bed Reactor menyatakan bahwa pembakaran bersama antara batu bara dan sampah kota berlangsung efektif dan prosesnya stedy dan juga didapatkan emisi polutan yang rendah. Amorini dkk. (2002) yang melakukan penelitian mengenai pembakaran antara batu bara dan sampah kota yang telah diolah guna mendapatkan listrik menjelaskan bahwa pembakaran bersama tersebut memiliki operasional tinggi dan menaikkan efisiensi proses pembakaran itu sendiri.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang diuji dalam penelitian ini adalah sampah kota yang telah berada di tempat pembuangan akhir (TPA). Sampah kota yang diambil merupakan sampah kota yang telah melewati penyortiran oleh pemulung. Sampah kota adalah sampah organik yang akan diujikan diambil secara acak. Sedangkan arang yang akan digunakan adalah arang yang banak dijual di pasar tradisional.

Cara menyiapkan bahan uji

Setelah pengumpulan sampah, selanjutnya sampah kota tersebut dikeringkan di bawah sinar matahari selama kurang lebih dua hari untuk mengurangi kadar air agar mempermudah untuk proses penghalusan hingga ukuran butir sebesar 40 mesh. Proses penghancuran untuk sampah organik menggunakan alat penggiling daging, sehingga sebelum sampah digiling, maka bentuk sampah tersebut harus disesuaikan terhadap sifat gilingan yang digunakan. Hal yang sama juga dilakukan untuk sampel arang namun tidak melalui proses pengeringan.

Bahan uji sampah kota dan arang kayu secara telah terpisah, selanjutnya dapat dilakukan pengujian analisa proksimasi dan ultimasi. Pengujian analisa proksimasi dilakukan di Laboratorium Energi Kayu Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta dan untuk pengujian ultimasi dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi PAU UGM.

Untuk pembriketan sampah kota digunakan bahan pengikat dari teung kanji sebesar 10 % berat bahan dasar, untuk dicetak berupa silinder dengan diameter 2,8 cm dan kotak dengan sisi 2,8 cm kemudian dipres dengan tekanan 250 Kg/cm² dengan membuat beberapa

sampel dengan komposisi 60 % sampah organik 40 % arang dengan variasi penelitian bentuk briket (silinder dan kotak) dan jumlah aliran udara. Berat briket yang dibuat untuk uji karakteristik pembakaran sebesar 9 gram.

Peralatan Penelitian

Alat pembriketan

Untuk membriket bahan uji sampah kota yang telah menjadi serbuk menggunakan alat pres yang terdiri dari rangka, dongkrak hidrolik 5 ton, *pressure gauge*, dan alat cetak (pipa silinder dan plunger serta bentuk kotak).

Alat uji pembakaran

Alat uji yang digunakan dalam pengambilan data uji pembakaran yaitu diantaranya ; peralatan pembakar (tungku elektrik) yang dapat digunakan untuk proses pemanasan briket, *Digital Balancing* (timbangan digital), *Thermocouple* tipe K yang dihubungkan pada *Digital Thermocouple Reader* untuk pembacaan, *Stopwatch*, CO-meter (*single gas analyzer*). Pada saluran masuk udara diberikan sebuah fan yang dapat menyuplai aliran udara masuk. Sebelum udara masuk ke dalam tungku oleh fan, dipasang sebuah katup pengatur (besar atau kecil) kecepatan

aliran udara yang akan masuk. Kecepatan aliran udara yang masuk ke ruang bakar, dapat diukur nilai dengan menggunakan *Anemometer Digital* pada sisi masukan ruang bakar.

Prosedur Penelitian Uji Karakteristik Pembakaran

Adapun Prosedur penelitian atau cara pengambilan data uji karakteristik pembakaran ini adalah sebagai berikut :

- Menghidupkan tungku dan menyeting temperatur ruang bakar pada suhu konstan sebesar 250°C .
- Membuka katup saluran udara masuk ke ruang bakar.
- Memasang cawan yang berada pada ruang bakar dengan kawat untuk dihubungkan dengan timbangan digital yang telah diposisikan horizontal untuk mengukur laju pengurangan massa briket saat uji pembakaran.
- Menyeting timbangan digital pada posisi nol pada keadaan cawan tanpa benda uji (briket).
- Memasukkan benda uji ke dalam cawan pada ruang bakar sehingga terukur massa awal benda uji oleh timbangan digital.
- Menempatkan termokopel yang telah terhubung dengan satu unit *Thermocouple Reader* pada benda

- uji pada posisi di sisi samping briket.
- g. Mengukur temperatur udara yang akan masuk keruang bakar pada sisi masukan saluran udara.
- h. Menghidupkan *Thermocouple Reader* sehingga akan terbaca suhu awal briket di dalam ruang bakar.
- i. Mencatat pengurangan massa, temperatur pada benda uji setiap satu menit.
- j. Pengambilan data diambil hingga massa briket yang terbakar tidak mengalami pengurangan massa lagi selama beberapa menit (konstan), karena pada saat ini proses pembakaran telah berakhir dan massa akhir yang terbentuk adalah massa abu yang merupakan sisa proses pembakaran benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat-Sifat Bahan Baku Penelitian

Tabel 1. Analisa sifat dasar bahan baku penelitian

Jenis uji	Sifat-sifat	100 % sampah organik	Arang Kayu
Analisa	Kadar Air (%)	12,628	12,950
	<i>Volatile Matter</i> (%)	67,474	15,327
Proksimasi	<i>Fixed Carbon</i> (%)	5,816	52,902
	Kadar Abu (%)	14,082	12,821
Analisa Ultimasi	Nilai Kalor (Kal/g)	3533,293	9107,31

Dari hasil uji proksimasi diatas terlihat bahwa perbedaan mencolok antara sampah kota 100 % organik dengan arang kayu adalah terletak pada kandungan *volatile matter* dan kandungan *fixed carbon*, dimana arang kayu memiliki kandungan *fixed carbon* yang jauh lebih besar dengan *volatile matter* yang lebih rendah. Hal tersebut dapat dimaklumi karena arang kayu merupakan hasil proses karbonisasi biomass (dalam hal ini kayu) sehingga kandungan *volatile matter* nya tereduksi, konsekuensi dari hal tersebut adalah nilai kalor yang dimiliki oleh arang kayu akan lebih besar seperti terlihat pada analisa ultimasi. Berdasarkan hal tersebutlah, maka dalam penelitian ini komposisi briket

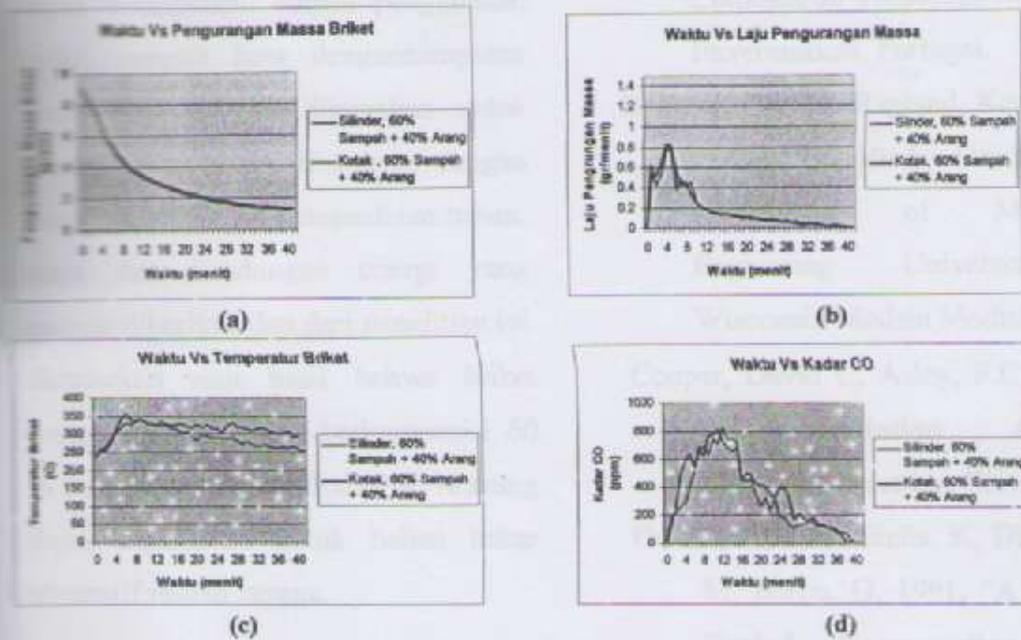
yang dibuat adalah 60 % sampah kota organik dan 40 % arang guna mendapatkan optimasi antara besarnya energi yang dihasilkan selama pembakaran dan biaya bahan baku yang murah

Pengaruh Bentuk Briket Terhadap Karakteristik Pembakaran

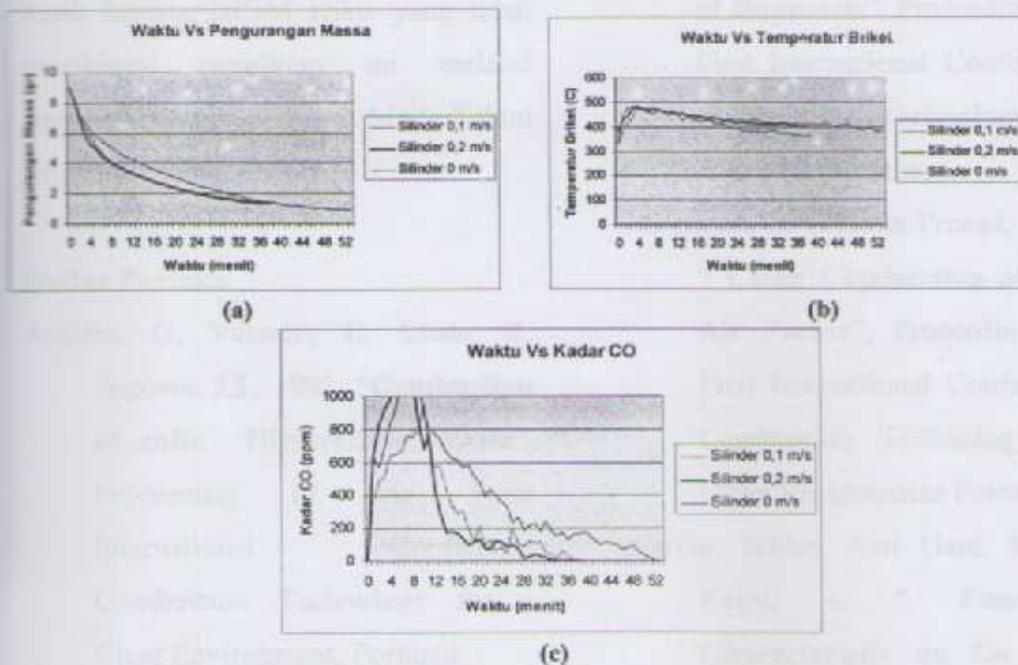
Pengaruh bentuk briket terhadap karakteristik pembakaran briket 60 % sampah kota- 40 % arang kayu dapat dilihat pada gambar 1 dibawah, dari gambar tersebut terlihat bahwa bentuk briket hanya memberikan pengaruh signifikan pada temperatur hasil pembakaran briket, dimana bentuk kotak akan memberikan temperatur pembakaran yang lebih tinggi, hal ini dipengaruhi oleh luasan kontak dengan udara yang lebih luas bila dibandingkan dengan bentuk silinder dan dari hasil tersebut dapat dilihat untuk pemakaian dengan jumlah aliran udara terbatas seperti untuk penggunaan di rumah tangga, maka bentuk briket kotak akan lebih tepat karena akan memberikan temperatur pembakaran yang tinggi dengan kecepatan pembakaran yang relatif baik dan polusi CO yang cukup rendah

Pengaruh Besarnya Aliran Terhadap Karakteristik Pembakaran

Pengaruh besarnya aliran udara yang mengalir terhadap karakteristik pembakaran dapat dilihat pada gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa dengan adanya penambahan aliran udara maka proses pembakaran akan berjalan lebih cepat dengan ditunjukkan dengan pengurangan massa yang lebih cepat, mengurangi kadar CO yang terjadi namun tidak memberikan efek yang signifikan terhadap temperatur pembakaran yang dihasilkan, hal ini menunjukkan bahwa penambahan suplai udara akan memenuhi kebutuhan oksigen untuk pembakaran sehingga terjadi pembakaran sempurna yang ditunjukkan adanya reduksi emisi CO.



Gambar 1. Karakteristik Pembakaran Briket Sampah Kota Arang Akibat Variasi Bentuk Briket



Gambar 2. Karakteristik Pembakaran Briket Sampah Kota Arang Akibat Variasi Aliran Udara

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa penggunaan briket sampah kota dengan campuran arang akan mampu digunakan untuk bahan bakar alternatif rakyat dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan, biaya dan kandungan energi yang mampu diberikan dan dari penelitian ini didapatkan satu hasil bahwa briket dengan bentuk kotak berkomposisi 60 % sampah kota organik dan 40 % arang dapat digunakan untuk bahan bakar alternatif rumah tangga.

Ucapan Terima Kasih

Tim penelitian mengucapkan terima kasih kepada DP3M Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui program Penelitian Dosen Muda Tahun Anggaran 2006.

Daftar Pustaka

Antolin, G, Velasco, E, Irusta, R, Segovio, J.J., 1991, "**Combustion of coffee Higiorelluse Waste**", Proceeding of the Forst International Conference Combustion Technology for a Clear Environment, Portugal

Araujo, L, Campos, J, Portugal, A, 1991, "**Gasification of Pine and Cork Suspensions in a Cyclone**

Reactor", Proceeding of the First International Conference on Combustion Technology for a Clear Environment, Portugal.

Borman, Gary L, Ragland, Kenneth W, 1986, "**Applied Combustion**" Department of Mechanical Engineering University of Wisconsin Modsin Modision, WI

Cooper, David C, Asley, F.C. 1996, "**Air Pollution Control**", Waveland press inc, Illionis.

De Ruyck, J, Monialis, K, Distelmans, M, Baron, G, 1991, "**A Biomass Fueled Cogeneration Plant Based on an Evaporative Gas Turbine Cycle at the University of Bunussels**", Proceedings of the First International Conference on Combustion Technology for a Clean Environment.

Moerman, E. Krishna Prosad, K, 1991, "**Clean Combustion an Excess Air Factor**", Proceeding of the First International Conference on Combustion Technology for a Clean Environment Portugal.

Naruse, Ichiro, Asri Gani, Morishita, Keiju, -, "**Fundamental Characteristic on Co of Low Rank Coal with Biomass**" Departement of Engineering University of Technology

Tempaku Cho, Toyohoshi, Jepang
(down load dari internet)

- Naruse, Ichura, Hu, Guoging, Kim, Heejoon, Yuan, Jianuei, 1999, "**Combustion Behaviour and Emission Control in Bioriquette Combustion,**" Proceeding of International Conference on Mechanical Engineering Tanzania.
- Pedersen, Yars Storm, Nilsen, Hanne Philbert, Kitt Zaren, 1996, "**Full Scale Co Firing of Straw and Coal**", Fuel, Vol 75 No. 13 pp 1584-1590.
- Werther, J, Saenger, M, Hartge, E, Ogada, T, Siagi, Z, 2000, "**Combustion of Agricultural Residues**", Progress in Energy and Combustion Science, 26 (2000) pp 1-27.