

PENGARUH PENAMBAHAN BIJI JARAK DALAM BRIKET CAMPURAN BATUBARA PERINGKAT RENDAH DAN CANGKANG SAWIT (BIO-BRIKET) TERHADAP LAJU PEMBAKARANNYA

Mahidin

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syekh Abdul Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111

Email: mahidin@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar pendamping, disamping untuk mereduksi emisi gas yang dihasilkan selama proses pembakaran, juga ditujukan untuk mempermudah penyulutan awal batubara. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengamati pengaruh kandungan perekat dan rasio bahan bakar terhadap laju pembakaran bio-briket yang dibuat dengan mencampurkan batubara peringkat rendah dan cangkang sawit. Perekat yang digunakan dalam riset ini adalah biji jarak pagar. Kandungan perekat dalam bio-briket adalah (% berat) 25, 20, 15, 10, dan 5. Rasio batubara terhadap cangkang sawit adalah (dalam berat) 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50. Laju pembakaran didefinisikan sebagai *combustion weight-loss ratio* (CWR). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perubahan kandungan perekat (biji jarak) tidak memberikan efek yang signifikan terhadap laju pembakaran, tetapi rasio bahan bakar memperlihatkan pengaruh yang lebih signifikan dimana laju pembakaran meningkat dengan meningkatnya jumlah cangkang sawit dalam bio-briket.

Kata kunci: batubara peringkat rendah, cangkang sawit, bio-briket, biji jarak, *combustion weight-loss ratio*

ABSTRACT

*Use of biomass as a co-fuel in coal combustion, besides to reduce the gas emission released during the combustion process, is also addressed to improve the initial ignition of coal. The objective of this study is to observe the influence of fuel ratio and binding agent content on the combustion rate of bio-briquette that produced by mixing the low rank coal and biomass (palm shell). *Jatropha curcas* seed was used as binding agent in this research. The contents of binding agent in bio-briquette were (weight %) 25, 20, 15, 10, and 5. Ratios of coal to palm shell were (in weigh) 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50. Combustion rate is defined as combustion weight-loss ratio (CWR). The results show that changes of binder content (*jatropha* seed) do not provide a significant effect on combustion rate, however the fuel ratio presents a more significant effect; in which the combustion rate increase with increase of palm shell content in briquette.*

Keywords: low rank coal, palm shell, bio-briquette, *jatropha curcas* seed, combustion weight-loss ratio

PENDAHULUAN

Dalam rangka mencari solusi terhadap krisis energi yang dialami bangsa Indonesia, pemanfaatan biomassa sebagai energi alternatif perlu terus ditingkatkan. Sumber energi alternatif tersebut dapat digunakan secara tersendiri atau digabung dengan bahan bakar fosil. Pencampuran bahan bakar non-fosil dengan bahan fosil disamping bertujuan untuk diversifikasi energi juga bertujuan memperpanjang umur bahan bakar fosil.

Total cadangan batubara yang dimiliki Indonesia kurang lebih 38,9 miliar ton. Pulau Sumatra memiliki 45,6% (17,7 miliar ton) dari total cadangan Indonesia, sedangkan Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) mempunyai cadangan 1,69 miliar ton dan selebihnya terdapat di Kalimantan, Sulawesi, Papua Barat, dan Jawa. Lebih dari 85% cadangan batubara tersebut berkualitas rendah. Disamping itu, Indonesia juga merupakan negara agraris yang sebagian

besar komoditi unggulannya berasal dari sektor pertanian dan perkebunan. Aktifitas ekonomi di sektor ini akan menghasilkan limbah baik padat maupun cair sebagai hasil sampingnya. Limbah padat pertanian dan perkebunan (biomassa) akan sangat berguna apabila dimanfaatkan kembali dan mempunyai nilai jual. Alasan pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi karena dapat diperbaharui. Selain itu, keuntungan penggunaan biomassa sebagai pengganti bahan bakar fosil adalah dapat mengurangi emisi gas buang terutama sekali CO₂ karena biomassa dikategorikan sebagai *carbon-neutral fuel*.

Di sisi lain, potensi biomassa di Indonesia sangat melimpah, kira-kira setara dengan 49,81 GW [Priambodo, 2006]. Limbah biomassa dari aktifitas pertanian dan perkebunan jika tidak dimanfaatkan juga berpotensi sebagai sumber pencemaran lingkungan karena saat pelapukan akan melepaskan gas CH₄ yang dikenal sebagai salah satu gas rumah kaca (GRK). Salah satu jalan untuk mengatasi masalah energi dan lingkungan adalah dengan memanfaatkan biomassa tersebut sebagai sumber bahan bakar alternatif.

Pembakaran campuran batubara peringkat rendah dan biomassa telah banyak dilakukan di

berbagai negara. Biomassa yang digunakan pun sangat beragam mulai dari limbah kayu, jerami, sekam padi, ampas tebu, lumpur kering, limbah padat kota, limbah industri minuman/makanan, dan lain-lain sebagaimana dilaporkan Hughes dan Tillman (1998). Penelitian laboratorium pembakaran campuran batubara peringkat rendah dan biomassa antara lain dapat dilihat dalam Martin dkk (2005) dan Skodras dkk (2002). Martin dkk (2005) melakukan kajian terhadap campuran lignit dan *chip* pinus. Percobaan yang sama juga dilakukan oleh Skodras dkk (2002) yang mencampur lignit dengan limbah kayu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh komposisi batubara, biomassa dan perekat pada pembuatan bio-briket terhadap karakteristik pembakarannya dan tingkat kekerasan bio-briket yang dihasilkan.

Batubara yang digunakan pada penelitian ini adalah batubara Aceh yang karakteristiknya ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan karakteristik biomassa (cangkang sawit) dan perekat (biji jarak) diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data analisa batubara Aceh

Parameter	Unit (adb) ^(a)	Nilai	Parameter	Unit (adb) ^(a)	Nilai
<i>Proximate</i>			<i>Ultimate</i>		
<i>Moisture</i>	%	5,83	<i>Carbon</i>	%	60,65
<i>Ash</i>	%	5,40	<i>Hydrogen</i>	%	5,75
<i>Volatile Matter</i>	%	46,00	<i>Nitrogen</i>	%	0,48
<i>Fixed Carbon</i>	%	42,77	<i>Total Sulfur</i>	%	0,38
<i>Calorific Value</i>	kkal/kg	5904	<i>Oxygen</i>	%	27,34

Sumber: Mahidin dkk, 2009; ^(a)adb = *air dried base*

Tabel 2. Data analisa cangkang sawit dan biji jarak

Parameter	Unit (adb)	Cangkang sawit ^(a)	Biji jarak ^(b)
<i>Proximate</i>			
<i>Moisture</i>	%	4,30	5,98
<i>Ash</i>	%	2,63	4,16
<i>Volatile Matter</i>	%	73,65	75,62
<i>Fixed Carbon</i>	%	19,42	14,24
<i>Ultimate</i>			
<i>Carbon</i>	%	29,32	56,39
<i>Hydrogen</i>	%	5,88	7,99

<i>Nitrogen</i>	%	0,30	2,81
<i>Total Sulfur</i>	%	0,13	0,21
<i>Oxygen</i>	%	61,74	28,44
<i>Calorific Value</i>	kkal/kg	4865	5864

Sumber: ^(a)Mahidin dkk, 2009; ^(b)Gani dkk, 2010

Dari data Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa perbedaan nilai bakar, *fixed carbon*, *volatile matter*, abu dan *total sulfur* antara batubara dan cangkang sawit sangat signifikan. Rendahnya kandungan abu dan sulfur dalam cangkang sawit akan mengurangi pencemaran partikulat dan emisi gas buang terhadap lingkungan, sementara tingginya *volatile matter* akan memberikan keuntungan pada proses penyulutan awal dan pemadaman akhir briket. Lebih lanjut, proses penyulutan awal juga diharapkan akan terbantu dengan penambahan biji sebagai perekat, dimana kandungan *volatile*-nya juga tinggi.

BAHAN DAN METODE

Batubara yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kaway XVI Kabupaten Aceh Barat, sedangkan cangkang sawit berasal dari pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) PT. Perkebunan Negara I Aceh Tamiang. Biji jarak yang digunakan merupakan jenis jarak pagar. Ukuran partikel batubara, cangkang sawit dan biji jarak (perekat) adalah -60+pan mesh. Tekanan pengepresan pada pencetakan briket adalah 2 ton/cm², temperatur dan waktu pembakaran masing-masing ditetapkan pada 500°C dan 75 menit. Persentase perekat dalam bio-briket campuran batubara dan cangkang sawit adalah (% berat) 5, 10, 15, 20 dan 25. Rasio batubara terhadap cangkang sawit yang dipilih adalah sebagai berikut (berat/berat): 90:10; 80:20; 70:30; 60:40 dan 50:50.

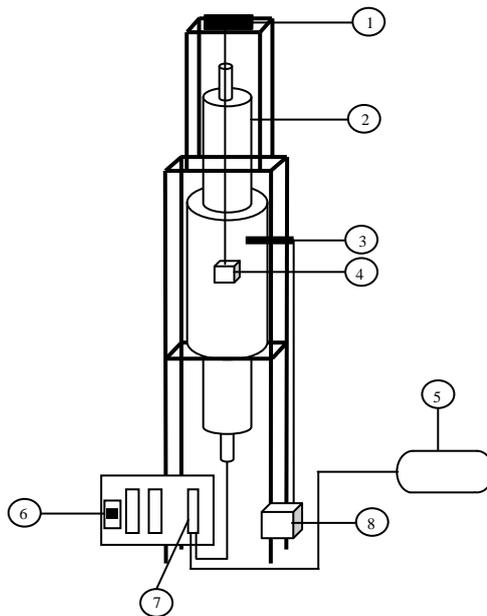
Laju pembakaran diuji di Laboratorium Pembakaran Teknik Mesin Unsyiah. Alat yang digunakan untuk pembakaran adalah tungku pipa yang dialiri panas yang berasal dari elemen pemanas listrik dan media pembakar yang digunakan adalah udara ambien. Temperatur kerjanya adalah 500°C. Di dalam tungku terdapat termokopel yang berada tepat di bawah gantungan sampel. Termokopel terhubung dengan alat pencacah digital untuk mengukur temperatur disekitar sampel. Di atas tungku terdapat timbangan yang terhubung dengan gantungan sampel untuk mengukur penurunan massa sampel sebagai fungsi waktu *t* menit selama pembakaran berlangsung. Sampel yang telah dimasukkan dalam tungku listrik dipanaskan sampai temperatur 500°C dengan laju alir udara sekitar 10 liter/menit. Pengukuran penurunan massa sampel dilakukan setiap 5 menit. Selengkapnya alat uji pembakaran ditunjukkan pada Gambar 1. Rasio kehilangan massa pembakaran (*combustion weight-loss ratio*, *CWR*) dihitung sebagai:

$$CWR = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100\%$$

dimana:

W_o = berat briket awal (gr)

W_t = berat briket pada setiap waktu *t* menit (gr)



Keterangan

- 1. Timbangan digital
- 2. Dapur pipa
- 3. Termokopel
- 4. Sampel
- 5. Kompresor
- 6. Sekering
- 7. Flow meter
- 8. Pengontrol temperatur

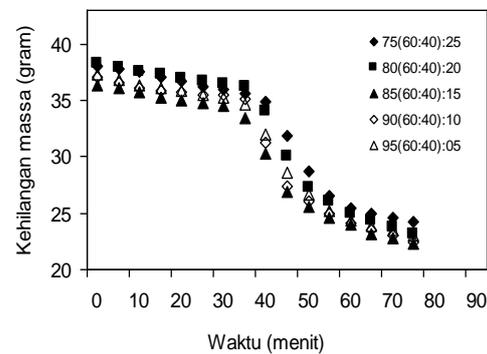
Gambar 1. Alat uji pembakaran briket

HASIL DAN PEMBAHASAN

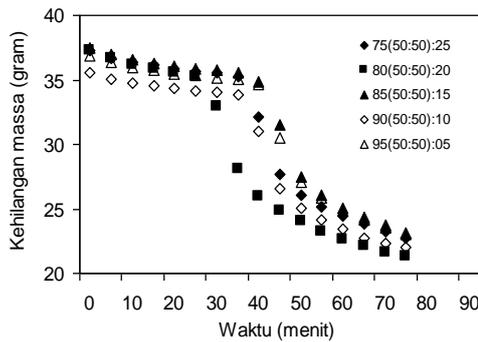
Pada penelitian ini dipelajari pengaruh kandungan perekat dan rasio bahan bakar terhadap laju pembakaran bio-briquet yang dinyatakan sebagai rasio kehilangan massa pembakaran (*combustion weight-loss ratio, CWR*). Uji pembakaran ini dilakukan dengan mengamati laju kehilangan massa briquet sebagai fungsi perubahan waktu. Studi ini dimaksudkan untuk mendapatkan komposisi bio-briquet yang baik, mengingat kebanyakan produk bio-briquet memiliki keterbatasan dalam hal penyulutan awal dan pemadaman akhir yang berimplikasi pada kenyamanan pemakai. Keterbatasan ini membuat briquet tidak begitu populer dikalangan industri kecil atau rumah tangga.

Hasil pengamatan secara umum dapat dikatakan bahwa profil kehilangan massa pada studi ini sudah mengikuti *pattern* hasil-hasil penelitian sebelumnya yang sudah dipublikasi oleh banyak peneliti (Crelling dkk, 1992; Gani dkk, 2010; Ma dkk, 1989; Mahidin dkk, 2003 dan 2009). Gambar 2 dan 3 berikut

memperlihatkan profil kehilangan massa pada rasio batubara-cangkang 60:40 dan 50:50. Terlihat bahwa profil dapat dibagi dalam 3 (tiga) bagian: pengeringan dan pembakaran *volatile*, pembakaran *char* dan pemadaman. Untuk rasio batubara-cangkang yang lain, profilnya mirip.

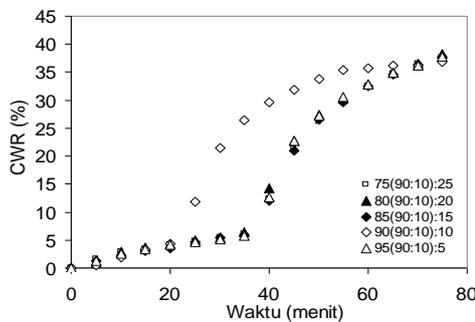


Gambar 2. Profil kehilangan massa pada rasio batubara-cangkang 60:40



Gambar 3. Profil kehilangan massa pada rasio batubara-cangkang 50:50

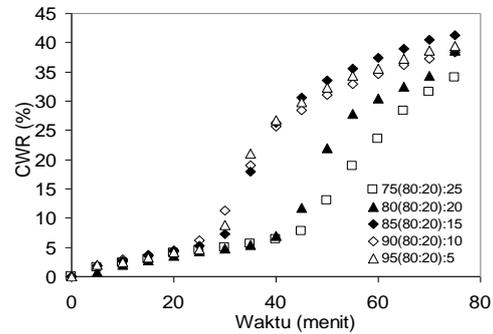
Selanjutnya, grafik hubungan nilai *CWR* terhadap waktu pada berbagai komposisi bahan bakar (batubara dan cangkang sawit) dan perekat dapat dilihat pada Gambar 4-8.



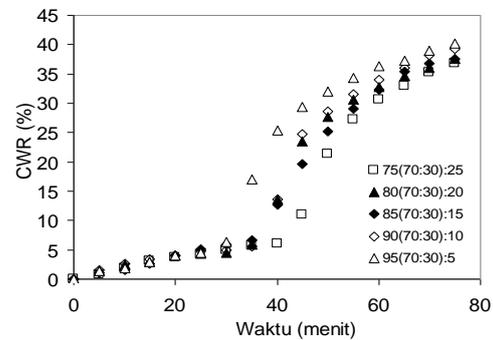
Gambar 4. Profil *CWR* pada rasio batubara-cangkang 90:10

Data dalam gambar-gambar tersebut menunjukkan bahwa pada awal pembakaran (antara 20-30 menit) profil *CWR* relatif seragam dan cenderung berimpit. Dengan kata lain, besarnya nilai *CWR* atau banyaknya briket yang terbakar pada tahap awal antara satu briket dengan yang lainnya tidak jauh berbeda. Sebaliknya, pada saat pembakaran telah berlangsung ± 25 menit, secara umum kecenderungan *CWR* untuk setiap perubahan kandungan perekat mulai berbeda atau menunjukkan karakteristik masing-masing yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa laju pembakaran bio-briket berbeda satu

sama lain, dan pada saat itulah pengaruh kandungan perekat dalam masing-masing bio-briket mulai terlihat.



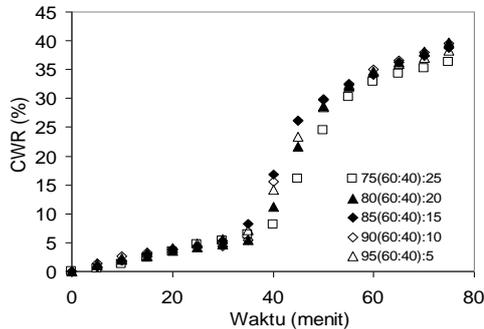
Gambar 5. Profil *CWR* pada rasio batubara-cangkang 80:20



Gambar 6. Profil *CWR* pada rasio batubara-cangkang 70:30

Dari profil-profil tersebut juga teramati meskipun kandungan perekat memberikan efek terhadap laju pembakaran, tetapi efeknya tidak signifikan dan tidak ada pola tertentu yang ditampilkan. Hal ini terbukti dengan banyaknya profil laju pembakaran yang berimpit atau hampir berimpit pada semua selang waktu pengamatan. Nilai *CWR* tertinggi diperoleh pada rasio bahan bakar yang sama tetapi dengan persentase perekat 20% dan rasio bahan bakar 50:50, yaitu sebesar 42,9%. Pada rasio bahan bakar yang sama dan kandungan perekat 25% *CWR* yang didapat sebesar 39,1%. Semestinya semakin tinggi perekat dalam bio-briket

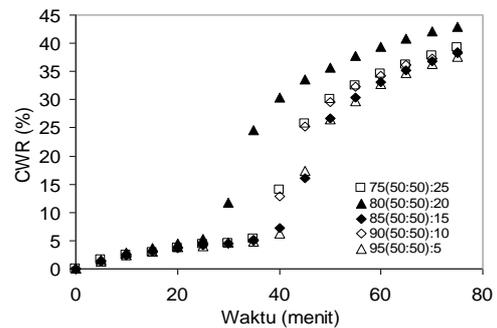
semakin tinggi *CWR*-nya karena tingginya senyawa *volatile*.



Gambar 7. Profil *CWR* pada rasio batubara-cangkang 60:40

Yang lebih kontroversial lagi bahwa nilai *CWR* terendah juga terdeteksi pada kandungan perekat 25%, tetapi dengan rasio bahan bakar 90:10. Hal ini semakin memperkuat dugaan bahwa perekat tidak memainkan peranan terhadap laju pembakaran. Dalam studi sebelumnya, pengaruh perekat biji jarak ini juga sudah dikaji terhadap *compressive strength* bio-briket (Gani dkk, 2010). Hasil yang sama juga muncul, dimana perubahan kandungan perekat tidak berpengaruh terhadap *compressive strength* dan juga tidak ada *pattern* tertentu yang diperlihatkan.

Lebih lanjut, data pengamatan menunjukkan bahwa rasio bahan bakar secara umum memberikan efek yang jelas, semakin tinggi kandungan biomassa dalam bio-briket maka semakin besar pula persentase massa briket yang hilang selama pembakaran (*CWR*-nya semakin besar). Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan *volatile matter* dalam biomassa dibandingkan dengan batubara. Tetapi, tidak semua data menunjukkan fenomena ini, beberapa penyimpangan terjadi terutama untuk komposisi perekat yang rendah (15, 10 dan 5%).



Gambar 8. Profil *CWR* pada rasio batubara-cangkang 50:50

Penyimpangan-penyimpangan yang terjadi di sini diperkirakan ada hubungannya dengan ketidak sempurnaan struktur atau kerapatan briket, bila hal ini dikorelasikan dengan nilai kekerasan briket yang juga tidak memperlihatkan pola tertentu terhadap komposisi perekat (Gani dkk, 2010).

Dengan mengacu pada karakteristik pembakaran di atas, dapat dikatakan bahwa pemakaian biji jarak sebagai perekat tidak memberikan efek yang baik jika komposisinya $<20\%$. Hal ini terbukti dari karakteristik pembakarannya yang tidak mengikuti kecenderungan atau kelaziman umum dalam pembakaran campuran batubara-biomassa, meskipun nilai *CWR*-nya sebanding dengan yang memiliki komposisi $\geq 20\%$. Pada komposisi perekat $\geq 20\%$, karakteristik pembakaran secara garis besar sudah mengikuti kelaziman umum pembakaran campuran batubara-biomassa, meskipun ada beberapa data yang masih menyimpang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan perekat dalam bio-briket tidak memberikan kecenderungan tertentu terhadap nilai laju pembakaran (*CWR*).

2. CWR terbesar didapat pada kandungan perekat 20% dan rasio batubara-cangkang sawit 50:50, yaitu sebesar 42,9%.
3. Semakin besar komposisi biomassa dalam briket maka secara umum semakin besar pula nilai CWR.
4. Pemakaian biji jarak sebagai perekat tidak memberikan efek yang baik jika komposisinya <20%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Ibnu Rusdi, ST. dan Nurfadli, ST. yang telah melaksanakan pekerjaan laboratorium dalam studi ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Sdr. Asri Gani yang sudah ikut serta dalam membimbing mahasiswa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Crelling, J. C., E. J. Hippo dan B. A. Woerner, 1992, Combustion Characteristics of Selected Whole Coals and Macerals, *Fuel*, Vol. 71, 151-158.

Gani, A., Mahidin dan Khairil, 2010, Studi Pembuatan Bio-briket dan Uji Karakteristik Pembakarannya untuk Penggunaan di Industri Rumah Tangga, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 10, 156-165.

Hughes, E. E. dan D. A. Tillman, 1998, Biomass cofiring: Status and prospects 1996, *Fuel Processing Technology*, Vol. 54, 127-142.

Ma, S., J. O. Hill dan S. Heng, 1989, A Thermal Analysis Study of the Combustion Characteristics of Victorian Brown Coals, *Journal of Thermal Analysis*, Vol. 35, 1985-1996.

Mahidin, Y. Ogaki, H. Usui dan O. Okuma, 2003, The Advantages of Vacuum-treatment in the Thermal Upgrading of Low-rank Coals on the Improvement of Dewatering and

Devolatilization, *Fuel Processing Technology*, Vol. 84, 147-160.

Mahidin, Khairil, Adisalamun dan A. Gani, 2009, Karakteristik Pembakaran Campuran Batubara Peringkat Rendah, Cangkang Sawit dan Campurannya dalam Fluidized Bed Boiler”, *Jurnal Reaktor*, Vol. 12, 253-259.

Martin, C., M. A. Villamanan, C. R. Chamorro, J. Otero, A. Cabanillas dan J. J. Segovia, 2005, “Low-grade coal and biomass co-combustion on fluidized bed: exergy analysis”, *Energy*, Vol. 31, 330-344.

Priambodo, A., 2006, “Biomass Gasification in Indonesia”, *Presented in the IEA Task 33 Meeting*, Dresden, Germany, June 12-14.

Skodras, G., P. Grammelis, P. Samaras, P. Vourliotis, E. Kakaras dan G. P. Sakellaropoulos, 2002, Emissions Monitoring during Coal-Waste Wood Co-combustion in an Industrial Steam Boiler, *Fuel*, Vol. 81, 547-554.

