

Pengaruh Komposisi Bahan dan Tekanan Pengepresan pada Pembuatan Biopelet Terhadap Nilai Kalor Hasil Pembakaran

Muhammad Helmi Hakim

Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Indonesia

Email: helmi.hakim75@gmail.com

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 31 Oktober 2019
Disetujui pada 29 November 2019
Dipublikasikan pada 30
November 2019 Hal. 559-566

Kata Kunci:

Komposisi bahan, Tekanan pengepresan, Biopelet, Nilai Kalor

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v4i4.397>

Abstrak: Keterbatasan bahan bakar minyak menyebabkan diperlukannya energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Cangkang biji mete dan sekam padi merupakan biomassa yang ketersediaannya sangat melimpah untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Pada penelitian ini dibuat biopelet untuk mengetahui nilai kalor dan laju pembakaran dengan variasi komposisi bahan dan tekanan pengepresan. Pembuatan biopelet dilakukan dengan mencampurkan serbuk cangkang biji mete dan serbuk sekam padi dengan perbandingan 100 % : 0 %, 50 % : 50 %, 0 % : 100 % dan tekanan pengepresan 5×10^6 N/m², 10×10^6 N/m², 15×10^6 N/m². Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor tertinggi didapatkan pada bahan 100 % cangkang biji mete dengan tekanan pengepresan 15×10^6 N/m².

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) di pasar dunia. Luas areal pertanaman jambu mete pada tahun 2011 mencapai 575.841 hektar dengan produksi mencapai 114.789 ton gelondong mete (kacang dengan kulit luarnya) (Ditjenbun, 2012).. Tanaman jambu mete memiliki keunggulan karena dapat dikembangkan di daerah yang kondisinya lahannya marginal dan beriklim kering, sehingga sekaligus dapat berfungsi untuk merehabilitasi lahan kritis. Keunggulan inilah yang menjadikan tanaman jambu mete sebagai komoditas andalan di Kawasan Timur Indonesia (Ditjenbun, 2012).

Perkebunan jambu mete sebagian besar (± 98 %) merupakan perkebunan rakyat, yang dikembangkan dengan menggunakan bahan tanaman bukan unggul pada wilayah-wilayah dengan tingkat kesesuaian yang terbatas (Zaubin, R. dan E. Mulyono, 2000). Sentra-sentra pengembangan jambu mete adalah Sulawesi Tenggara (30,3 %). Sulawesi Selatan (15,1 %), Nusa Tenggara Timur (20,0 %), Nusa Tenggara Barat (7,4 %), Jawa Timur (8,7 %), dan Bali (3,7 %). Pada tahun 2011 areal jambu mete Indonesia adalah 575.841 ha dengan produksi gelondong 114.789 ton (Ditjenbun, Direktorat Jenderal Perkebunan, 2012).

Selama ini produk jambu mete yang diperdagangkan hanya gelondong mete dan kacang mete. Ekspor jambu mete sebagian besar dalam bentuk gelondong mete, sedangkan dalam bentuk kacang mete lebih banyak dipasarkan di

dalam negeri. Kulit biji mete mengandung cairan minyak yang dikenal dengan CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) sekitar 18 – 23 %, CNSL mengandung senyawa fenolik yang kegunaannya sangat luas dalam industri kimia. Berdasarkan produksi mete Indonesia pada tahun 2011 sebesar 114.789 ton gelondong dengan persentase kulit sekitar 45 % (kandungan CNSL pada kulit 20 %), potensi produksi pada tahun tersebut CNSL mencapai 367 Kg/Ha. Nilai ekonomi CNSL tersebut belum dimanfaatkan, karena sebagian besar ekspor mete dari Indonesia dalam bentuk gelondong, sedangkan kulit yang dihasilkan dari pengolahan kacang mete di dalam negeri hanya dimanfaatkan sebagai pengganti kayu bakar pada industri genteng atau dibuang sebagai limbah (Mulyohardjo, M., 1990).

Sekam padi merupakan produk samping dari industri penggilingan padi. Industri penggilingan dapat menghasilkan 65% beras, 20% sekam padi, dan sisanya hilang. Jika sejumlah sekam padi yang dihasilkan dari industri penggilingan padi tidak dikelola dan dimanfaatkan dengan baik maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan (Ismunadji, M., 1988). Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar ataupun sebagai adsorpsi pada logam-logam berat. Sekam tersusun dari jaringan serat-serat selulosa yang mengandung banyak silika dalam bentuk serabut-serabut yang sangat keras (Haryadi., 2006).

Penelitian yang dilakukan Longjian dkk. (2009) menunjukkan bahwa sumber daya dari limbah pertanian yang melimpah dapat digunakan sebagai bahan baku yang ekonomis dan berkelanjutan untuk bahan bakar padat di negara Cina. Adapun hasil penelitian dari Jianfeng dkk. (2010) menunjukkan bahwa di antara berbagai macam teknologi konversi, pembakaran adalah cara yang paling umum untuk mengkonversi bahan bakar biomassa menjadi sebuah energi. Penelitian yang dilakukan Jianfeng dkk. (2012), menunjukkan bahwa ketika massa sampel sekam padi 0,6 g, ukuran tekanan oksigen adalah 3,0 MPa, dan rasio berat sekam padi dengan asam benzoat adalah 1,2 : 1, nilai kalor sekam padi yang dihasilkan lebih tinggi mencapai nilai maksimal, yaitu 15.944 ± 55 J/g. Seiring dengan kelangkaan bahan bakar minyaktingginya nilai kalor hasil pembakaran dari sekam padi, maka perlu diupayakan untuk dapat mengubah limbah cangkang mete dan sekam padi dan cangkang mete menjadi bahan bakar alternatif. Langkah praktis salah satunya adalah dengan cara membuatnya menjadi bentuk biopellet yang memiliki densitas energi tinggi. Tekanan dalam pengepressan merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan biopellet. Karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan terhadap nilai kalor dan kecepatan pembakaran. Diharapkan pembuatan biopellet cangkang biji buah mete dapat mengurangi penggunaan bahan bakar minyak tanah dan gas elpiji yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar dalam rumah tangga.

Keuntungan bahan bakar biomassa padat dalam bentuk biopellet yaitu (Samson dkk., R. dan Duxburry, P., 2000):

- a. Densitas energi yang tinggi, memudahkan dalam penyimpanan dan transportasi.
- b. Keseragaman dari bentuk dan ukuran memungkinkan pengontrolan pembakaran yang lebih efisien.

- c. Ukuran yang cukup kecil memungkinkan biopellet mengalir bebas (free-flowing) sehingga meningkatkan pengontrolan material handling dan laju aliran bahan bakar.
- d. Jumlah debu yang dihasilkan sedikit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan komposisi campuran cangkang biji buah mete dengan sekam padi pada pembuatan biopellet terhadap nilai kalor, dan laju pembakaran serta untuk mengetahui pengaruh tekanan pengepresan pada pembuatan biopellet terhadap nilai kalor hasil pembakaran dengan Ukuran diameter dari biopellet dibuat tetap yaitu 10 mm, sedangkan perubahan dimensi hanya pada ukuran panjang biopellet yang mengikuti dari variasi tekanan pengepresan.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental untuk menganalisis pengaruh komposisi bahan dan tekanan pengepresan pada pembuatan biopellet terhadap nilai kalor hasil pembakaran. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang. Adapun tahapan penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Tahap Preparasi Bahan

Persiapan penelitian diawali dengan pengeringan setelah bahan yang digunakan telah tersedia. Proses pengeringan dimaksudkan untuk mengurangi kadar air dalam bahan tersebut sampai benar-benar kering. Akan tetapi pada cangkang biji buah mete sebelum pengeringan dilakukan penghancuran terlebih dahulu dengan cara ditumbuk hingga dihasilkan potongan-potongan kecil cangkang biji buah mete. Penghancuran ini bertujuan untuk mengurangi kadar minyak yang terlalu tinggi pada cangkang biji buah mete tersebut sebab kadar minyak yang terlalu tinggi akan menyulitkan pada proses pengalusan. Lama pengeringan untuk sekam padi relatif lebih cepat yaitu selama satu hari dibandingkan dengan cangkang biji mete yang membutuhkan waktu pengeringan kurang lebih selama 7 hari. Hal ini karena kandungan dari sekam padi yang memang memiliki kadar air yang sangat kecil dibandingkan dengan cangkang biji buah mete yang tinggi akan kandungan minyaknya.

2. Tahap Penghalusan Bahan

Tahap penghalusan dilakukan dengan menggiling potongan-potongan kecil cangkang biji buah mete yang sudah kering menjadi serbuk cangkang biji buah mete dengan ukuran partikel yang seragam dengan ayakan ukuran 40 mesh. Begitu juga dengan sekam padi yang sudah kering dilakukan penggilingan menjadi serbuk sekam padi dengan ukuran partikel yang seragam dengan ayakan ukuran 40 mesh.

3. Tahap Pencampuran Bahan

Serbuk cangkang biji buah mete selanjutnya dicampur dengan serbuk sekam padi dengan prosentase yang berbeda yaitu 100 % serbuk cangkang biji buah mete, 100 % serbuk sekam padi, dan masing-masing 50 % campuran antara serbuk cangkang biji buah mete dengan serbuk sekam padi. Setelah dicampur serbuk cangkang biji buah mete dengan serbuk sekam padi kemudian dicampur dengan ditambah tepung tapioka yang hanya sebagai perekat dari berat campuran masing-masing prosentase cangkang biji buah mete dan sekam padi. Untuk bahan

dengan komposisi prosentase campuran masing-masing 50 % antara serbuk cangkang biji buah mete dengan serbuk sekam padi dicampur dengan perekat tepung tapioka sebanyak 20 % sedangkan bahan dengan prosentase 100 % serbuk sekam padi dicampur dengan perekat tepung tapioka sebanyak 100 % sebab sifat fisik dari serbuk sekam padi yang memiliki massa yang sangat kecil sehingga membutuhkan perekat lebih banyak. Namun untuk bahan dengan prosentase 100 % serbuk cangkang biji buah mete dicampur dengan perekat tepung tapioka sebanyak 0 % sebab sifat fisik dari serbuk cangkang biji buah mete yang mengandung minyak dengan daya rekat yang tinggi menyebabkan serbuk cangkang biji buah mete tidak membutuhkan campuran perekat. Perbedaan prosentase perekat ini disesuaikan dengan bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan biopellet mengingat bahan yang digunakan memiliki karakteristik sifat yang berberda seperti yang dijelaskan diatas dengan pengaruh nilai kalor pada perekat diabaikan karena nilai kalor dari perekat tepung tapioka sangat kecil yaitu 123,24 cal/gram.

4. Tahap Pembuatan Biopellet

Masing-masing bahan selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan dengan diameter yaitu: 10 mm, kemudian dipress dengan variasi tekanan pengepresan sebesar 5×10^6 N/m², 10×10^6 N/m², 15×10^6 N/m². Setelah di press, kemudian diholding beberapa menit lalu dijemur selama satu hari dan biopellet masing-masing bahan yang telah kering kemudian diuji nilai kalor hasil pembakaran menggunakan Kalorimeter Bomb.

HASIL

Dari hasil pengujian nilai kalor hasil pembakaran dengan menggunakan Kalorimeter Bomb, didapatkan data seperti yang tersedia pada Tabel 1 dibawah:

Tabel 1. Nilai Hasil Kalor

Cangkang biji buah mete (%)	Sekam Padi (%)	Tekanan (N/m ²)	Ulangan			Rata-rata
			1	2	3	
100	0	5×10^6	5727,34	5751,49	5752,09	5743,64
		10×10^6	5653,67	5629,01	5629,31	5637,33
		15×10^6	5481,77	5506,93	5531,59	5506,76
50	50	5×10^6	4401,30	4253,67	4303,28	4319,42
		10×10^6	4008,81	4106,93	4057,92	4057,89
		15×10^6	4155,94	4253,97	4205,16	4205,02
0	100	5×10^6	3369,65	3321,23	3419,56	3370,15
		10×10^6	3664,82	3468,47	3566,30	3566,53
		15×10^6	4107,23	4057,72	4155,84	4106,93

Dari data hasil pengujian untuk nilai kalor pembakaran dapat dilakukan uji Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui adanya pengaruh perubahan

komposisi bahan dan tekanan terhadap nilai kalor. Hasil dari uji ANOVA untuk pengaruh perlakuan terhadap nilai kalor dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai Kalor

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	566537408.901 ^a	11	51503400.809	17446.066	.000
Bahan	18352667.433	2	9176333.717	3108.356	.000
Tekanan	162744.500	2	81372.250	27.564	.000
Ulangan	4637.954	2	2318.977	.786	.473
bahan * tekanan	898296.754	4	224574.189	76.071	.000
Error	47234.398	16	2952.150		
Total	566584643.299	27			

Pada Tabel 2, analisis varian didapatkan nilai Sig. bahan (.000) < 0.05 sehingga kita bisa menyatakan bahwa H₀ ditolak, berarti kita menerima H₁. Dengan demikian adanya perbedaan komposisi bahan pada pembuatan biopellet mempengaruhi besarnya nilai kalor pada biopellet yang dihasilkan. Untuk nilai Sig. tekanan didapatkan (.000) < 0.05 sehingga kita juga bisa menyatakan bahwa H₀ ditolak, berarti kita menerima H₁. Dengan demikian adanya perbedaan tekanan pada pembuatan biopellet juga mempengaruhi besarnya nilai kalor pada biopellet yang dihasilkan. Dan untuk nilai Sig. bahan dan tekanan didapatkan (.000) < 0.05 sehingga kita juga bisa menyatakan bahwa H₀ ditolak, berarti kita menerima H₁. Hal ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan komposisi bahan dan tekanan pada pembuatan biopellet juga mempengaruhi besarnya nilai kalor pada biopellet yang dihasilkan. Seperti yang disimpulkan dari hasil penelitian Samsinar (2014) bahwa parameter yang diujikan berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan dimana briket yang memiliki kuat tekan, kerapatan, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, karbon tetap terbaik menghasilkan nilai kalor terbaik. Jika H₀ ditolak dan H₁ diterima maka dilanjutkan untuk melihat nilai pengaruh tertinggi dari masing-masing perlakuan terhadap nilai kalor pembakaran dengan uji lanjutan menggunakan UJD yang hasilnya seperti pada tabel 3 untuk perlakuan variasi komposisi bahan terhadap nilai kalor:

Tabel 3. Hasil Uji Lanjutan dengan UJD untuk Perlakuan Variasi Komposisi Bahan terhadap Nilai Kalor

Bahan	N	Subset		
		1	2	3
Sekam Padi 100%	9	3681.20		
campuran cangkang biji mete 50% + sekam 50%	9		4194.11	
Cangkang Mete 100%	9			5629.24
Sig.		1.000	1.000	1.000

Dari Tabel 3 didapatkan nilai tertinggi dari komposisi bahan yang berbeda yaitu bahan dengan komposisi 100 % cangkang biji mete dengan nilai sebesar 5629.24 cal/gram. Untuk nilai terkecil dari komposisi bahan yang berbeda yaitu bahan dengan komposisi 100 % sekam padi dengan nilai sebesar 3681.20 cal/gram. Dan untuk komposisi bahan campuran antara 50 % cangkang biji mete dengan 50 % sekam padi memiliki nilai diantara komposisi bahan 100 % cangkang biji mete dengan 100 % sekam padi yaitu sebesar 4194.11cal/gram. Hal ini disebabkan karena kandungan dari cangkang mete yang mengandung suatu minyak jenis senyawa fenol yang mempunyai sifat fisika salah satunya yaitu mudah terbakar (Novitrie dkk., 2009), sehingga bahan dengan komposisi tersebut menghasilkan nilai kalor pembakaran tertinggi. Untuk hasil uji lanjutan dengan UJD pada perlakuan perubahan tekanan, hasilnya seperti pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Uji Lanjutan dengan UJD untuk Perlakuan Variasi Tekanan Pengepresan terhadap Nilai Kalor

Tekanan	N	Subset		
		1	2	3
100	9	4420.58		
50	9		4477.73	
150	9			4606.24
Sig.		1.000	1.000	1.000

PEMBAHASAN

Pada Tabel 2 analisis varian didapatkan nilai Sig. bahan (.000) < 0.05 sehingga kita bisa menyatakan bahwa H₀ ditolak, berarti kita menerima H₁. Dengan demikian adanya perbedaan komposisi bahan pada pembuatan biopelet mempengaruhi besarnya nilai kalor pada biopelet yang dihasilkan. Untuk nilai Sig. tekanan didapatkan (.000) < 0.05 sehingga kita juga bisa menyatakan bahwa H₀ ditolak, berarti kita menerima H₁. Dengan demikian adanya perbedaan tekanan pada pembuatan biopelet juga mempengaruhi besarnya nilai kalor pada biopelet yang dihasilkan. Dan untuk nilai Sig. bahan dan tekanan didapatkan (.000) < 0.05 sehingga kita juga bisa menyatakan bahwa H₀ ditolak, berarti kita menerima H₁. Dengan demikian adanya perbedaan komposisi bahan dan tekanan pada pembuatan biopelet juga mempengaruhi besarnya nilai kalor pada biopelet yang dihasilkan.

Dari tabel 3 didapatkan nilai tertinggi dari komposisi bahan yang berbeda yaitu bahan dengan komposisi 100 % cangkang biji mete komposisi 100 % cangkang biji mete dengan nilai sebesar 5629.24 cal/gram. Untuk nilai terkecil dari komposisi bahan yang berbeda yaitu bahan dengan komposisi 100 % sekam padi dengan nilai sebesar 3681.20 cal/gram. Dan untuk komposisi bahan campuran antara 50 % cangkang biji mete dengan 50 % sekam padi memiliki nilai diantara komposisi bahan 100 % cangkang biji mete dengan 100 % sekam padi yaitu sebesar 4194.11cal/gram. Hal ini disebabkan karena kandungan dari

cangkang mete yang mengandung suatu minyak jenis senyawa fenol yang mempunyai sifat fisika salah satunya yaitu mudah terbakar (Novitrie, Nora Amelia dan Listyani, Yunita Dwi., 2009), sehingga bahan dengan komposisi tersebut menghasilkan nilai kalor pembakaran tertinggi.

Pada Tabel 4 diatas didapatkan nilai tertinggi dari perubahan tekanan pengepressan yang berbeda, yaitu pengepressan dengan tekanan 150 Kg/cm² yang menghasilkan nilai kalor sebesar 4606.24 cal/gram. Untuk nilai kalor terkecil dari perubahan tekanan pengepressan berbeda yaitu pengepressan dengan tekanan 100 Kg/cm² yang menghasilkan nilai kalor sebesar 4420.58 cal/gram. Dan untuk tekanan 50 Kg/cm² menghasilkan nilai kalor diantara tekanan 150 Kg/cm² dengan tekanan 100 Kg/cm² yaitu sebesar 4477.73 cal/gram. Sehingga jika diinginkan biopellet dengan nilai kalor pembakaran yang tinggi, maka biopellet dengan komposisi bahan 100% cangkang kulit biji mete dan tekanan pengepressan sebesar 150 Kg/cm² adalah perlakuan pada pembuatan biopellet yang dikehendaki. Hal ini dikarenakan menurut teori bahwa meningkatnya kandungan kadar air suatu bahan seiring berbanding terbalik dengan meningkatnya nilai kalor seberapa besar kandungan kadar air, kadar karbon terikat, zat yang teruapkan dan kadar abu. Jadi dengan pengaruh adanya penambahan tekanan pengepressan yang semakin besar menyebabkan kadar air suatu bahan berkurang dan jika kadar air suatu bahan semakin kecil maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar (Saputro , dwi dkk., 2012).

KESIMPULAN

Pemberian komposisi bahan yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas akhir dari biopellet. Bahan dengan komposisi 100 % cangkang mente memiliki nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 5743,64 Calori/gram. Hal ini dikarenakan cangkang biji mete memiliki kandungan minyak jenis fenol. Pemberian tekanan yang berbeda dalam proses pengepressan berpengaruh terhadap kualitas akhir dari biopellet. Pengepressan dengan tekanan 150 Kg/cm² menghasilkan nilai kalor yang tertinggi yaitu 4606,24 Calori/gram. Hal ini dikarenakan seiring bertambahnya tekanan maka kadar air bahan semakin kecil yang menyebabkan nilai kalor semakin besar. Cangkang kulit biji mete dengan tekanan pengepressan sebesar 150 Kg/cm² merupakan bahan dengan tekanan yang paling efektif.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan pengujian parameter uji lain untuk mengetahui kualitas dari biopellet tersebut.

DAFTAR RUJUKAN

- Ditjenbun. (2012). *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Departemen Perkebunan dan Kehutanan.
- Zaubin, R. dan E. Mulyono. (2000). *Peningkatan Daya Saing Jambu Mente Menunjang Agribisnis. Perspektif, Review Penelitian Tanaman Industri. Vol.1 No. 2*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Mulyohardjo, M. (1990). *Jambu Mente dan Teknologi Pegolahannya (Anacardium occidentale L)*. Liberty, Yogyakarta.

- Ismunadji, M., (1988). *Padi*. Buku I, Edisi I, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor
- Haryadi., (2006). *Teknologi Pengolahan Beras*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Samson, R. dan Duxburry, P. (2000). *Assesment of Peletized Biofuels*. Efficient Agricultural Production-Canada. Quebec. Canada.
- Novitrie, Nora Amelia dan Listyani, Yunita Dwi. (2009). Pabrik Phenol Drai Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis. *Tugas akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri ITS.
- Saputro, dwi dkk. (2012). *Karakterisasi Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III Yogyakarta, 3 November 2012. ISSN: 1979 911X
- Samsinar. (2014) Penentuan Nilai Kalor Briket dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku. *Skripsi*. UIN Alaudin. Makasar
- Jianfeng, S., Shuguang, Z., Xinzhi, L., Houlei, Z., dan Junjie, T., (2010). The Prediction of Elemental Composition of Biomass Based on Proximate Analysis. *Energy Conversion and Management*, 51:983–987.
- Jianfeng, S., Shuguang, Z., Xinzhi, L., Houlei, Z., dan Junjie, T., (2012). Measurement of Heating Value of Rice Husk by Using Oxygen Bomb Calorimeter with Benzoic Acid as Combustion Adjuvant. *Energy Procedia*, 17:208–213
- Longjian, C., Xing, L., dan Lujia, H., (2009). Renewable Energy from Agro-Residues in China: Solid Biofuels and Biomass Briquetting Technology Renewable and Sustainable Energy Reviews. *Renewable and Sustainable Energy*, 13:2689–2695.