

Studi Pengaruh Temperatur dan Tekanan Terhadap Karakteristik Produk Pengeringan Batubara di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (tekMIRA)

Muhammad Fakhrizal^{1*}, Slamet Handoko^{2*}, Sri Widayati^{3*}

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*mfakhrizal96@gmail.com

Abstract. Drying technology is a process of increasing the calorific value of low rank coal into coal with a higher calorific value by reducing the moisture content in the coal. In the coal drying experiments at the TekMira Bandung Center of Research and Development used coal with a calorific value of 4835 cal/g with a size of -4+6 mesh. In the process of drying in this autoclave using temperatures of 200°C and 300°C with a pressure of 0 bar, 10 bar, and 25 bar which is held for one hour during the drying process. The coal originated from Indonesia. The use of coal with these specifications aims to find out how significant changes in the characteristics of coal before and after testing. This relates to the sale value of coal which is very influential on its utilization. The results of this study indicate that temperature affects the characteristics of coal drying products both at 200°C and 300°C. The calorific value of the feed is 4,835 cal/g, at 200°C it becomes 5,708 cal/g, while at 300°C it becomes 6,305 cal/g. In addition, pressure has an influence on the characteristics of coal drying products at conditions of 0 bar, 10 bar and 25 bar. The calorific value of the feed is 4835 cal/g, at 0 bar it becomes 6,040 cal g, at 10 bar it becomes 6,241 cal/g, while at 25 bar it becomes 6,305 cal/g. From this study it can be concluded that in the process of drying coal, temperature and pressure affect the characteristics of coal. The higher the temperature and pressure used, the better results will be obtained.

Keywords : Coal, Drying, Temperature, Pressure, Coal Characteristics.

Abstraks. Teknologi drying merupakan proses peningkatan nilai kalor batubara peringkat rendah menjadi batubara dengan nilai kalor lebih tinggi melalui penurunan kadar air dalam batubara tersebut. Dalam percobaan pengeringan batubara di Puslitbang tekMIRA Bandung menggunakan batubara dengan nilai kalor 4835 kal/g dengan ukuran -4+6 mesh. Dalam proses pengeringan di dalam autoclave ini menggunakan temperatur 200°C dan 300°C dengan tekanan 0 bar, 10 bar, dan 25 bar yang ditahan selama satu jam selama proses pengeringannya. Batubara tersebut berasal dari Indonesia. Penggunaan batubara dengan spesifikasi tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa signifikan perubahan karakteristik batubara sebelum dan sesudah pengujian. Hal ini berkaitan dengan nilai jual batubara yang sangat berpengaruh pada pemanfaatannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh terhadap karakteristik produk pengeringan batubara baik pada kondisi temperatur 200°C maupun kondisi 300°C. Nilai kalor pada umpan yaitu 4.835 kal/g, pada kondisi

200°C menjadi 5.708 kal/g, sedangkan pada kondisi 300°C menjadi 6.305 kal/g. Selain itu, tekanan memberi pengaruh terhadap karakteristik produk pengeringan batubara baik pada kondisi 0 bar, 10 bar, dan 25 bar. Nilai kalor pada umpan yaitu 4835 kal/g, pada kondisi 0 bar menjadi 6.040 kal/g, pada kondisi 10 bar menjadi 6.241 kal/g, sedangkan pada kondisi 25 bar menjadi 6.305 kal/g. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada proses pengeringan batubara, temperatur dan tekanan mempengaruhi karakteristik batubara. Semakin tinggi temperatur dan tekanan yang digunakan maka hasil yang didapatkan akan lebih baik.

Kata kunci : Batubara, Pengeringan, Temperatur, Tekanan, Karakteristik Batubara.

1. Pendahuluan

Sumberdaya batubara yang dimiliki Indonesia yaitu sekitar 169 milyar ton dan cadangan batubara yaitu sekitar 41 milyar ton. Sebagian besar terdiri atas batubara berkalori rendah (28,53%) sampai sedang (65,18%).

Kandungan air di dalam batubara akan menimbulkan masalah dalam proses pemanfaatannya, terutama jika dimanfaatkan sebagai bahan bakar langsung. Air bawaan pada batubara akan mengurangi nilai kalor batubara sehingga jumlah batubara yang diperlukan pada proses pembakaran akan lebih besar. Penelitian *coal drying* diperlukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalam batubara berkalori rendah sebelum batubara tersebut dimanfaatkan. (Umar, 2010).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana pengaruh temperatur terhadap karakteristik produk pengeringan batubara?”, “Bagaimana pengaruh tekanan terhadap karakteristik produk pengeringan batubara?”. Selanjutnya tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap karakteristik produk pengeringan batubara.
2. Mengetahui pengaruh tekanan terhadap karakteristik produk pengeringan batubara.

2. Landasan Teori

Teknologi *drying* merupakan proses peningkatan nilai kalor batubara peringkat rendah menjadi batubara dengan nilai kalor lebih tinggi melalui penurunan kadar air di dalam batubara tersebut. Ada dua proses utama *drying*, yaitu *evaporative drying* dan *Nonevaporative (under pressure)*. Kadar air bebas dapat dikurangi secara efektif dengan cara mekanik, sedangkan penurunan kadar air bawaan harus dilakukan dengan cara pemanasan (proses pengeringan). Secara umum teknologi pengeringan terdiri atas proses pengeringan dengan penguapan dan proses pengeringan tanpa penguapan (dengan tekanan).

Parameter Pengeringan Batubara

Dalam proses pengeringan batubara terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan, yang terdiri dari :

1. Temperatur
2. Tekanan
3. Ukuran sampel batubara
4. Waktu tahan
5. Jenis batubara
6. Massa batubara

Analisis Proksimat

Analisis proksimat batubara bertujuan untuk menentukan kadar *moisture*, *ash*, *volatile matters*, dan *fixed carbon*. (Ardian, 2015).

1. Kadar air (*moisture*)

Moisture di dalam batubara dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu *inherent moisture* dan *extraneous moisture*.

$$IM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Keterangan :

IM : *Inherent Moisture* (Air Bawaan)

m₁ : berat wadah (g)

m₂ : berat wadah + sampel (g)

m₃ : berat wadah + sampel (setelah dari *oven*) (g)

2. Abu (*ash*)

Ash adalah *ash* atau abu merupakan istilah umum sebagai sisa pembakaran.

$$Ash = \frac{m_3 - m_4}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Keterangan :

Ash : Ash Content (Kadar Abu)

m₁ : berat wadah (g)

m₂ : berat wadah + sampel (g)

m₃ : berat wadah + sampel (setelah dari *oven*) (g)

m₄ : berat wadah bersih (setelah dari *oven*) (g)

3. Zat terbang (*volatile matter*)

Volatile matter adalah zat terbang yang terkandung dalam batubara, biasanya gas hidrokarbon terutama gas *methane*.

$$VM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Keterangan :

VM : *Volatile Matters* (Zat terbang)

m₁ : berat wadah (g)

m₂ : berat wadah + sampel (g)

m₃ : berat wadah + sampel (setelah dari *oven*) (g)

4. Karbon tertambat (*fixed carbon*)

Fixed carbon adalah parameter ini ditentukan 100 % dengan jumlah kadar *moisture*, *ash*, dan *volatile matter*.

$$FC = 100\% - (IM + AC + VM) \times 100\%$$

Keterangan :

FC : Fixed Carbon, %

IM : Inherent Moisture, %

AC : Ash Content, %

VM : Volatile Matter, %

Analisis Ultimat

Analisis ultimat dilakukan untuk menentukan kadar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S) dalam batubara (Borman, 1998).

Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah unit panas yang dikeluarkan per unit bahan bakar.

$$\text{Net CV (LHV)} = \text{Gross CV (HHV)} - 0,024 (9\{H\} + M)$$

Keterangan :

Net CV : Lower Heating Value (LHV)

Gross CV : Higher Heating Value (HHV)

H : Hidrogen, %

M : Total Moisture, %

Hilang Massa

Hilang massa adalah selisih jumlah massa awal pada saat sebelum dilakukan pengujian dikurangi dengan massa setelah pengujian.

$$\text{Hilang massa} = \text{massa awal (g)} - \text{massa setelah pengeringan (g)}$$

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sampel batubara yang digunakan memiliki nilai kalor 4.835 kal/gr. Temperatur yang digunakan 200°C dan 300°C, sedangkan parameter tekanan yang digunakan 0, 10 dan 25 bar. Waktu tahan pengeringan dilakukan selama 60 menit dengan sampel ukuran -4+6 mesh dengan berat 500 gr per plastik sampel.

Tabel 1. Data Analisis Batubara Hasil Produk Pengeringan

No	Parameter	Kondisi Pengeringan					
		Temperatur (°C) dan Tekanan (bar)					
		200 dan 0	200 dan 10	200 dan 25	300 dan 0	300 dan 10	300 dan 25
Analisis Proksimat							
1	Kadar air (%adb)	3,12	2,54	1,51	0,78	0,51	0,29
2	Abu (%adb)	4,14	4,11	4,05	3,36	3,34	2,79
3	Zat terbang (%adb)	47,03	46,51	46,42	46,24	36,93	34,88
4	Karbon tertambat (%adb)	45,71	46,84	48,02	49,62	59,22	62,04
Analisis Ultimat							
1	Karbon (%adb)	57,10	57,45	61,13	56,53	62,82	66,82
2	Hidrogen (%adb)	4,86	4,96	5,20	4,80	4,61	4,62
3	Oksigen (%adb)	35,70	35,28	32,05	36,31	30,07	26,82
4	Nitrogen (%adb)	1,16	1,13	1,06	1,15	1,32	1,24
5	Sulfur (%adb)	1,18	1,18	0,56	1,21	1,18	0,50
Analisis Lain							
1	Nilai kalor (kal/gram, adb)	5.386	5.484	5.708	6.040	6.241	6.305
2	Hilang massa (gram, adb)	80,4	87,3	93,2	110,2	148,3	152

1. Kadar air

$$IM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% = \frac{29,7516 \text{ (g)} - 29,7204 \text{ (g)}}{29,7516 \text{ (g)} - 28,7516 \text{ (g)}} \times 100\% = 3,12\%$$

2. Abu

$$\text{Ash} = \frac{m_3 - m_4}{m_2 - m_1} \times 100\% = \frac{17,0014 \text{ (g)} - 16,9603 \text{ (g)}}{17,9613 \text{ (g)} - 16,9603 \text{ (g)}} \times 100\% = 4,11\%$$

3. Zat terbang

$$VM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% = \frac{17,0234 \text{ (g)} - 16,5530 \text{ (g)}}{17,0234 \text{ (g)} - 16,0231 \text{ (g)}} \times 100\% = 47,03\%$$

4. Karbon tertambat

$$\begin{aligned} \% \text{ FC} &= 100\% - (\% \text{Moisture} + \% \text{VM} + \% \text{Abu}) \\ &= 100\% - (3,12\% + 47,03\% + 4,14\%) \\ &= 45,71\% \end{aligned}$$

5. Nilai kalor

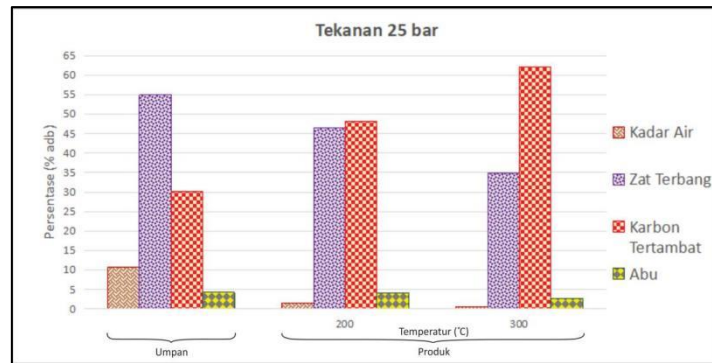
$$\text{Nilai Kalor} = \left(\frac{2491 \times \Delta t}{w} \right) - 36 = \left(\frac{2491 \times 2,179 \text{ (}^\circ\text{C)}}{1,0010 \text{ (g)}} \right) - 36 = 5386 \text{ kal/gr}$$

6. Hilang massa

$$\text{Hilang massa} = \text{massa awal (g)} - \text{massa setelah pengeringan (g)}$$

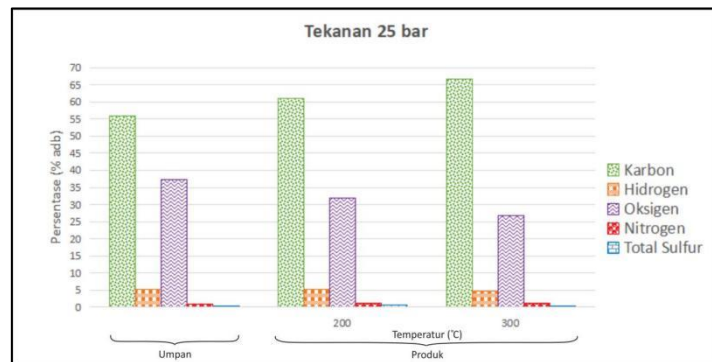
$$= 500 \text{ (g)} - 419,6 \text{ (g)}$$

$$= 80,4 \text{ (g)}$$



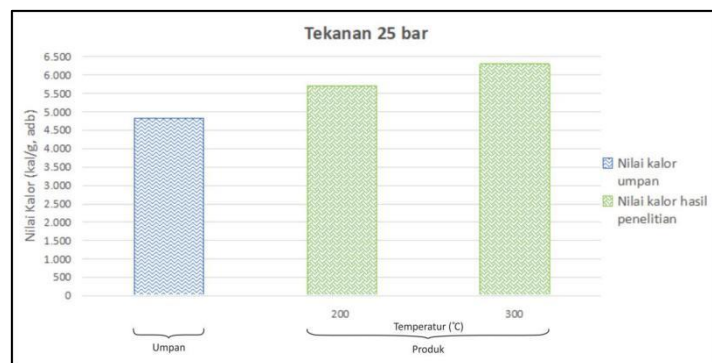
Gambar 1. Analisis Proksimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 1 menunjukkan analisis proksimat umpan dan produk pengeringan kondisi 200°C dan 300°C yang diuji pada tekanan yg sama yaitu 25 bar. Kadar air, zat terbang, dan abu mengalami penurunan, sedangkan untuk karbon tertambat meningkat. Hal ini dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



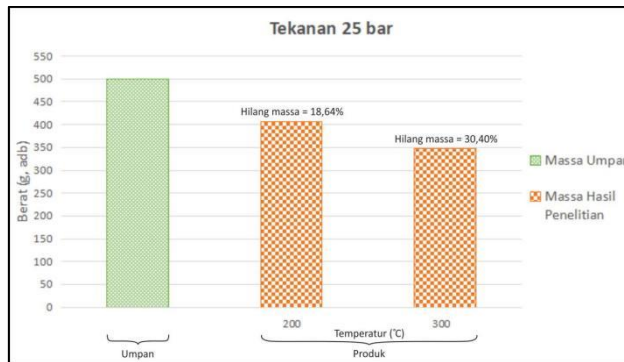
Gambar 2. Analisis Ultimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 2 menunjukkan analisis ultimat umpan dan produk pengeringan kondisi 200°C dan 300°C yang diuji pada tekanan yg sama yaitu 25 bar. Kadar hidrogen dan oksigen mengalami penurunan, sedangkan untuk kadar karbon meningkat. Hal ini dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



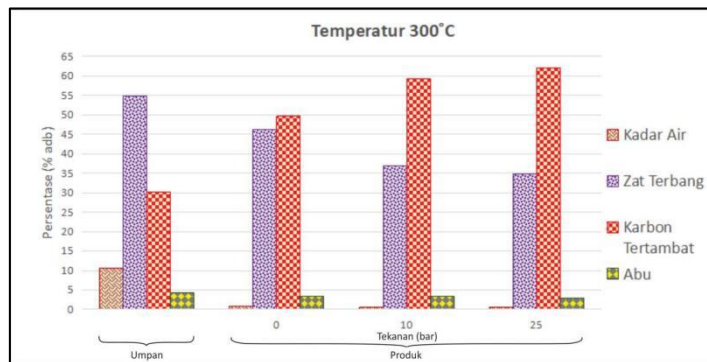
Gambar 3. Analisis Nilai Kalor Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 3 menunjukkan analisis nilai kalor umpan dan produk pengeringan kondisi 200°C dan 300°C yang diuji pada tekanan yg sama yaitu 25 bar. Kadar nilai kalor semakin meningkat dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



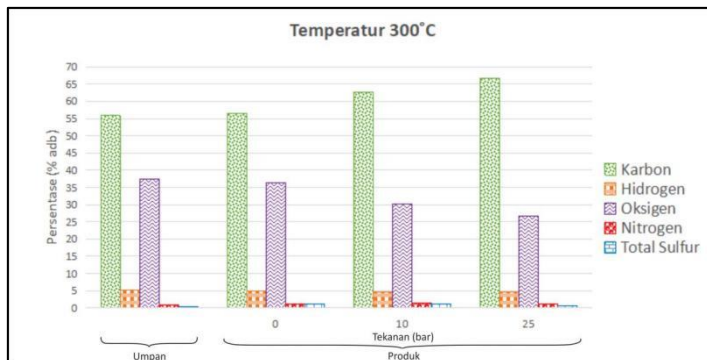
Gambar 4. Analisis Proksimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 4 menunjukkan hilang massa umpan dan produk pengeringan kondisi 200°C dan 300°C yang diuji pada tekanan yg sama yaitu 25 bar. Persentase hilang massa semakin meningkat dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



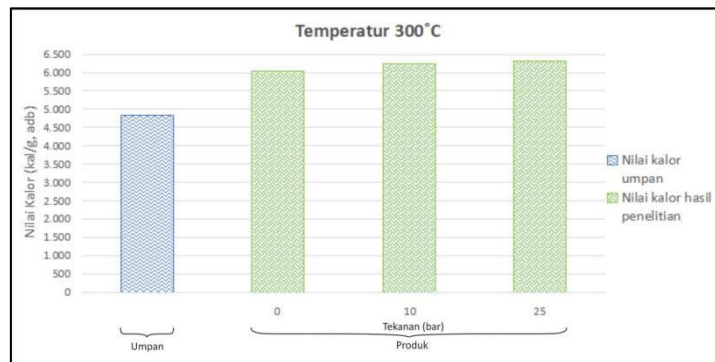
Gambar 5. Analisis Proksimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 5 menunjukkan analisis proksimat umpan dan produk pengeringan kondisi 0 bar, 10 bar, dan 25 bar yang diuji pada temperatur yg sama yaitu 300°C. Kadar air, zat terbang, dan abu mengalami penurunan, sedangkan untuk karbon tertambat meningkat. Hal ini dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



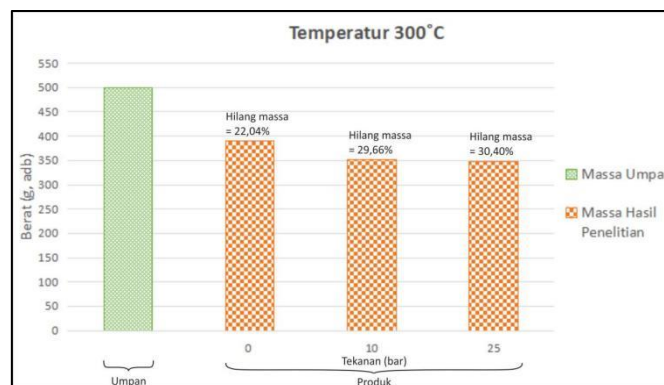
Gambar 6. Analisis Proksimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 6 menunjukkan analisis ultimat umpan dan produk pengeringan kondisi 0 bar, 10 bar, dan 25 bar yang diuji pada temperatur yg sama yaitu 300°C. Kadar hidrogen dan oksigen mengalami penurunan, sedangkan untuk kadar karbon meningkat. Hal ini dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



Gambar 7. Analisis Proksimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 7 menunjukkan analisis nilai kalor umpan dan produk pengeringan kondisi 0 bar, 10 bar, dan 25 bar yang diuji pada temperatur yg sama yaitu 300°C. Kadar nilai kalor semakin meningkat dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.



Gambar 8. Analisis Proksimat Umpan dan Produk Hasil Pengeringan pada Tekanan 25 Bar

Gambar 8 menunjukkan hilang massa umpan dan produk pengeringan kondisi 0 bar, 10 bar, dan 25 bar yang diuji pada temperatur yg sama yaitu 300°C. Persentase hilang massa semakin meningkat dikarenakan oleh pengaruh temperatur yang semakin tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh terhadap karakteristik produk pengeringan batubara baik pada kondisi temperatur 200°C maupun kondisi 300°C. Nilai kalor pada umpan yaitu 4.835 kal/g, pada kondisi 200°C menjadi 5.708 kal/g, sedangkan pada kondisi 300°C menjadi 6.305 kal/g.
2. Penelitian menunjukkan tekanan memberi pengaruh terhadap karakteristik produk pengeringan batubara baik pada kondisi 0 bar, 10 bar, dan 25 bar. Nilai kalor pada umpan yaitu 4835 kal/g, pada kondisi 0 bar menjadi 6.040 kal/g, pada kondisi 10 bar menjadi 6.241 kal/g, sedangkan pada kondisi 25 bar menjadi 6.305 kal/g.

5. **Saran**

Berdasarkan dari penelitian ini, maka penyusun memberikan saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian dengan metode pengeringan lainnya.
2. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan parameter lainnya.
3. Sebaiknya perlu dilakukan analisis lainnya untuk mengetahui apa saja yang berpengaruh terhadap karakteristik batubara.
4. Sebaiknya perlu dilakukan perhitungan ekonomi dari proses pengeringan batubara bertekanan.

Daftar Pustaka

- Arbie, Y, 2006, “Buku Pegangan Rb’s Tentang Kualitas Batubara”, ATC Course Material, Bandung.
- Ardian, A, 2015, “Analisis Proksimat Batubara”, Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta.
- Borman, G.L, 1998, “Combustion Engineering”. McGraw Hill, New York, United States of America.
- Budiraharjo, I, 2011, “Teknologi Pengeringan Lignit”, JCOAL Project Promotion Department.
- Cipta, U, 2017, “Analisa Batubara”, Teknik Geologi, Universitas Pajajaran, Bandung.
- Couch, G.R, 1990, “Lignite Upgrading”, IEA Research.