

SKRIPSI

STUDI TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KARAKTERISTIK BIOARANG



No. INDUK	1360/07
TGL TERIMA	27-05-2007
BETI	
KODE H	
No. BUKU	
KEP. KE	

Disusun Oleh :

JASON IMMANUEL YP.

5303003036

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2007

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: “STUDI TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KARAKTERISTIK BIOARANG”, yang disusun oleh mahasiswa:

Nama : Jason Immanuel Yonatan Poetrodjoyo

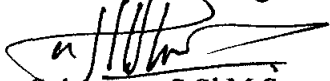
NRP : 5303003036

Tanggal Ujian : 28 Mei 2007

Dinyatakan telah memenuhi sebagai persyaratan kurikulum jurusan Teknik Industri guna memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Teknik Industri.

Surabaya, 28 Mei 2007

Dosen Pembimbing I



Suhartono, S.Si.M.Sc
NIK. 321.LB.0189

Dosen Pembimbing II



Anastasia Lidya M, ST, M.Sc, MMT.
NIK. 531.03.0564

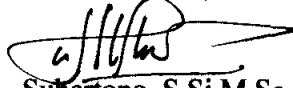
Dewan Penguji,

Ketua,



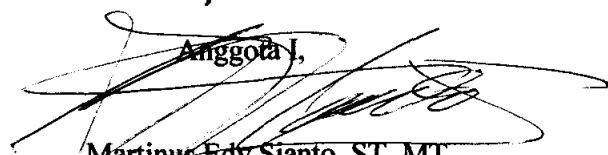
Dian Retno Sari Dewi, ST., MT.
NIK. 531.97.0298

Sekretaris,



Suhartono, S.Si.M.Sc
NIK. 321.LB.0189

Anggota I,



Martinus Edy Sianto, ST., MT
NIK. 531.98.0305

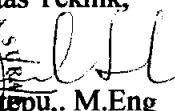
Anggota II,



Julius Mulyono, ST., MT
NIK. 531.97.0299

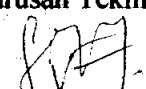
Mengetahui/menyetujui:

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Rastoni Sijepu, M.Eng
NIK. 511.89.0154

Ketua Jurusan Teknik Industri,



Julius Mulyono, ST., MT
NIK. 531.97.0299



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Studi Terhadap Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Karakteristik Bioarang”.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis. Sehingga dengan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi, yaitu:

1. Bapak Ir. Rasional Sitepu, M. Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Bapak Julius Mulyono, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Bapak Suhartono S.Si, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, petunjuk serta pengarahan dalam rangka penyusunan laporan skripsi ini.
4. Ibu Anastasia Lidya M, ST, M.Sc, MMT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya dan Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, petunjuk serta pengarahan dalam rangka penyusunan laporan skripsi ini.
5. Bapak Herman Hindarso, ST., MT., yang telah memberikan bimbingan, petunjuk serta pengarahan dalam rangka penyusunan laporan skripsi ini.
6. Ibu Verydiana A, yang telah memberikan bantuan dalam rangka penyelesaian laporan skripsi ini.
7. Orang tua dan saudara-saudara penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan doa selama masa studi dan dalam rangka pembuatan laporan skripsi ini.

8. Segenap dosen Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah mendidik, membimbing dan membantu selama masa studi maupun selama penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
9. Stephanie Cynthia S yang selalu memberikan dukungan dan bantuan doa selama masa studi dan dalam rangka pembuatan laporan skripsi ini.
10. Semua pihak serta teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung didalam penyusunan skripsi ini.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyusun, mengolah data dan keterangan serta menampilkan sebaik mungkin. Tetapi penulis menyadari bahwa penulis memiliki banyak kelemahan dan kekurangan, jika dalam laporan ini terdapat kekurangan, maka penulis sangat mengharapkan dan menghargai kritik, saran serta petunjuk yang bersifat membangun. Akhir kata semoga laporan ini berguna dan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Mei 2007

Penulis

ABSTRAK

Manusia memiliki ketergantungan akan minyak bumi dan gas alam yang merupakan sumber energi, tetapi karena minyak bumi dan gas alam tergolong sebagai bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui maka cadangannya semakin menipis. Bioarang merupakan alternatif sumber energi baru yang dapat dibuat dari proses konversi biomassa. Bahan-bahan yang tergolong sebagai biomassa adalah bahan dari limbah pertanian dan kehutanan. Biomassa dikonversikan menjadi bioarang agar nilai kalornya meningkat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam hal penggunaan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh faktor-faktor terhadap proses konversi biomassa, dan mengetahui kondisi operasi proses konversi yang optimal. Pada penelitian ini faktor jenis biomassa, suhu pirolisis, jenis gas inert, dan laju alir gas inert diduga berpengaruh terhadap proses konversi biomassa. Pengaruh faktor-faktor diuji dengan ANOVA, sedangkan kondisi operasi optimal diketahui dari rata-rata persentase *charcoal* dan persentase karbon tetap yang terbesar. Berdasarkan hasil uji ANOVA diketahui bahwa keempat faktor utama dan efek interaksi faktor-faktor signifikan berpengaruh pada proses konversi biomassa. Berdasarkan hasil statistik deskriptif percobaan diketahui bahwa kondisi operasi optimal untuk kedua variabel respon penelitian adalah dengan jenis biomassa tongkol jagung, jenis gas inert N₂, laju alir gas inert 6 L/menit, tetapi terdapat perbedaan pada suhu pirolisis dimana persentase *charcoal* menggunakan suhu 250°C sedangkan persentase karbon tetap menggunakan suhu 450°C.

Kata kunci: Bioarang, Biomassa, Konversi, Suhu Pirolisis, Gas Inert, ANOVA, Statistik Deskriptif

ABSTRACT

Petroleum and nature gas are source of energy, because they are included unrenewable fuel, so their stock become thin. Biocharcoal represents the new source of energy alternative which it can be made from the biomass conversion process. There are three kinds of biomass material for this research, they are straw, humus, and corn cob. Biomass is converted to biocharcoal for increasing the heat value. It can increase the efficiency in using energy. This experiment has intended to study about the influence factors toward biomass conversion process, and to know the optimal operation condition conversion process. In this experiment, the factor of species biomass, pyrolysis temperature, gas and gas flow rate are supposed to influence toward biomass conversion process. The factors are tested by ANOVA, whereas the optimal operation condition is achieved to the highest charcoal percentage and carbon percentage. Based on ANOVA result, it is known that all mainly factors and factors interaction effect are significantly influenced the biocharcoal. Based on the statistic descriptive experiment, it is known that the best material for biomass conversion process area corn cob, and optimal operation condition is achieved at the second variable response experiment with species biomass are corn cob, gas N₂, gas flow rate 6 L/minute, there is difference in pyrolysis temperature. The percentage of charcoal used 250 °C temperature produced the biggest. Whereas the percentage of carbon produced the biggest when it used 450 °C temperature.

Key words: Biocharcoal, Biomass, Conversion, Pyrolysis Temperature, Gas, Gas Flow Rate, ANOVA, Statistic Descriptive.

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR ARTI NOTASI.....	xv
DAFTAR ISTILAH.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Kimia	
2.1.1 Bioarang.....	6
2.1.2 Pirolisis.....	9
2.2 Tinjauan Desain Experimen.....	10
2.2.1 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	10
2.2.2 Pengujian Efek Faktor Utama dan Interaksi Antar Faktor.....	15
2.2.3 Selang Kepercayaan (<i>Interval Confidence</i>).....	16
2.2.4 Analisis Residual.....	17
2.2.4.1 Pengujian Heterokedastisitas Residual (Identik).....	17

	2.2.4.2 Pengujian Distribusi Normal Untuk Residual.....	19
	2.2.5 Analisis Korelasi.....	19
BAB III	METODE PENELITIAN	
	3.1 Penetapan Variabel Penelitian.....	21
	3.2 Rancangan Penelitian Konversi Biomassa Menjadi Bioarang	22
	3.3 Bahan dan Alat Penelitian	
	3.3.1 Bahan Penelitian.....	23
	3.3.2 Alat Penelitian.....	25
	3.4 Rangkaian Alat Penelitian.....	27
	3.5 Cara Penelitian	
	3.5.1 Persiapan Bahan Baku Biomassa.....	28
	3.5.2 Prosedur Pembuatan Bioarang Tanpa Adanya Gas Inert.....	29
	3.5.3 Prosedur Pembuatan Bioarang Dengan Gas Inert.....	30
	3.6 Perhitungan Hasil Penelitian dan Variabel Respon.....	31
	3.6.1 Penentuan Kadar Air.....	32
	3.6.2 Penentuan Kadar Bahan Volatil.....	32
	3.6.2 Penentuan Kadar Abu.....	33
	3.6.3 Penentuan Kadar Karbon Tetap.....	33
	3.6 Tahap Penelitian.....	34
BAB IV	PENGUMPULAN dan PENGOLAHAN DATA	
	4.1 Pengumpulan Data.....	37
	4.2 Pengolahan Data	
	4.2.1 Hasil Deskriptif Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert.....	39
	4.2.2 Hasil ANOVA Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert.....	40

4.2.3	Uji Hipotesis Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert	
4.2.3.1	Efek Faktor Utama Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert.....	41
4.2.3.2	Efek Interaksi 2 Faktor Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert.....	42
4.2.4	Hasil Deskriptif Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	42
4.2.5	Hasil ANOVA Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	44
4.2.6	Uji Hipotesis Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Dengan Gas Inert	
4.2.6.1	Efek Faktor Utama Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	47
4.2.6.2	Efek Interaksi 2 Faktor Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	48
4.2.6.3	Efek Interaksi 3 Faktor Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	50
4.2.6.4	Efek Interaksi 4 Faktor Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	51
4.2.7	Kondisi Optimum Proses Konversi Biomassa.....	51
4.2.7.1	Kondisi Optimum Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Proses Konversi Biomassa Tanpa Gas Inert.....	52
4.2.7.2	Kondisi Optimum Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Proses Konversi Biomassa Dengan Gas Inert.....	53
4.2.8	Korelasi Antara Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap.....	54

BAB V ANALISA DATA

5.1	Analisis Pengaruh Efek Faktor Utama dan Efek Interaksi Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Konversi Biomassa Tanpa Gas Inert.....	57
5.2	Analisis Uji Hipotesis Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert.....	59
5.3	Analisis Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Proses Konversi Biomassa Tanpa Gas Inert.....	60
5.4	Analisis Kondisi Optimal Proses Konversi Biomassa Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert.....	63
5.5	Analisis Korelasi Antara Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Konversi Biomassa Tanpa Gas Inert.....	67
5.6	Analisis Pengaruh Efek Faktor Utama dan Efek Interaksi Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Konversi Biomassa Dengan Gas Inert.....	68
5.7	Analisis Uji Hipotesis Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	72
5.8	Analisis Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Proses Konversi Biomassa Dengan Gas Inert.....	73
5.9	Analisis Kondisi Optimal Proses Konversi Biomassa Untuk Percobaan Dengan Gas Inert.....	77
5.10	Analisis Korelasi Antara Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Untuk Konversi Biomassa Dengan Gas Inert.....	81

BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan.....	83
6.2	Saran.....	83

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A	DATA PENGAMATAN
LAMPIRAN B	GENERAL LINEAR MODEL
LAMPIRAN C	TABEL DISTRIBUSI - t

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Kalor Limbah Pertanian.....	8
Tabel 2.2	Anova 4 Faktor Pada Rancangan Faktorial.....	14
Tabel 3.1	Rancangan Penelitian Proses Konversi Biomassa Menjadi Bioarang Untuk Penelitian Tanpa Menggunakan Gas Inert.....	23
Tabel 3.2	Rancangan Penelitian Proses Konversi Biomassa Menjadi Bioarang Untuk Penelitian Dengan Menggunakan Gas Inert.....	23
Tabel 4.1	Data Percobaan Pirolisis Biomassa Untuk Pembuatan Bioarang Tanpa Gas Inert.....	38
Tabel 4.2	Hasil Deskriptif Efek Jenis Biomassa Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	39
Tabel 4.3	Hasil Deskriptif Efek Suhu Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	39
Tabel 4.4	Hasil Deskriptif Efek Interaksi Jenis Biomassa dan Suhu Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	40
Tabel 4.5	Analisis Varian Persentase <i>Charcoal</i> Tanpa Gas Inert.....	41
Tabel 4.6	Analisis Varian Persentase Karbon Tetap Tanpa Gas Inert.....	41
Tabel 4.7	Hasil Deskriptif Efek Jenis Biomassa Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	42
Tabel 4.8	Hasil Deskriptif Efek Suhu Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	43

Tabel 4.9	Hasil Deskriptif Efek Jenis Gas Inert Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	43
Tabel 4.10	Hasil Deskriptif Efek Laju Alir Gas Inert Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	43
Tabel 4.11	Hasil Deskriptif Efek Interaksi Jenis Biomassa, Suhu, Jenis Gas Inert, dan Laju Alir Gas Inert Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert Untuk Suhu 250 ⁰ C, Suhu 450 ⁰ C, dan Laju Alir Gas Inert 6.00L/menit.....	44
Tabel 4.12	Analisis Varian Persentase <i>Charcoal</i> Dengan Gas Inert.....	46
Tabel 4.13	Analisis Varian Persentase Karbon Tetap Dengan Gas Inert.....	46
Tabel 4.14	Kondisi Optimum Proses Konversi Biomassa Tanpa Gas Inert Untuk Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap.....	52
Tabel 4.15	Kondisi Optimum Proses Konversi Biomassa Dengan Gas Inert Untuk Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap.....	53
Tabel 5.1	Hasil Uji Hipotesis Percobaan Tanpa Gas Inert Untuk Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap.....	59
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Efek Faktor Utama Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	64
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Efek Interaksi 2 Faktor Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	65
Tabel 5.4	Hasil Perhitungan Efek Faktor Utama Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	65
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Efek Interaksi 2 Faktor Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Tanpa Gas Inert.....	66

Tabel 5.6	Tabel Optimal Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	66
Tabel 5.7	Tabel Korelasi Antara Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	67
Tabel 5.8	Hasil Uji Hipotesis Percobaan Dengan Gas Inert Untuk Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap.....	72
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Efek Faktor Utama Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	78
Tabel 5.10	Contoh Hasil Perhitungan Efek Interaksi 4 Faktor Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	78
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Efek Faktor Utama Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	79
Tabel 5.12	Contoh Hasil Perhitungan Efek Interaksi 4 Faktor Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Percobaan Dengan Gas Inert.....	79
Tabel 5.13	Tabel Optimal Persentase <i>Charcoal</i> dan dan Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	80
Tabel 5.14	Tabel Korelasi Antara Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	82
Tabel 5.15	Rekapitulasi Tabel Optimum Untuk Percobaan Tanpa Gas Inert dan Dengan Gas Inert.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola Hipotesis Residual Dengan Nilai Taksiran $\hat{Y}$	18
Gambar 3.1	Bahan Baku Jerami Padi.....	24
Gambar 3.2	Bahan Baku Daun Sono.....	24
Gambar 3.3	Bahan Baku Tongkol Jagung.....	25
Gambar 3.4	Rangkaian Alat-1 Untuk Proses Pirolisis.....	27
Gambar 3.5	Rangkaian Alat-2 Untuk Proses Pirolisis.....	27
Gambar 3.6	Rangkaian Alat Keseluruhan Untuk Proses Pirolisis.....	28
Gambar 3.7	Hasil Bioarang Setelah Dipres Dengan Tambahan Biooil dan Lem Kanji.....	31
Gambar 3.8	<i>Flow Chart</i> Tahap Penelitian.....	34
Gambar 4.1	<i>Scatterplot</i> Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Tanpa Gas Inert.....	54
Gambar 4.2	<i>Scatterplot</i> Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Dengan Gas Inert N ₂ dan CO ₂	55
Gambar 5.1	Plot Efek Faktor Utama Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	57
Gambar 5.2	<i>Interaction</i> Plot Pengaruh Jenis Biomassa dan Suhu Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	58
Gambar 5.3	Plot Efek Faktor Utama Terhadap Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert... ..	58
Gambar 5.4	<i>Interaction</i> Plot Pengaruh Jenis Biomassa dan Suhu Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	59
Gambar 5.5	Plot Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Tanpa Gas Inert.	60
Gambar 5.6	Normal <i>Probability</i> Plot Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	61
Gambar 5.7	Plot Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Setelah Penghilangan Data Ekstrim Pada Konversi Tanpa Gas Inert....	61

Gambar 5.8	Normal <i>Probability</i> Plot Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Setelah Penghilangan Data Ekstrim Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	62
Gambar 5.9	Plot Residual Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	62
Gambar 5.10	Normal <i>Probability</i> Plot Residual Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	62
Gambar 5.11	<i>Scatterplot</i> Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Tanpa Gas Inert.....	67
Gambar 5.12	Plot Efek Faktor Utama Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	68
Gambar 5.13	Plot Efek Interaksi 2 Faktor Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	69
Gambar 5.14	Plot Efek Faktor Utama Terhadap Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	70
Gambar 5.15	Plot Efek Interaksi 2 Faktor Terhadap Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	71
Gambar 5.16	Plot Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	73
Gambar 5.17	Normal <i>Probability</i> Plot Residual Untuk Persentase <i>Charcoal</i> Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	74
Gambar 5.18	Plot Residual Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	75
Gambar 5.19	Normal <i>Probability</i> Plot Residual Untuk Persentase Karbon Tetap Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	76
Gambar 5.20	Plot Residual Untuk Persentase Karbon Tetap Setelah Penghilangan Data Ekstrim Pada Konversi Dengan Gas Inert	76
Gambar 5.21	Normal <i>Probability</i> Plot Residual Untuk Persentase Karbon Tetap Setelah Penghilangan Data Ekstrim Pada Konversi Dengan Gas Inert.....	77

Gambar 5.22	Plot Efek Suhu Terhadap Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap.....	80
Gambar 5.23	<i>Scatterplot</i> Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Dengan Gas Inert Untuk $r_{xy}(1)$ Jenis Biomassa Jerami Padi.....	81
Gambar 5.24	<i>Scatterplot</i> Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Dengan Gas Inert Untuk $r_{xy}(2)$ Jenis Biomassa Daun Sono.....	81
Gambar 5.25	<i>Scatterplot</i> Persentase <i>Charcoal</i> dan Persentase Karbon Tetap Dengan Gas Inert Untuk $r_{xy}(3)$ Jenis Biomassa Tongkol Jagung.....	82

DAFTAR ARTI NOTASI

% Char	=	Persentase <i>Charcoal</i> atau Persentase Arang
% Tar	=	Persentase Tar atau Persentase Cair
% Gas	=	Persentase Gas
% MC	=	<i>Moisture Content</i> atau Kadar Air
% VM	=	<i>Volatile Matter</i> atau Kadar Bahan Volatil
% Ash	=	Kadar Abu
% C	=	<i>Fixed Carbon</i> atau Kadar Karbon Tetap

DAFTAR ISTILAH

Biomassa	: Berbagai bahan hayati seperti dedaunan, ranting, gulma, gambut, dan sebagainya.
<i>Charcoal</i>	: Arang.
Destilat	: Cairan kental yang biasa disebut tar dan cairan encer yang mengandung asam asetat, metanol, dan substansi organik bersifat polar.
Devolatilisasi	: Peralihan atau perubahan akibat proses pirolisis.
Karbon Tetap	: Unsur karbon yang terkandung dalam arang yang menunjukkan kualitas dari arang tersebut.
Kondensasi	: Perubahan wujud dari gas menjadi cair pada suatu zat yang berupa cairan pada temperatur dan tekanan ruang.
Konversi	: Proses perubahan wujud dari biomassa menjadi bioarang dengan bantuan proses pirolisis.
Nilai Kalor	: Panas yang dilepaskan oleh pembakaran suatu bahan ke lingkungan sekitarnya.
Pirolisis	: Proses perlakuan panas terhadap biomassa pada suhu tinggi tanpa adanya udara ataupun dengan udara dalam jumlah terbatas, agar biomassa menjadi terurai.