UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
PERNYATAAN iii
HALAMAN PERSETUJUAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR DAN ARTI LAMBANG xviii
INTISARI xx
ABSTRACT xxi
BAB 1. PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Keaslian Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 10
1.4.1. Untuk Pembangunan Negara 10
1.4.2. Untuk Pengetahuan dan Teknologi 10
1.5. Tujuan Penelitian 11
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA 12
2.1. Tinjauan Pustaka 12
2.1.1. Minyak Bekatul 12
2.1.2. Senyawa Antioksidan dalam Minyak Bekatul 15
2.1.3. Metode Pengambilan Minyak Bekatul dari Bekatul 21
2.1.4. Metode Pengambilan Oryzanol 22
2.1.5. Karakterisasi Oryzanol 25
2.1.6. Pengertian Adsorpsi dan Desorpsi 27
2.1.7. Adsorben 28

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.1.8. Silika Gel 30
2.1.9. Proses Pemisahan Oryzanol dari Trigliserida 32
2.1.10. Mekanisme Adsorpsi dan Desorpsi 34
2.1.11. Deskripsi Kuantitatif Tahapan Mekanisme Adsorpsi 36
2.1.12. Deskripsi Kuantitatif Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 39
2.2. Landasan Teori 40
2.2.1. Pemodelan Adsorpsi Proses *Batch* 40
2.2.1.1. Neraca massa oryzanol dalam cairan 41
2.2.1.2. Neraca massa oryzanol dalam partikel 41
2.2.1.2.1. Model 1: D_{er} dan K_f bernilai konstan 43
2.2.1.2.2. Model 2: $D_{er} = D_{e0}r$ dan K_f bernilai konstan 43
2.2.1.2.3. Model 3: $D_{er} = D_{e0}r^2$ dan K_f bernilai konstan 44
2.2.1.2.4. Model 4: $D_{er} = D_{e0}r^2$ dan $K_f = K(1 + \alpha r)$ 44
2.2.1.3. Kondisi batas proses adsorpsi *batch* 45
2.2.2. Pemodelan Adsorpsi – Desorpsi dalam Kolom Isian 45
2.2.2.1. Neraca massa oryzanol dalam cairan di kolom adsorpsi 46
2.2.2.2. Neraca massa oryzanol dalam partikel di kolom adsorpsi 47
2.2.2.2.1. Konsep 1: ada gradien konsentrasi dalam intra partikel 47
2.2.2.2.1.1. Model A: D_{er} dan K_f bernilai konstan 48
2.2.2.2.1.2. Model B: $D_{er} = D_{e0}r$ dan K_f bernilai konstan 48
2.2.2.2.1.3. Model C: $D_{er} = D_{e0}r$ dan $K_f = K(1 + \alpha r)$ 48
2.2.2.2.2. Konsep 2: tanpa gradien konsentrasi dalam intra partikel (Model D) 49

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.2.3. Kondisi batas proses adsorpsi – desorpsi dalam kolom isian 49
2.2.3. Pengembangan Model: Kriteria Kinerja Kolom Isian 50
BAB 3. METODE PENELITIAN 54
3.1. Tahapan Penelitian 54
3.2. Alat dan Bahan 57
3.2.1. Alat 57
3.2.2. Bahan 58
3.1.2.1. Spesifikasi Minyak Bekatul 58
3.1.2.2. Spesifikasi Oryzanol 59
3.1.2.3. Spesifikasi Silika Gel 59
3.1.2.4. Spesifikasi Pelarut 60
3.3. Percobaan 60
3.3.1. Langkah Kerja Penentuan Titik Lebur Oryzanol 60
3.3.1.1. Penentuan titik lebur oryzanol secara manual 60
3.3.1.2. Penentuan titik lebur oryzanol secara digital 60
3.3.2. Langkah Kerja Pembuatan Larutan Penanda (*Stain Solution*) 61
3.3.3. Langkah Kerja Penentuan Pelarut 61
3.3.4. Pembuatan Larutan Induk (*Stock Solution*) 63
3.3.5. Pembuatan Kurva Standar Konsentrasi Oryzanol 63
3.3.6. Optimasi Waktu Kontak 63
3.3.7. Percobaan Kesetimbangan dan Kinetika Adsorpsi Proses *Batch* 64
3.3.8. Percobaan Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 65
3.4. Analisis Hasil 66
3.4.1. Penyelesaian Numeris Model Adsorpsi *Batch* 67
3.4.1.1. Penyelesaian numeris model 1: D_{er} dan k_f bernilai konstan 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4.1.2. Penyelesaian numeris model 2: $D_{er} = D_{e0}r$ dan K_f bernilai konstan 71
3.4.1.3. Penyelesaian numeris model 3: $D_{er} = D_{e0}r^2$ dan K_f bernilai konstan 72
3.4.1.4. Penyelesaian numeris model 4: $D_{er} = D_{e0}r^2$ dan $K_f = K(1 + \alpha r)$ 73
3.4.2. Penyelesaian Numeris Model Adsorpsi – Desorpsi dalam Kolom Isian 76
3.4.2.1. Penyelesaian numeris neraca massa oryzanol dalam cairan 77
3.4.2.2. Penyelesaian numeris neraca massa oryzanol dalam butir silika gel 79
3.4.2.2.1. Penyelesaian numeris model A: D_{er} dan K_f bernilai konstan 79
3.4.2.2.2. Penyelesaian numeris model B: $D_{er} = D_{e0}r$ dan K_f bernilai konstan 81
3.4.2.2.3. Penyelesaian numeris model C: $D_{er} = D_{e0}r$ dan $K_f = K(1 + \alpha r)$ 82
3.4.2.2.4. Penyelesaian numeris model D: tanpa gradien intra partikel 84
3.4.3. Penyelesain Numeris Optimasi Siklus Adsorpsi – Desorpsi 85
BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 86
4.1. Studi Eksploratif 87
4.1.1. Penentuan Campuran Pelarut 87
4.1.2. Identifikasi Bahan Baku Oryzanol 93
4.1.3. Kurva Standar 95
4.1.4. Identifikasi Bahan Baku Minyak Bekatul 97
4.2. Data Percobaan Adsorpsi *Batch* 98

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3. Hasil Pemodelan Adsorpsi *Batch* 100
4.3.1. Pengaruh Waktu Kontak 100
4.3.2. Model Kesetimbangan Adsorpsi 101
4.3.3. Pengaruh Suhu Terhadap Kesetimbangan Adsorpsi 105
4.3.4. Parameter Termodinamika Kesetimbangan Adsorpsi 108
4.4. Hasil Pemodelan Kinetika Adsorpsi *Batch* 110
4.4.1. Model 1 Kinetika Adsorpsi *Batch* 112
4.4.2. Model 2 dan Model 3 Kinetika Adsorpsi *Batch* 115
4.4.3. Model 4 Kinetika Adsorpsi *Batch* 118
4.4.4. Kesimpulan Pemodelan Kinetika Adsorpsi *Batch* 119
4.5. Data Percobaan Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 121
4.6. Hasil Pemodelan Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 123
4.6.1. Model A Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 125
4.6.2. Model B Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 127
4.6.3. Model C Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 128
4.6.4. Model D Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom Isian 129
4.6.5. Kesimpulan Pemodelan Kinetika Adsorpsi-Desorpsi dalam Kolom Isian 129
4.7. Optimasi Siklus Adsorpsi - Desorpsi dalam Kolom 133
4.7.1. Penentuan Kriteria Kinerja Kolom Isian 135
4.7.2. Formulasi Kelompok Tak Berdimensi 137
4.7.3. Optimasi Siklus Adsorpsi–Desorpsi dengan Formulasi Kelompok Tak Berdimensi 139
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN 142
DAFTAR PUSTAKA 145

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tahapan Proses Pemurnian Minyak Bekatul : (A) Secara Kimiawi dan (B) Secara Fisis	15
Gambar 2.2.	Struktur Molekul Tokoferol dan Tokotrienol (Orthoefer, 2005)	16
Gambar 2.3.	Tipe Gugus Silanol (Si – OH) dalam Silika Gel (Yang, 2003).	31
Gambar 2.4.	Hidrolisis Trigliserida Minyak (Ketaren, 2008)	33
Gambar 2.5.	Elemen Volume dalam Partikel Adsorben Silika Gel untuk Pemodelan Adsorpsi *Batch*	42
Gambar 2.6.	Skematis (A) Kolom Isian untuk Proses Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol dan (B) Elemen Volume untuk Perhitungan Neraca Massa	46
Gambar 2.7.	Tipikal Kurva *Mass Transfer Zone* (MTZ) dan Periodisasi Siklus dalam Proses Adsorpsi-Desorpsi	50
Gambar 3.1.	Tahapan Pelaksanaan Penelitian	54
Gambar 3.2.	Pelaksanaan Penelitian Disertasi dan Luaran Publikasi	55
Gambar 3.3.	Rangkaian Alat Penentuan Campuran Pelarut	62
Gambar 3.4.	Rangkaian Peralatan Adsorpsi *Batch*	64
Gambar 3.5.	Rangkaian Peralatan Adsorpsi dalam Kolom Isian	65
Gambar 3.6.	Matriks Tri Diagonal dari Konstanta Persamaan Linier Multi Variabel untuk Penyelesaian Numeris Proses Adsorpsi *Batch*	68
Gambar 3.7.	Skematis Setengah Elemen Volume yang Digunakan dalam Pemodelan Adsorpsi *Batch* di Permukaan Butir Adsorben	70

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.8.	Algoritma Penyelesaian Numeris Model Matematis untuk Proses Adsorpsi *Batch*	75
Gambar 3.9.	Struktur Program (*Loop*) untuk Penyelesaian Numeris Neraca Massa Oryzanol di dalam Kolom Isian.	76
Gambar 3.10.	Setengah Elemen Volume untuk Penjabaran Neraca Massa Oryzanol dalam *Bulk* Cairan di Bagian *Outlet* Kolom Adsorpsi	78
Gambar 3.11.	Skematis Setengah Elemen Volume untuk Penjabaran Neraca Massa Oryzanol di Pusat Partikel Adsorben	80
Gambar 4.1.	Diagramatis Kromatogram Minyak Bekatul (S) dan Oryzanol (M) Menggunakan Pelarut (A) n-Heksana 100, (B) n-Heksana:Etil Asetat = 90:10, (C) n-Heksana:DCM = 90:10, (D) n-Heksana:Kloroform = 90:10, dan (E) n-Heksana:Aseton = 90:/10	89
Gambar 4.2.	Diagramatis Kromatogram Pemisahan Minyak Bekatul (S) dan Oryzanol (M) Menggunakan Campuran Pelarut dengan Perbandingan n-Heksana: Etil Asetat = (A) 95:5, (B) 90:10, (C) 85:15, dan (D) 80:20.	90
Gambar 4.3.	Diagramatis Kromatogram Pemisahan Minyak Bekatul (S) dan Oryzanol (M) Menggunakan Campuran Pelarut dengan Perbandingan n-Heksana:Aseton = (A) 90:10, (B) 85:15, dan (C) 80:20.	91
Gambar 4.4.	Kurva Standar Oryzanol: (A) Konsentrasi Oryzanol dalam mg/ml, (B) Konsentrasi Oryzanol dalam ppm.	97
Gambar 4.5.	Profil Konsentrasi Oryzanol Tersisa dalam Larutan Selama Proses Adsorpsi pada Silika Gel dengan Diameter Rerata 0,0815 mm.	101

14

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.6.	Grafik Regresi Linear Penentuan Model Isoterm Kesetimbangan pada Suhu 29,5 ^{o}C (A) Model Freundlich, (B) Model Langmuir, (C) Koefisien Distribusi.	103
Gambar 4.7.	Hubungan Konsentrasi Kesetimbangan (C_e) dan Jumlah Oryzanol Teradsorp (q_e) Secara Teoritis Berdasar Model Isoterm Kesetimbangan Freundlich	105
Gambar 4.8.	Hubungan Konsentrasi Kesetimbangan (C_e) dan Jumlah Oryzanol Teradsorpsi (q_e) pada Berbagai Suhu Operasi	107
Gambar 4.9.	Korelasi ln(K_c) dan 1/T	109
Gambar 4.10.	Profil Konsentrasi Oryzanol Tersisa dalam Larutan Selama Proses Adsorpsi pada Silika Gel Berbeda Ukuran	110
Gambar 4.11.	Profil Konsentrasi Oryzanol dalam Adsorpsi *Batch* Hasil Percobaan dan Hasil Model 1 untuk Silika Gel Berbeda Ukuran Partikel.	112
Gambar 4.12.	Profil Konsentrasi Oryzanol dalam Adsorben pada Berbagai Waktu dan Berbagai Jarak dari Pusat Partikel untuk Diameter Partikel Rerata 0,0815 mm	114
Gambar 4.13.	Profil Konsentrasi Oryzanol dalam Adsorben pada Berbagai Waktu dan Berbagai Jarak dari Pusat Partikel untuk Diameter Partikel Rerata 0,35 mm	115
Gambar 4.14.	Perbandingan Profil Konsentrasi Oryzanol dalam Adsorben pada Berbagai Waktu dan Berbagai Jarak dari Pusat Partikel untuk Ukuran Berbeda	115

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.15.	Profil Rasio Konsentrasi Oryzanol dalam Adsorpsi *Batch* Hasil Percobaan dan Hasil Model 2 dan Model 3 untuk Silika Gel Berbeda Ukuran Partikel.	116
Gambar 4.16.	Profil Konsentrasi Oryzanol Tersisa dalam Larutan Berdasar Model 4	118
Gambar 4.17.	Profil Penetrasi Oryzanol pada Berbagai Jarak dari Pusat Partikel Berdasar Model 4	121
Gambar 4.18.	Kurva Mass Transfer Zone Hasil Percobaan Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol untuk Silika Gel Berbeda Ukuran	124
Gambar 4.19.	Data Percobaan dan Hasil Simulasi Model A Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol untuk Silika Gel Berbeda Ukuran dalam Kolom Adsorpsi	126
Gambar 4.20.	Pengaruh Pergeseran Waktu *Flooding* dalam Proses Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol untuk Diameter Partikel Rerata 0,0815 mm	134
Gambar 4.21.	Pengaruh Pergeseran Waktu *Flooding* dalam Proses Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol untuk Diameter Rerata Partikel 0,35 mm	134
Gambar 4.22.	Profil Nilai *Recovery* Periode Adsorpsi Sebagai Fungsi Waktu Adsorpsi	136
Gambar 4.23.	Profil Nilai Recovery Periode Desorpsi Sebagai Fungsi Waktu Operasi	137
Gambar 4.24.	Perbandingan Kelompok Tak Berdimensi Data dan Hasil Simulasi untuk (A) Waktu Periode Adsorpsi, θ_{ads} dan (B) Waktu Periode Desorpsi, θ_{des}	140

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Publikasi Metode Pengambilan Minyak Bekatul dari Bekatul	4
Tabel 1.2.	Publikasi Pemisahan Oryzanol dan Kuantifikasi Proses	7
Tabel 2.1.	Titik Asap dan Kandungan Lemak Berbagai Minyak Nabati	13
Tabel 2.2.	Komposisi Asam Lemak (% berat) Penyusun Minyak Bekatul	14
Tabel 2.3.	Kandungan Antioksidan Alami Berbagai Minyak Nabati (dalam ppm)	16
Tabel 2.4.	Konsentrasi Tokol (mg/100g) dalam Berbagai Tahapan Proses	17
Tabel 2.5.	Komposisi Minyak Bekatul dalam 100 cm^3 Sampel	17
Tabel 2.6.	Struktur Molekul Komponen Utama Oryzanol	19
Tabel 2.7.	Studi Karakterisasi Oryzanol	25
Tabel 2.8.	Perkembangan Konsumsi Adsorben Dunia[a]	29
Tabel 2.9.	Polaritas Beberapa Pelarut berdasar Index Snyder	36
Tabel 2.10.	Model Kesetimbangan Adsorpsi Isotermal	37
Tabel 3.1.	Luaran dan Identitas Publikasi	56
Tabel 3.2	Komposisi (% Area) Asam Lemak Penyusun Minyak Bekatul	58
Tabel 3.3	Hasil Uji Silika Gel Berbeda Ukuran Partikel	59
Tabel 4.1.	Pertimbangan Pemilihan Pelarut Kedua untuk Proses Adsorpsi	92
Tabel 4.2.	Hasil Uji Titik Lebur Oryzanol dan Data Literatur Titik Lebur Oryzanol	94

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.3.	Data Absorbansi Sampel Oryzanol untuk Pembuatan Kurva Standar.	96
Tabel 4.4.	Konsentrasi Oryzanol dalam Sampel Minyak Bekatul Awal.	97
Tabel 4.5.	Data Konsentrasi Oryzanol Setiap Saat Selama Proses Adsorpsi *Batch*	98
Tabel 4.6.	Data Konsentrasi Oryzanol Kesetimbangan pada Suhu Operasi 29,5^{o}C	99
Tabel 4.7.	Data Konsentrasi Oryzanol Kesetimbangan pada Suhu Operasi 34^{o}C	99
Tabel 4.8.	Data Konsentrasi Oryzanol Kesetimbangan pada Suhu Operasi 40^{o}C	98
Tabel 4.9.	Hasil Perhitungan Jumlah Oryzanol Teradsorp (q_e) pada Suhu Kesetimbangan 29,5^{o}C	102
Tabel 4.10.	Hasil Perhitungan Model Isoterm Kesetimbangan pada Suhu 29,5^{o}C.	102
Tabel 4.11.	Konsentrasi Oryzanol pada Kesetimbangan (Ce) dan Jumlah Oryzanol yang Terjerap (qe) pada Berbagai Suhu Operasi	106
Tabel 4.12.	Hasil Perhitungan Model Isoterm Kesetimbangan pada Berbagai Suhu	108
Tabel 4.13.	Parameter Termodinamika Adsorpsi Oryzanol pada Silika Gel	109
Tabel 4.14.	Parameter Adsorpsi untuk Simulasi Kinetika Adsorpsi *Batch* Model 1	112
Tabel 4.15.	Perbandingan Hasil Percobaan Kinetika dan Kesetimbangan untuk Partikel Berbeda Ukuran	113
Tabel 4.16.	Parameter Adsorpsi dalam Simulasi Model 2	117

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.17.	Parameter Adsorpsi dalam Simulasi Model 3	117
Tabel 4.18.	Parameter Adsorpsi untuk Simulasi Kinetika Adsorpsi *Batch* Model 4	118
Tabel 4.19.	Rangkuman Hasil Komputasi Model Kinetika Adsorpsi *Batch*	119
Tabel 4.20.	Parameter Operasi dalam Percobaan Adsorpsi-Desorpsi Secara Konsekutif untuk Pemisahan Oryzanol	121
Tabel 4.21.	Data Percobaan Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol untuk Diameter Partikel Rerata 0,35 mm.	122
Tabel 4.22.	Data Percobaan Adsorpsi – Desorpsi Oryzanol untuk Diameter Partikel Rerata 0,0815 mm	123
Tabel 4.23.	Parameter Adsorpsi-Desorpsi untuk Simulasi Model A	127
Tabel 4.24.	Parameter Adsorpsi-Desorpsi untuk Simulasi Model B	128
Tabel 4.25.	Parameter Adsorpsi-Desorpsi untuk Simulasi Model C	128
Tabel 4.26.	Parameter Adsorpsi-Desorpsi untuk Simulasi Model D	129
Tabel 4.27.	Rangkuman Hasil Komputasi Model Kinetika Adsorpsi – Desorpsi	130
Tabel 4.28.	Perubahan Kinerja Kolom Isian Eksisting dan Desain pada Perubahan Waktu *Flooding*	135
Tabel 4.29.	Nilai Kelompok Tak Berdimensi Acak untuk Simulasi	139
Tabel 4.30.	Konstanta Kelompok Tak Berdimensi Hasil Simulasi	140
Tabel 4.31.	Justifikasi Model Terhadap Contoh Kasus Acak	141

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR DAN ARTI LAMBANG

α	:	Parameter terhitung untuk konsep koefisien distribusi K_f
a_L	:	Konstanta pada model kesetimbangan Langmuir
a_{sr}	:	Permukaan spesifik pori, cm^2/cm^3
a_z	:	Permukaan spesifik *bed*, cm^2/cm^3
C_F	:	Konsentrasi umpan, mg/ml
C_{Ai}	:	Konsentrasi adsorbat di interface padat – cair, mg/ml
C_{Al}	:	Konsentrasi adsorbat di cairan, mg/ml
C_{Al}^*	:	Konsentrasi adsorbat dalam cairan di *interface*, mg/ml
C_{Aout}	:	Konsnetrasi adsorbat keluar kolom isian, mg/ml
C_{Als}	:	Konsentrasi adsorbat di cairan dalam pori padatan, mg/ml
$(C_{Als})_{Rp}$	:	Konsentrasi adsorbat di cairan dalam pori padatan di permukaan partikel (R_p), mg/ml
C_e	:	Konsentrasi adsorbat dalam cairan pada kesetimbangan, mg/ml
Δz	:	Inkremen arah z, cm
D_{e0}	:	Parameter terhitung untuk konsep D_{er}
D_{er}	:	Difusivitas efektif adsorbat arah radial dalam partikel, cm^2/s
D_{ez}	:	Difusivitas efektif adsorbat arah aksial dalam kolom isian, cm^2/s
D_p	:	Diameter partikel rerata, cm
ε_r	:	Porositas partikel adsorben, -
ε_b	:	Porositas *bed*, -
E	:	Energi proses adsorpsi
$-\Delta G$	:	Energi bebas Gibbs
i	:	Indeks inkremen r
j	:	Indeks inkremen t
K	:	Parameter terhitung untuk koefisien distribusi K_f
K_c	:	Konstanta kesetimbangan adsorpsi berdasar model koefisien distribusi
K_d	:	Konstanta pada model kesetimbangan koefisien distribusi
K_{em}	:	Konstanta pada korelasi empiris waktu siklus adsorpsi – desorpsi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI PEMISAHAN ORYZANOL DARI MINYAK BEKATUL DENGAN PROSES ADSORPSI
ARI DIANA SUSANTI, Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D., Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D., Bu
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

K_f	:	Koefisien distribusi
K_F	:	Konstanta pada model kesetimbangan Freundlich
k_l	:	Koefisien transfer massa dari cairan ke permukaan partikel, 1/s
K_L	:	Konstanta pada model kesetimbangan Langmuir
N_A	:	Kecepatan transfer massa, mg adsorbat/s/cm^2
N_{Ar}	:	Kecepatan transfer massa arah radial dalam partikel, mg adsorbat/s/cm^2
N_{Az}	:	Kecepatan transfer massa arah aksial, mg adsorbat/s/cm^2
n_F	:	Konstanta pada model kesetimbangan Freundlich
N_b	:	Jumlah butir adsorben adsorben
q_e	:	Jumlah adsorbat terserap per berat adsorben pada kesetimbangan, mg adsorbat/mg adsorben
Q	:	Kecepatan volumetrik cairan dalam kolom isian, ml/s
Δr	:	Jarak elemen volume arah r
r	:	Jarak dari pusat partikel adsorben, cm
R	:	Tetapan gas umum, kal/gmol/K
R_{ads}	:	Recovery periode adsorpsi
R_{des}	:	Recovery periode desorpsi
R_p	:	Jari-jari partikel adsorben, cm
s_k	:	Luas permukaan partikel dalam kolom isian, cm^2
Δt	:	Jarak elemen volume arah t
t	:	Waktu, s
t_{ads}	:	Waktu periode adsorpsi, s
t_{des}	:	Waktu periode desorpsi, s
t_{flood}	:	Waktu periode *flooding*, s
T	:	Suhu, K
V	:	Volume cairan / sampel, ml
X_{As}	:	Konsentrasi adsorbat yang terserap oleh permukaan pori, mg/cm^2
Δz	:	Jarak elemen volume arah z
Z	:	Tinggi kolom isian, cm