

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kebaruan Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Tujuan Penulisan	6
1.5 Manfaat Penulisan	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA, LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.1.1 Batang Kelapa Sawit	8
2.1.2 Selulosa	9
2.1.3 <i>Nano Crystal Cellulose</i>	11
2.1.4 Adsorpsi	16
2.1.5 <i>Methylene Blue</i>	19
2.2. Landasan Teori	19
2.2.1 Mekanisme <i>Nano Crystal Cellulose</i> sebagai Adsorben	19
2.2.2 Pengaruh NaOH pada <i>Alkaline Treatment</i>	21
2.2.3 Pengaruh Waktu Sonikasi	23
2.2.4 Studi Kinetika dan Termodinamika	24
2.3 Hipotesis	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan	29
3.2 Alat	29
3.3 Prosedur Penelitian	31
3.3.1 Isolasi NCC menjadi Adsorben	32
3.4 Analisis	33
3.4.1 Analisis Kandungan Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa	33
3.5 Karakterisasi	34
3.5.1 Karakterisasi Gugus Fungsi	34
3.5.2 Pembuatan Kurva Standar dan Uji Adsorpsi	34
3.5.3 Karakterisasi Indeks Kristalinitas	35
3.5.3 Karakterisasi Ukuran Kristal	35
3.5.5 Karakterisasi Morfologi	35
3.5.6 Luas Permukaan dan Distribusi Pori	36
3.5.7 Derajat Putih (ISO Brightness)	36
3.6 Studi Adsorpsi	36
3.7 Variabel Penelitian	37
3.7.1 Variabel Bebas	37
3.7.2 Variabel Terikat	37
3.7.3 Variabel Kontrol	37
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh NaOH pada <i>Alkaline Treatment</i> pada Proses Produksi NCC	38
4.2 Pengaruh Waktu Sonikasi pada Derajat Kristalinitas	46
4.3 Analisis dan Karakterisasi NCC	50
4.4 Studi Adsorpsi	58
4.4.1 Studi Kinetika	58
4.4.2 Studi Termodinamika	62
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	74

Gambar 2.1 Penampang Batang Kelapa Sawit secara Longitudinal dan Horizontal ...	8
Gambar 2.2 Struktur Penampang Biomassa	10
Gambar 2.3 Pemutusan Ikatan antara Lignin dan Selulosa Menggunakan NaOH	12
Gambar 2.4 Mekanisme Reaksi Penghilangan Lignin pada Komponen	13
Gambar 2.5 Mekanisme Hidrolisis Selulosa	14
Gambar 2.6 Mekanisme Reaksi Hidrolisis	15
Gambar 2.7 Mekanisme Tahap Sonikasi	15
Gambar 2.8 Mekanisme Adsorpsi (a) Adsorpsi Fisika (b) Adsorpsi Kimia	18
Gambar 2.9 Struktur <i>Methylene Blue</i>	19
Gambar 2.10 Uji Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	24
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Ekstraksi dan Hidrolisis	29
Gambar 3.2 Rangkaian Alat Sonikasi	30
Gambar 3.3 Rangkaian Alat Adsorpsi	30
Gambar 3.4 Diagram Alir Isolasi NCC	31
Gambar 3.5 Diagram Alir Analisis Chesson.....	33
Gambar 4.1 Persen Kelarutan pada 3,4,5 % (w/v) NaOH	38
Gambar 4.2 Hasil FTIR batang kelapa sawit dan residu setelah proses <i>alkaline treatment</i> dengan menggunakan NaOH	39
Gambar 4.3 Hasil XRD batang kelapa sawit; residu setelah proses <i>alkaline treatment</i>	42

Gambar 4.4 Hasil SEM (a) Batang Kelapa Sawit; residu setelah proses <i>alkaline treatment</i> dengan menggunakan NaOH (b) 3 % (w/v); (c) 4 % (w/v); (d) 5 % (w/v)	44
Gambar 4.5 Hasil XRD Perbedaan Waktu Sonikasi (15,30, dan 45 menit)	46
Gambar 4.6 Adsorpsi <i>Methylene Blue</i> Pada Berbagai Produk Perbedaan Waktu Sonikasi	48
Gambar 4.7 Konfirmasi Hasil FTIR pada Setiap Step Produksi Pembuatan <i>Nano Crystal Cellulose</i> dan Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	51
Gambar 4.8 Hasil XRD Batang Kelapa Sawit, Residu Hasil <i>Alkaline Treatment</i> , Residu Hasil <i>Bleaching</i> dan Produk <i>Nano Crystal Cellulose</i>	54
Gambar 4.9 Hasil SEM (a) Batang Kelapa Sawit; (b) <i>Alkaline Treatment</i> ; (c) <i>Bleaching</i> ; (d) TEM <i>Nano Crystal Cellulose</i> (e) NCC setelah adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	56
Gambar 4.10 Isoterm Linier Plot	57
Gambar 4.11 Studi Adsorpsi pada Konsentrasi a) 1 mg/L <i>metyhlene blue</i> ; b) 2 mg/L <i>metyhlene blue</i> ; c) 3 mg/L <i>metyhlene blue</i>	58
Gambar 4.12 Kapasitas adsorpsi a) 100 rpm; b) 200 rpm; c) 300 rpm	60
Gambar 4.13 Grafik $1/T$ vs $\ln K_c$	64

Tabel 1.1 Data Penelitian Biosorben Berbasis <i>Nano Crystal Cellulose</i>	4
Tabel 2.1 Hasil Kelarutan Bahan Baku	9
Tabel 2.2 Komposisi Batang Kelapa Sawit	9
Tabel 2.3 Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	18
Tabel 2.4 Karakteristik <i>Methylene Blue</i>	19
Tabel 2.5 Mekanisme Adsorpsi <i>Methylene Blue</i> oleh <i>Nano Crystal Cellulose</i>	20
Tabel 4.1 Hasil Analisis Chesson Residu Hasil <i>Alkaline Treatment</i>	41
Tabel 4.2 Nilai Derajat Kristalinitas pada Raw Material dan Residu Hasil <i>Alkaline Treatment</i>	43
Tabel 4.3 Efek 3, 4, 5 % (w/v) NaOH pada Proses <i>Bleaching (ISO Brightness)</i> ..	45
Tabel 4.4 Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Derajat Kristalinitas	47
Tabel 4.5 Ukuran <i>Nano Crystal Cellulosa</i> berdasarkan Perbedaan Waktu	47
Tabel 4.6 Persen Removal Adsorpsi <i>Methylene Blue</i> Menggunakan <i>Nano Crystal Cellulose</i>	49
Tabel 4.7 Hasil Analisis Chesson Pada Berbadai Proses Produksi <i>Nano Crystal Cellulose</i>	50
Tabel 4.8 <i>Peak Assigment</i> Pada Setiap Proses Produksi <i>Nano Crystal Cellulose</i>	53
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Persen Kristalinitas pada Batang Kelapa Sawit, Residu Hasil <i>Alkaline Treatment</i> , Residu Hasil <i>Bleaching</i> , dan Produk <i>Nano Crystal Cellulose</i>	54



Tabel 4.10 Persen Removal Pada Pengadukan 100, 200, dan 300 rpm pada Berbagai Konsentrasi Methylene Blue (1,2, dan 3 mg/L)	59
Tabel 4.11 Konstanta Kecepatan Adsorpsi (k) Pada Pengadukan 100, 200, dan 300 rpm pada Berbagai Konsentrasi <i>Methylene Blue</i> (1,2, dan 3mg/L)	61
Tabel 4.12 Perhitungan Studi Termodinamika	63
Tabel 4.13 Kesimpulan Hasil Studi Kinetika, Termodinamika dan Isoterm Adsorpsi	65

1.1 Gambar Hasil Penelitian	74
1.2 Hasil Analisis Chesson	77
1.3 Hasil Analisis Luas Permukaan	79
1.4 Hasil Analisis Gugus Fungsi (FTIR)	91
1.5 Hasil Analisis Indeks Kristalinitas (XRD)	95
1.6 Hasil Analisis PSA	97
1.7 Hasil Excel Studi Adsorpsi	115
1.8 Perhitungan dengan Matlab.....	117

DAFTAR NOTASI

- k_c = Konstanta kecepatan adsorpsi (liter/menit x m²)
- a = Luas permukaan adsorben (m²/ gram)
- m = Massa adsorben yang digunakan (gram)
- V = Volume larutan (liter)
- C_A^* = Konsentrasi adsorbat yang di fasa cair pada keadaan setimbang (mol/liter)
- C_A = Konsentrasi adsorbat pada cairan (mol/liter)
- $\frac{dC_A}{dt}$ = Distribusi konsentrasi adsorbat yang berada di cairan (mol/menit)
- $\frac{dX_A}{dt}$ = Distribusi konsentrasi adsorbat yang berada di adsorben (mol/menit)
- ΔG^0 = Energi Gibbs (kJ/mol)
- R = Konstanta gas (8,314 J/mol K)
- T = Suhu (K)
- K_c = Konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg)
- ΔH^0 = Parameter entalpi (kJ/mol)
- ΔS^0 = Parameter entropi (J/mol K)
- C_0 = *Initial concentration* adsorbat (mg/L)
- C_e = Konsentrasi adsorbat saat setimbang (mg/L)
- m = Massa adsorbat (gram)
- v = Volume Larutan adsorbat (L)
- α = Xmax Persamaan Langmuir (mg/gram)
- β = Konstanta Persamaan Langmuir x Xmax (L/mg)
- K_f = Konstanta Freundlich terkait kapasitas adsorpsi (mg/g) (L/mg)^{-1/n}