UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

			Halaman
HALAMAN PENGESAHAN			i
PRAKATA			ii
PERNYATAAN			iv
DAFTAR ISI			v
DAFTAR GAMBAR			ix
DAFTAR TABEL			xiv
DAFTAR LAMPIRAN			xvi
DAFTAR SINGKATAN			xviii
INTISARI			xix
ABSTRACT			xxi
BAB I	**PENDAHULUAN**		
	1.1	Latar Belakang Masalah	1
	1.2	Perumusan Masalah	5
	1.3	Keaslian dan Kedalaman Penelitian	6
	1.4	Manfaat Penelitian	8
	1.5	Tujuan Penelitian	8
	1.6	Ruang Lingkup Disertasi	9
BAB II	**TINJAUAN PUSTAKA**		
	2.1	TiO_2 sebagai Fotokatalis: Sifat, Aplikasi dan Modifikasi	12
	2.1.1	Sifat TiO_2	12
	2.1.2	Aplikasi TiO_2	14
	2.1.3	Modifikasi TiO_2 dengan bahan pengemban	16
	2.2	Kitosan sebagai Bahan Pengemban	17
	2.2.1	Tinjauan sifat kitosan	17
	2.2.2	Pengembanan TiO_2 pada kitosan	20

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4 Metode Sintesis Nanokomposit TiO_2-kitosan dalam Penelitian Disertasi ini 24

BAB III LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

3.1 Landasan Teori 27

3.1.1 Sintesis nanokomposit TiO_2-kitosan sebagai fotokatalis 27

3.1.2 Parameter yang berpengaruh dalam sintesis nanokomposit TiO_2-kitosan 36

3.1.3 Prinsip dasar fotokatalisis 39

3.1.4 Fotodegradasi zat warna dan fotoreduksi logam berat terkatalisis TiO_2 40

3.2 Dasar Pemikiran dan Hipotesis 47

3.3 Rancangan Penelitian 50

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan Penelitian 59

4.1.1 Alat-alat 59

4.1.2 Bahan 60

4.2 Prosedur Penelitian 60

4.2.1 Sintesis sol TiO_2 nanopartikel dan nanokomposit TiO_2-kitosan 61

4.2.2 Uji aktivitas fotokatalitik nanokomposit TiO_2-kitosan Terhadap fotodegradasi MO, MB dan fotoreduksi Cu(II) 63

4.2.3 Analisis hasil fotodegradasi MO dan MB 66

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN
BAGIAN 1: SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO KOMPOSIT TIO_2-KITOSAN SEBAGAI FOTOKATALIS

5.1 Sintesis Nanokomposit TiO_2-kitosan 68

5.2 Analisis Produk Hasil Sintesis TiO_2-kitosan 72

5.2.1 Analisis XRD dan TEM 73

5.2.2 Analisis FTIR 78

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.3 Analisis TG/DTA 83

5.3 Karakterisasi Nanokomposit TiO_2-kitosan 87

5.3.1 Karakterisasi nanokomposit TiO_2-kitosan sebagai fotokatalis 87

5.3.2 Pengaruh variabel sintesis terhadap karakter nano komposit TiO_2-kitosan 92

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN
BAGIAN 2: UJI AKTIVITAS FOTOKATALTIK NANO KOMPOSIT TIO_2-KITOSAN TERHADAP FOTODEGRDASI
METIL ORANGE, METILEN BIRU DAN FOTOREDUKSI ION LOGAM Cu(II)

6.1 Aktivitas Fotokatalitik Nanokomposit TiO_2-kitosan Dalam Proses Fotodegradasi MO dan MB, serta Foto reduksi Cu(II) secara tunggal 123

6.1.1 Pengaruh waktu kontak 124

6.1.2 Pengaruh pH larutan MO, MB dan Cu(II) 132

6.1.3 Pengaruh konsentrasi mula-mula larutan MO, MB dan Cu(II) 136

6.1.4 Pengaruh kadar, E_g dan Luas Permukaan TiO_2 dalam nanokomposit TiO_2-kitosan 139
Terhadap efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II)

6.1.5 Kinetika reaksi foto-oksidasi MO dan MB, serta foto Reduksi Cu(II) 145

6.1.6 Regenerasi nanokomposit 152

6.2 Aktivitas Fotokatalitik Nanokomposit TiO_2-kitosan dalam Reaksi Fotodegradasi MO dan MB, serta Foto reduksi Cu(II) secara Simultan 156

6.2.1 Pengaruh Cu(II) dalam menghilangkan MO dan MB dalam sistem tanpa dan dengan penyinaran 156

6.2.2 Pengaruh konsentrasi Cu(II) terhadap efektivitas foto degradasi MO dan MB terkatalisis nanokomposit TiO_2-kitosan 159

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.2.3 Pengaruh MO dan MB terhadap efektivitas fotoreduksi Cu(II) terkatalisis nanokomposit TiO_2-kitosan 160

6.3 Identifikasi Hasil Reaksi Fotodegradasi MO dan MB 163

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan 170

7.2 Saran 171

DAFTAR PUSTAKA 172

RINGKASAN DISERTASI 186

LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Mekanisme fotokatalitik TiO_2 (Linsebigler, 1995)	13
Gambar 2.2	Struktur molekul metilen biru (A) dan metil orange (B)	15
Gambar 2.3	Struktur molekul kitosan (Waldemar, 2011)	17
Gambar 2.4	Susunan struktur molekul kitosan terhidrat dalam unit sel (Okuyama dkk., 1999)	19
Gambar 2.5	Struktur molekul hipotetik senyawa *hybrid* TiO_2 dan kitosan (Sagheer, 2011)	22
Gambar 2.6	Mekanisme hipotetik interaksi antara TiO_2 dan kitosan (Tao, 2007)	23
Gambar 3.1	Struktur molekul prekursor Titanium(IV) Isopropoksida	27
Gambar 3.2	Struktur molekul cincin heksamerik dengan ikatan okso setelah penuaan (Dunbar, 1999)	30
Gambar 3.3	Reaksi hipotetik nukleasi TiO_2 dalam asam asetat (Parra, 2008)	31
Gambar 3.4	Skema pembentukan partikel TiO_2 dalam kitosan	33
Gambar 3.5	Struktur molekul perkiraan interaksi TiO_2 dengan kitosan dalam nanokomposit TiO_2–kitosan.	35
Gambar 3.6	Diagram fase polimorf TiO_2. Anatase/TiO_2-II, anatase/rutile, dan TiO_2-II (Xiliang, 2009)	37
Gambar 3.7	Diagram spesiasi kompleks hidrokso titanium sebagai fungsi pH (Sugimoto dkk., 2002)	39
Gambar 3.8	Mekanisme hipotetik dalam proses fotodegradasi MO dan MB terkatalisis nanokomposit TiO_2–kitosan (Nawi, 2012)	43
Gambar 3.9	Pengaruh pH terhadap ionisasi senyawa MO (Barka, 2008)	45
Gambar 3.10	Diagram pengaruh pH terhadap spesiasi Cu(II) (Jonathan, 2006)	47
Gambar 4.1	Reaktor UV dengan komponennya	59
Gambar 5.1	Difraksi sinar X nanopartikel TiO_2 di dalam matriks kitosan dan di luar matriks kitosan (*bulk*) yang dibandingkan dengan	73

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	data JCPDS (*Joint Committee Powder Diffraction Standar*) fasa anatase	
Gambar 5.2	Ukuran partikel TiO_2 *bulk* dan TiO_2 dalam matriks kitosan	76
Gambar 5.3	Foto TEM dengan kondisi perbesaran 20 nm dan 50 nm	77
Gambar 5.4	Spektra FTIR dari Produk TiO_2-kitosan, kitosan *bulk*, dan TiO_2 *bulk*	79
Gambar 5.5	Struktur molekul dan interaksi hipotetik antara TiO_2 dengan kitosan di dalam komposit TiO_2–kitosan.	82
Gambar 5.6	Skema induksi TiO_2 di dalam kitosan membentuk komposit TiO_2–kitosan	83
Gambar 5.7	Termogram gravimetri dari kitosan *bulk* dan komposit TiO_2–kitosan	84
Gambar 5.8	Termogram DTA dari kitosan *bulk* dan komposit TiO_2–kitosan	86
Gambar 5.9	Serapan *Diffuse Reflectance* TiO_2 *bulk*, nanokomposit TiO_2–kitosan dan kitosan *bulk* terhadap sinar daerah UV-Vis	88
Gambar 5.10	Kurva adsorpsi-desorpsi isotermis: kitosan *bulk*; TiO_2 *bulk* dan Nanokomposit TiO_2–kitosan	91
Gambar 5.11	Difraksi sinar X: TiO_2/kit 0.13, TiO_2/kit 0.33, TiO_2/kit 0.65 dan TiO_2/kit 1.33	94
Gambar 5.12	Pengaruh konsentrasi TTIP terhadap ukuran partikel TiO_2 dalam nanokomposit	94
Gambar 5.13	Serapan nanokomposit TiO_2–kitosan dengan variasi konsentrasi TTIP yang berbeda terhadap sinar daerah UV-Vis	96
Gambar 5.14	Spektra IR dari TiO_2 *bulk*, kitosan *bulk* dan tipe nanokomposit TiO_2–kitosan yang berbeda konsentrasi TTIP.	98
Gambar 5.15	Termogram TG dari nanokomposit TiO_2–kitosan dengan adanya variasi konsentrasi TTIP	101
Gambar 5.16	Termogram DTA dari nanokomposit TiO_2–kitosan dengan variasi konsentrasi TTIP	104
Gambar 5.17	Morfologi permukaan TiO_2 *bulk*, kitosan *bulk*, TiO_2/kit 0.13, TiO_2/kit 0.33, TiO_2/kit 0.65 dan TiO_2/kit 1.3	105
Gambar 5.18	Persamaan adsorpsi-desorpsi isotermis nanokomposit TiO_2–kitosan pada variasi konsentrasi TTIP	107
Gambar 5.19	Difraksi sinar X nanokomposit TiO_2–kitosan yang dipelajari pada variasi pH	110
Gambar 5.20	Foto TEM nanokomposit TiO_2–kitosan dengan skala	112

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

perbesaran 20 dan 50 nm pada pH 2,7 dan pH 5

Gambar 5.21	Pengaruh pH sol TTIP terhadap ukuran partikel TiO_2 dalam nanokomposit TiO_2–kitosan	114
Gambar 5.22	Spektra IR dari nanokomposit TiO_2–kitosan dalam variasi pH`	115
Gambar 5.23	Difraksi sinar X dari nanokomposit TiO_2–kitosan pada variasi waktu penuaan (*aging*) selama: 0; 7; 14; dan 21 hari	118
Gambar 5.24	Pengaruh waktu penuaan terhadap ukuran partikel TiO_2 dalam nanokomposit	120
Gambar 5.25	Spektra DRUV nanokomposit TiO_2 – kitosan dengan waktu penuaan 0; 7; dan 14 hari	121
Gambar 6.1	Pengaruh waktu kontak MO terhadap fotodegradasi dengan fotokatalis; dengan dan tanpa penyinaran	125
Gambar 6.2	Pengaruh waktu kontak terhadap fotodegradasi MB dengan fotokatalis; dengan dan tanpa penyinaran	125
Gambar 6.3	Pengaruh waktu kontak terhadap fotoreduksi Cu(II) dengan fotokatalis; dengan dan tanpa penyinaran	126
Gambar 6.4	Isoterm adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap MO	129
Gambar 6.5	Isoterm adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap MB	129
Gambar 6.6	Isoterm adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap Cu(II)	130
Gambar 6.7	Hubungan luas permukaan spesifik (S_{BET}) dengan kapasitas adsorpsi maksimum (q_e) terhadap MO, MB dan Cu(II)	131
Gambar 6.8	Pengaruh pH terhadap efektivitas degradasi MO terkatalisis TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	132
Gambar 6.9	Pengaruh pH terhadap efektivitas degradasi MB terkatalisis TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	133
Gambar 6.10	Reaksi kesetimbangan ionisasi spesies MO pada beberapa pH larutan	134
Gambar 6.11	Struktur molekul biproton metilene biru, dan struktur *triple* proton metilene biru	134
Gambar 6.12	Pengaruh pH terhadap fotoreduksi Cu(II) terkatalisis TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	136
Gambar 6.13	Pengaruh konsentrasi mula-mula MO terhadap fotodegradasi MO terkatalisis TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	137
Gambar 6.14	Pengaruh konsenstrasi mula-mula MB terhadap fotodegradasi MB terkatalisis TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	137
Gambar 6.15	Pengaruh konsenstrasi mula-mula Cu(II) terhadap fotoreduksi	138

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	Cu(II) terkatalisis TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	
Gambar 6.16	Reaksi kesetimbangan monomer–dimer molekul MB	139
Gambar 6.17	Pengaruh kadar TiO_2 dalam nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II), tanpa pengaturan pH	140
Gambar 6.18	Pengaruh kadar TiO_2 dalam nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II), dengan pengaturan pH (pH 4 untuk MO; pH 8 untuk MB; dan pH 7 untuk Cu(II)	140
Gambar 6.19	Hubungan antara E_g dengan efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II), tanpa pengaturan pH (pH larutan mula-mula)	142
Gambar 6.20	Hubungan antara E_g dengan efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II), dengan pengaturan pH (pH 4 untuk MO; pH 8 untuk MB; dan pH 7 untuk Cu(II))	142
Gambar 6.21	Pengaruh luas permukaan terhadap efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II), tanpa pengaturan pH (pH larutan mula-mula)	144
Gambar 6.22	Pengaruh luas permukaan terhadap efektivitas fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II), dengan pengaturan pH (pH 4 untuk MO; pH 8 untuk MB; dan pH 7 untuk Cu(II))	144
Gambar 6.23	Hubungan perubahan konsentrasi MO terhadap waktu reaksi	146
Gambar 6.24	Hubungan perubahan konsentrasi MB(II) terhadap waktu reaksi	146
Gambar 6.25	Hubungan perubahan konsentrasi Cu(II) terhadap waktu reaksi	147
Gambar 6.26	Penentuan konstanta laju reaksi teramati (k_{obs}) fotodegradasi MO mengikuti reaksi orde satu	148
Gambar 6.27	Penentuan konstanta laju reaksi teramati (k_{obs}) fotodegradasi MB mengikuti reaksi orde satu	149
Gambar 6.28	Penentuan konstanta laju reaksi teramati (k_{obs}) fotoreduksi Cu(II) mengikuti reaksi orde satu	149
Gambar 6.29	Hubungan berat TiO_2 dengan laju reaksi (k) reaksi fotodegradasi MO, MB dan fotoreduksi Cu(II)	151
Gambar 6.30	Pengaruh regenerasi nanokomposit TiO_2/kit 0.65 terhadap efektivitas fotodegradasi MO	153
Gambar 6.31	Pengaruh regenerasi nanokomposit TiO_2/kit 0.65 terhadap efektivitas fotodegradasi MB	153

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6.32	Pengaruh regenerasi nanokomposit TiO_2/kit 0.65 terhadap efektivitas fotoreduksi Cu(II)	154
Gambar 6.33	Morfologi permukaan nanokomposit TiO_2–kitosan setelah regenerasi ke-1 dan regenerasi ke-2 pada reaksi fotodegradasi MO	155
Gambar 6.34	Pengaruh Cu(II) terhadap fotodegradasi MO dalam sistem tanpa dan dengan penyinaran	157
Gambar 6.35	Pengaruh Cu(II) terhadap fotodegradasi MB dalam sistem tanpa dan dengan penyinaran	157
Gambar 6.36	Pengaruh konsentrasi Cu(II) terhadap efektivitas fotodegradasi MO dan MB dengan fotokatalis nanokomposit TiO_2-kitosan	159
Gambar 6.37	Efektivitas fotoreduksi Cu(II) dengan dan tanpa MO	161
Gambar 6.38	Efektivitas fotoreduksi Cu(II) dengan dan tanpa MB	161
Gambar 6.39	Efektivitas fotodegradasi MO dan fotoreduksi Cu(II) secara simultan	162
Gambar 6.40	Efektivitas fotodegradasi MB dan fotoreduksi Cu(II) yang ditentukan secara simultan	163
Gambar 6.41	Kromatogram MO dengan waktu retensi yang teramati dalam proses fotodegradasi terkatalisis nanokomposit TiO_2–kitosan, pada menit ke-: 0; 120; 270 dan D; 380	165
Gambar 6.42	Pengaruh waktu penyinaran terhadap konsentrasi ion SO_4^{2-} dan NH_4^+ yang terbentuk pada proses fotodegradasi MO terkatalisis nanokomposit TiO_2–kitosan	167
Gambar 6.43	Pengaruh waktu penyinaran terhadap konsentrasi ion SO_4^{2-} dan NH_4^+ yang terbentuk pada proses fotodegradasi MB terkatalisis nanokomposit TiO_2–kitosan	167

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 3.1	Teknik karakterisasi dan analisis nanokomposit TiO_2–kitosan	53
Tabel 4.1	Karakteristik fisikokimia kitosan yang digunakan dalam penelitian	60
Tabel 4.2	Komposisi TTIP dan kitosan dalam sintesis nanokomposit TiO_2–kitosan	62
Tabel 5.1	Hasil perolehan nanokomposit TiO_2-kitosan setelah proses pengeringan dan bebas asam	72
Tabel 5.2	Jarak antar bidang kristal TiO_2 tanpa matriks kitosan (*bulk*), dan TiO_2 di dalam matriks kitosan	74
Tabel 5.3a	Interpretasi berbagai serapan pada bilangan gelombang ($\bar{\nu}$) 400-1500 cm^{-1} dari TiO_2 nanopartikel di luar matriks kitosan (TiO_2 *bulk*), kitosan *bulk*, dan Produk TiO_2-kitosan (C)	80
Tabel 5.3b	Interpretasi berbagai serapan pada bilangan gelombang ($\bar{\nu}$) 1500-4000 cm^{-1} dari TiO_2 nanopartikel di luar matriks kitosan (TiO_2 *bulk*), kitosan *bulk*, dan Produk TiO_2-kitosan (C)	81
Tabel 5.4	Energi celah pita (E_g, eV) dan tepi panjang gelombang serapan (λ, nm) dari TiO_2 *bulk* dan TiO_2 di dalam matriks kitosan	89
Tabel 5.5	Karakter pori nanokomposit TiO_2–kitosan berdasarkan data adsorpsi-desorpsi N_2	90
Tabel 5.6	Pengaruh variasi konsentrasi TTIP yang diinduksikan ke dalam matriks kitosan terhadap energi celah pita TiO_2 nanopartikel	97
Tabel 5.7	Interpretasi spektra FTIR kitosan *bulk*, TiO_2 *bulk* dan nanokomposit TiO_2-kitosan pada variasi konsentrasi sol TTIP	99
Tabel 5.8	Perbedaan temperatur dalam mendapatkan berat konstan masing-masing nanokomposit berdasarkan termogram TG	102
Tabel 5.9	Pengaruh konsentrasi TTIP terhadap kadar TiO_2 yang terbentuk dalam nanokomposit TiO_2–kitosan	103
Tabel 5.10	Karakter pori nanokomposit TiO_2–kitosan berdasarkan data adsorpsi-desorpsi gas N_2	108
Tabel 5.11	Interpretasi spektra FTIR pada variasi pH	116
Tabel 5.12	Viskositas nanokomposit TiO_2–kitosan dalam variasi waktu penuaan, serta viskositas TiO_2 bulk dan kitosan *bulk* sebagai pembanding	119
Tabel 5.13	Pengaruh waktu penuaan terhadap panjang gelombang	121

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

serapan tepi (λ, nm) dan energi celah pita (E_g, eV) dari nanokomposit TiO_2–kitosan

Tabel 6.1 Karakter adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap MO, MB dan Cu(II) 130

Tabel 6.2 Parameter kinetika reaksi fotodegradasi MO dan MB, serta fotoreduksi Cu(II) terkatalisis nanokomposit TiO_2–kitosan 150

Tabel 6.3 Waktu retensi dan intensitas pita kromatogram senyawa hasil fotodegradasi MO terkatalisis nanokomposit TiO_2-kitosan 164

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1.	Perhitungan parameter kisi krital kitosan	190
Lampiran 2.	Perhitungan ukuran partikel TiO_2 menggunakan pendekatan persamaan *Scherrer*	191
Lampiran 3.	Perhitungan energi celah pita (E_g, eV) dan panjang gelombang serapan tepi	193
Lampiran 4.	Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi MO oleh kitosan *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	196
Lampiran 5.	Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi MB oleh kitosan *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	198
Lampiran 6.	Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Cu(II) oleh kitosan *bulk* dan nanokomposit TiO_2–kitosan	200
Lampiran 7.	Isoterm adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap MO	202
Lampiran 8.	Isoterm adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap MB	206
Lampiran 9.	Isoterm adsorpsi nanokomposit TiO_2–kitosan terhadap Cu(II)	210
Lampiran 10.	Kinetika reaksi foto-oksidasi MO	214
Lampiran 11.	Kinetika reaksi foto-oksidasi MB	217
Lampiran 12.	Kinetika reaksi fotoreduksi Cu(II)	220
Lampiran 13.	Pengaruh waktu penyinaran terhadap fotodegradasi MO	223
Lampiran 14.	Pengaruh waktu penyinaran terhadap fotodegradasi MB	226
Lampiran 15.	Pengaruh waktu penyinaran terhadap fotoreduksi Cu(II)	228
Lampiran 16.	Pengaruh pH terhadap fotodegradasi MO	230
Lampiran 17.	Pengaruh pH terhadap fotodegradasi MB	232
Lampiran 18.	Pengaruh pH terhadap fotoreduksi Cu(II)	234
Lampiran 19.	Pengaruh konsentrasi mula-mula larutan MO terhadap fotodegradasi MO	236
Lampiran 20.	Pengaruh konsentrasi mula-mula larutan MB	238

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

terhadap fotodegradasi MB

Lampiran 21.	Pengaruh konsentrasi mula-mula larutan Cu(II) terhadap fotodegradasi Cu(II)	240
Lampiran 22.	Pengaruh Cu(II) terhadap Fotodegradasi MO dan MB	242
Lampiran 23.	Gambar nanokomposit TiO_2-kitosan	244
Lampiran 23.	Data JCPDS kristal anatase, rutil dan brookit	245

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Sintesis Nanokomposit TiO2-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat
IMELDA FAJRIATI, Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D; Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SINGKATAN

BET	*Brunauer-Emmet-Teller*
DD	Derajat Deasetilasi
DTA	*Differential Thermal Analysis*
DRUV	*Diffuse Reflectance UV Vis Spectroscopy*
E_g	*Energy Gap*, Energi celah pita antara pita valensi dan pita konduksi
FWHM	*Full Width at Half Maximum*
GSA	*Gas Sorption Analyzer*
HOMO	*Highest Occupied Molecular Orbital*
HPLC	*High Performance Liquid Chromatography*
JCPDS	*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*
MB	Metilen Biru
MO	Metil Orange
LUMO	*Lowest Unoccupied Molecular Orbital*
SEM	*Scanning Electron Microscope*
SAED	S*elected Area Electron Diffraction*
TGA	*Thermogravimetry Analysis*
TEM	*Transmission Electron Microscope*
TTIP	Titanium Tetra Isopropoksida
TTE	Titanium Tetra Etoksida
TTB	Titanium Tetra Butoksida
XRD	*X-Ray Diffraction*