

**BIOPOLIMER KITOSAN, FLUIDISASI
DAN APLIKASINYA**

Pasal 72 Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta:

- (1) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
- (2) Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak memperbanyak penggunaan untuk kepentingan komersial suatu Program Komputer dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (4) Barangsiapa dengan sengaja melanggar Pasal 17 dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (5) Barangsiapa dengan sengaja melanggar Pasal 19, Pasal 20, atau Pasal 29 ayat (3) dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (6) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melanggar Pasal 24 atau Pasal 55 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (7) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melanggar Pasal 25 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (8) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melanggar Pasal 27 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (9) Barangsiapa dengan sengaja melanggar Pasal 28 dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp1.500.000.000,00 (satu miliar lima ratus juta rupiah).

BIOPOLIMER KITOSAN, FLUIDISASI DAN APLIKASINYA

Suyanto



Airlangga University Press



© 2015 Airlangga University Press

AUP 500/27.583/09.15 (0.020)

Dilarang mengutip dan atau memperbanyak tanpa izin tertulis dari Penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun, baik cetak, fotoprint, mikrofilm dan sebagainya.

Cetakan pertama – 2015

Penerbit:

Airlangga University Press (AUP)
Kampus C Unair, Mulyorejo Surabaya 60115
Telp. (031) 5992246, 5992247 Fax. (031) 5992248
E-mail: aup.unair@gmail.com

Dicetak oleh:

Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair (AUP)
(OC 053/03.15/AUP-A25E)

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT)

Suyanto.

Biopolimer kitosan, fluidisasi dan aplikasinya/Suyanto. --
Surabaya: Airlangga University Press (AUP), 2015.
xiv, 143 hlm.; 15,8 x 23 cm.

Bibliografi : 93-143
ISBN 978-602-0820-18-7

1. Polimer dan polimerisasi -- Penelitian. I. Judul.

547.7

15 16 17 18 18 / 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ANGGOTA IKAPI: 001/JTI/95
ANGGOTA APPTI: 001/KTA/APPTI/X/2012

Prakata

Syukur Alhamdulillah, telah tersusun buku

Biopolimer Kitosan, Fluidisasi dan Aplikasinya

Buku ini berisi *hasil penelitian penulis* dan dilengkapi dengan tinjauan pustaka. Penulis telah berhasil mensintesis 3 senyawa turunan kitosan melalui grafting, dan crosslinking biopolimer kitosan sehingga diperoleh karboksimetil kitosan-urea-asam oksalat (CMChi-UOX), karboksimetil kitosan-urea-asam glutarat (CMChi-UGLU) dan karboksimetil kitosan-benzaldehid (CMChi-B), ke tiga senyawa tersebut telah diaplikasikan sebagai adsorben untuk logam berat dengan metode baru *adsorpsi-fluidisasi* serta untuk inhibitor korosi pada baja dan seng, dengan *metode baru* yaitu *inhibisi korosi-fluidisasi*. Mengingat lingkup aplikasi biopolimer kitosan dan metode fluidisasi yang sangat beragam, semoga buku ini dapat menambah wawasan para pembaca baik peneliti, akademisi maupun praktisi bisnis dan menambah wawasan bagi mahasiswa program studi *Kimia, Teknik Kimia, Teknik Biomedik, Teknik Lingkungan, Material Sains*, maupun program studi lain yang ingin mendalami dan mengaplikasikan metode *fluidisasi* dan *biopolimer kitosan beserta turunannya*.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Dirjen Dikti yang telah memberikan dana BOPTN untuk penelitian ini melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Airlangga, untuk itu terima kasih penulis sampaikan kepada Direktur LPPM UNAIR Bapak Prof. Dr. Djoko Agus Purwanto, M.Si., Apt. beserta staf. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Direktur Pendidikan Universitas Airlangga Ibu Prof. Dr. Ni Nyoman Tripuspaningsih yang telah berkenan memberi kesempatan penulis untuk mengikuti visiting staff selama 4 minggu di Wollongong University Australia, dengan agenda penulisan buku hasil penelitian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Stephen G. Pyne dari School of Chemistry, Wollongong University, Wollongong, NSW,

Australia selaku host, sehingga penulis dapat menggunakan perpustakaan di Universitas tersebut.

Karena *tiada gading yang tak retak*, maka *tegur sapa* dari pembaca sangat diharapkan. Teriring doa *Robbi zidni ilma warzuqni fahma, Robbi zidni ilman nafi'a*, semoga buku ini bermanfaat.

Surabaya, Mei 2015

Penulis

Daftar Isi

PRAKATA	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 BIOPOLIMER KITOSAN	1
Pendahuluan	1
Sifat Kitosan.....	3
Kelarutan Kitosan.....	3
Sifat kimia dan fisika kitosan	5
Sifat Biologis kitosan	5
Pembuatan Kitosan dan Turunannya	5
Trasformasi kitin menjadi kitosan	6
Sintesis Turunan Kitosan	11
BAB 2 APLIKASI BIOPOLIMER KITOSAN	25
Pendahuluan	25
Karboksimetil kitosan sebagai pengantar obat (drug delivery).	27
Drug delivery polimer sintetik	27
Drug delivery biopolimer	28
Karboksimetil kitosan untuk obat luka terbuka (wound healing).....	30
Karboksimetil kitosan untuk kosmetik.....	34
Karboksimetil kitosan sebagai preservasi makanan	36
Karboksimetil kitosan untuk teknik jaringan.....	37
Polimer Teknik Jaringan.....	37
Karboksimetil kitin/kitosan sebagai biosensor.....	42
Karboksimetilkitosan sebagai anti bakteri	43
Karboksimetilkitosan sebagai penyerap ion logam.....	44
Glikated Kitosan sebagai adjuvant.....	47

	Turunan kitosan untuk diagnose kanker	48
	Kitosan sebagai penurun kadar kolesterol	49
	Kitosan sebagai anti-inflammatory.....	50
BAB	METODE FLUIDISASI	51
	Pendahuluan	51
	Mekanisme Fluidisasi.....	53
	Klasifikasi kolom fluidisasi berdasarkan dinamika partikel padat.....	54
BAB	APLIKASI KOLOM FLUIDISASI	61
	Aplikasi Kolom Fluidisasi Secara Komersiel	61
	Aplikasi Kolom Fluidisasi di Bidang Farmasi dan Makanan	61
	Aplikasi Kolom Fluidisasi di Bidang Pengeringan dan Pelapisan	61
	Aplikasi Fluidisasi pada partikel makanan yang lembab	63
	Aplikasi Fluidisasi Pada Pembuatan Tepung.....	63
	Aplikasi Fluidisasi di Bidang Energi	64
	Aplikasi kolom fluidisasi untuk gasifikasi.....	64
	Aplikasi Fluidisasi di Bidang Pembakaran dan Gasifikasi.....	65
	Aplikasi Fluidisasi di Bidang Industri	65
	Aplikasi Fluidisasi di Bidang Industri Kimia	65
	Aplikasi Fluidisasi di Bidang Industri Logam Dasar...	67
	Aplikasi fluidisasi pada bidang teknik lingkungan	67
	Kolom fluidisasi incenerasi	67
	Aplikasi kolom fluidisasi pada pengolahan air limbah. Pengolahan air limbah buatan yang mengandung ion Cu(II) dengan metode adsorpsi-fluidisasi.....	70
	Karakterisasi Kinerja Adsorben CMChi-UGLU, CMChi-B dan CMChi-UOX	74
	Karakterisasi Adsorben CMChi-UOX	82
	Aplikasi Metode Fluidisasi di Bidang Kimia sebagai Penghambat Korosi.....	86
	Penghambatan laju korosi secara polarisasi linier potensiostatik-fluidisasi pada seng.....	86
	DAFTAR PUSTAKA	93

Daftar Gambar

Gambar 1.	Struktur monomer dan satuan penyusun vinil klorida	1
Gambar 2.	Struktur Kitin	2
Gambar 3.	Struktur kitosan.....	2
Gambar 4.	Mekanisme penangkapan pasangan elektron bebas dari atom N pada kitosan oleh proton.	4
Gambar 5.	Hipotesis pembentukan khelat pada kitosan.....	4
Gambar 6.	Diagram kotak pembuatan kitin dan kitosan.....	8
Gambar 7.	Diagram alir pembuatan kitin, kitosan, oligomer dan monomernya yang berasal dari limbah kerang-kerangan (sellfish)	8
Gambar 8.	Persamaan reaksi kitin menjadi kitosan pada tahap deasetilasi	9
Gambar 9.	Spektra FTIR CMChi hasil sintesis	12
Gambar 10.	Struktur CMChi	13
Gambar 11.	Spektra FTIR CMChi-UGLU hasil sintesis	14
Gambar 12.	Struktur molekul CMChi-UGLU.....	15
Gambar 13.	Morfologi CMChi-UGLU (a) dan partikel CMChi-UGLU (b)	16
Gambar 14.	Morfologi Si-CMChi-UGLU(a) dan partikel Si-CMChi-UGLU (b).....	16
Gambar 15.	Spektra FTIR CMChi-B hasil sintesis.....	17
Gambar 16.	Struktur Molekul CMChi-B.....	19
Gambar 17.	Morfologi CMChi-B (a) dan partikel CMChi-B (b).....	19
Gambar 18.	Partikel Si-CMChi-B	20
Gambar 19.	Spektra FTIR CMChi-UOX hasil sintesis	21
Gambar 20.	Struktur molekul CMChi-UOX	22
Gambar 21.	Morfologi CMChi-UOX (a) dan partikel CMChi-UOX (b)	23
Gambar 22.	Kontrol pelepasan obat kemoterapeutik dari matriks polimer <i>biodegradable</i>	28

Gambar 23.	Pelepasan obat dari karier(matriks) karboksimetil kitin	29
Gambar 24.	Struktur polimer <i>polifosfazena</i>	38
Gambar 25.	Skema O-CMChi - dilabeli CdSe/ZnS	43
Gambar 26.	Kemungkinan pembentukan khelat yang larut dalam air	45
Gambar 27.	Kemungkinan pembentukan khelat yang larut dalam air melalui N- dan O-CMChi.....	45
Gambar 28.	Kitosan terikat silang epiklorohidrin dan trifosfat	46
Gambar 29.	Kitosan terikat silang tiourea glutaraldehid	46
Gambar 30.	<i>Fluid bed</i>	55
Gambar 31.	Skema kolom fluidisasi cepat.....	56
Gambar 32.	Teeter bed.....	57
Gambar 33.	Spouted bed.....	58
Gambar 34.	Kolom fluidisasi jenis batch	59
Gambar 35.	Kolom fluidisasi partikel padat satu arah	59
Gambar 36.	Skema kolom fluidisasi sirkulasi.....	60
Gambar 37.	Skema proses aglomerasi semprot	63
Gambar 38.	Skema alat penukar panas bentuk kolom fluidisasi ...	66
Gambar 39.	Skema alat penukar panas bentuk kolom fluidisasi....	66
Gambar 40.	Insinerator kolom fluidisasi.....	68
Gambar 41.	Skema reaktor biologi kolom fluidisasi arah terbalik...	69
Gambar 42.	Skema kolom adsorpsi- fluidisasi.....	72
Gambar 43.	Hipotesis pembentukan khelat CMChi-B dengan ionCu(II).....	75
Gambar 44.	Kurva K_a VS t pada rate adsorpsi-fluidisasi order 0.....	76
Gambar 45.	Kurva $\log x/m$ vs $\log K_a$	77
Gambar 46.	Kurva $K_a : x/m$ vs K_a	77
Gambar 47.	Kurva $\ln K$ vs $1 / T$	78
Gambar 48.	Pengaruh suhu terhadap kapasitas adsorpsi CMChi-UGLU	78
Gambar 49.	Kurva K_a vs t pada rate adsorpsi-fluidisasi order 0.....	79
Gambar 50.	Kurva $\log x/m$ vs $\log K_a$	80
Gambar 51.	Kurva $K_a : x/m$ vs K_a	81
Gambar 52.	Kurva $\ln K$ vs $1 / T$	81
Gambar 53.	Pengaruh suhu terhadap kapasitas adsorpsi CMChi-B	82
Gambar 54.	Kurva K_a vs t pada rate adsorpsi-fluidisasi order 0.....	83
Gambar 55.	Kurva $\log x/m$ vs $\log K_a$	84
Gambar 56.	Kurva $K_a : x/m$ vs K_a	84
Gambar 57.	Kurva $\ln K$ vs $1 / T$	85

Gambar 58. Pengaruh suhu terhadap kapasitas adsorpsi CMChi-UOX.....	85
Gambar 59. Skema rangkaian alat polarisasi linier potensiostatik .	88
Gambar 60. Kurva log intensitas arus terhadap potensial	88
Gambar 61. Hipotesis mekanisme penghambatan laju korosi pada seng oleh CMChi-B dalam media HCl.....	91

Daftar Tabel

Tabel 1.	Daftar puncak serapan pada spektra FTIR CMChi hasil sintesis	12
Tabel 2.	Perbandingan gugus fungsi CMChi hasil sintesis dengan pustaka.....	13
Tabel 3.	Daftar spektra FTIR CMChi-UGLU hasil sintesis.....	14
Tabel 4.	Perbandingan spektra FTIR CMChi-UGLU hasil sintesis dengan pustaka	15
Tabel 5.	Daftar puncak serapan pada FTIR CMChi-B hasil sintesis	18
Tabel 6.	Perbandingan Spektra FTIR CMChi-B hasil sintesis dengan pustaka	18
Tabel 7.	Daftar puncak serapan pada FTIR CMChi-UOX hasil sintesis	21
Tabel 8.	Perbandingan spektra CMChi-UOX hasil sintesis terhadap pustaka	22
Tabel 9.	Kapasitas adsorpsi-fluidisasi terhadap ion Cu(II) pada variasi waktu	73
Tabel 10.	Kapasitas adsorpsi-fluidisasi terhadap ion Cu(II) pada variasi suhu.....	73
Tabel 11.	Kapasitas adsorpsi-fluidisasi terhadap ion Cu(II) pada variasi pH.....	73
Tabel 12.	Rangkuman kondisi optimum adsorpsi-fluidisasi terhadap ion Cu(II).....	74
Tabel 13.	Kapasitas adsorpsi-fluidisasi terhadap ion Cu(II) pada kondisi optimum.....	74
Tabel 14.	Pengaruh waktu terhadap order rate adsorpsi-fluidisasi CMChi-UGLU.....	75
Tabel 15.	Korelasi R^2 terhadap order rate adsorpsi-fluidisasi	76
Tabel 16.	Hubungan antara $1/T$ dengan $\ln K$ untuk $m= 500$ mggram	76

Tabel 17.	Pengaruh waktu terhadap order rate adsorpsi-fluidisasi CMChi-B.....	79
Tabel 18.	Korelasi R^2 terhadap order rate adsorpsi-fluidisasi	80
Tabel 19.	Hubungan antara $1/T$ dengan $\ln K$ untuk $m=500$ mgram, untuk CMChi-B sebagai adsorben	80
Tabel 20.	Pengaruh waktu terhadap order rate adsorpsi-fluidisasi CMChi-UOX.....	83
Tabel 21.	Korelasi R^2 terhadap order rate adsorpsi-fluidisasi	83
Tabel 22.	Hubungan antara $1/T$ dengan $\ln K$ untuk $m=500$ mgram	83
Tabel 23.	Komposisi unsur penyusun seng komersiel yang digunakan.....	88
Tabel 24.	Nilai efisiensi inhibisi maksimum CMChi-B dan CMChi-UGLU terhadap laju korosi pada seng dengan metode fluidisasi dan analisis polarisasi linier potensiostatik (<i>fluidisasi-aplp</i>)	90
Tabel 25.	Daya hambat CMChi-B dan CMChi-UGLU terhadap laju korosi seng dengan metode pelapisan-analisis polarisasi linier potensiostatik (<i>pelapisan-aplp</i>).....	90
Tabel 26.	Daya hambat CMChi-B dan CMChi-UGLU dengan metode <i>fluidisasi AAS</i>	92

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Suyanto, M.Si., lahir di Nganjuk, 17 Pebruari 1952. Setamat dari SMA Negeri di kampung halamannya ia melanjutkan studi ke Faultas Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopemper (ITS). Sejak tahun 1981 ia menjadi staf pengajar di Bagian Kimia Basic Natural Science (BNS) Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga dan diangkat sebagai Calon Pegawai Negeri Sipil (CPNS) pada 1 Maret 1982 dengan jabatan fungsional Asisten Ahli Madya. Seiring dengan perkembangan zaman, pada tahun 1982 BNS FK UNAIR berubah menjadi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), oleh karena itu sejak 1983 ia menjadi staf pengajar di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Airlangga. Pendidikan S2 dan S3-nya di bidang Kimia diselesaikan di Universitas Indonesia (UI). Pada tahun 1985-1998 ia ditunjuk sebagai Pembantu Dekan II FMIPA UNAIR. Pada tahun 2008 FMIPA berubah menjadi Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Airlangga. Pada periode 2008-2013 ia dipercaya sebagai Bendahara Masjid Ulul Albab FST UNAIR. Minat penelitiannya di bidang Kimia Organik terapan, seperti *isolasi depsidon dari lichen dan aplikasinya sebagai anti leukemia pada sel L1210, sintesis katalis transfser fasa dan aplikasinya sebagai penghambat korosi logam, sintesis turunan kitosan dan aplikasinya sebagai penyerap logam berat secara adsorpsi-fluidisasi*. Mata ajar yang pernah diampunya antara lain Kimia Dasar, Kimia Analisis Bahan Galian, Kimia Analisis Instrumentasi, Spektroskopi Organik, Kimia Organik Umum, Kimia Bahan Alam, Kimia Zat Padat dan Antar Muka, Kimia Organik Fisik, Kapita Selekt Kimia Organik, Proses Industri Kimia, Teknologi Proses, Satuan Operasi, Instrumentasi dan Pengukuran, Kimia Minyak Bumi dan *Kimia Polimer*. Ia pernah menulis buku berjudul **Pengantar Kimia Polimer**, yang diterbitkan oleh Airlangga University Press, pada tahun 2014.