UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... i
HALAMAN PENGESAHAN ..... ii
HALAMAN PERNYATAAN ..... iii
PRAKATA ..... iv
DAFTAR ISI ..... vi
DAFTAR GAMBAR ..... viii
DAFTAR TABEL ..... x
DAFTAR LAMPIRAN ..... xi
DAFTAR SINGKATAN ..... xiii
INTISARI ..... xiv
*ABSTRACT* ..... xv
DAFTAR PUBLIKASI ..... xvi

BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1 Latar Belakang dan Permasalahan Penelitian ..... 1
1.2 Keaslian Penelitian ..... 5
1.3 Tujuan Penelitian ..... 8
1.4 Manfaat Penelitian ..... 9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 11
2.1 Membran ..... 11
2.2 Adsorpsi Ion Logam pada Membran ..... 15

BAB III LANDASAN TEORI, HIPOTESIS DAN RANCANGAN PENELITIAN ..... 22
3.1 Landasan Teori dan Hipotesis ..... 22
3.2 Rancangan Penelitian ..... 36

BAB IV PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL
DAN KARAKTERISASINYA ..... 38
4.1 Pendahuluan ..... 38
4.2 Metode Penelitian ..... 39
4.2.1 Bahan dan alat ..... 39
4.2.2 Preparasi kitosan ..... 39
4.2.3 Pembuatan membran kitosan-silika-PEG ..... 40
4.2.4 Karakterisasi membran kitosan-silika-PEG ..... 43
4.3 Hasil dan Pembahasan ..... 44
4.3.1 Penentuan gugus fungsional kitosan ..... 44
4.3.2 Penentuan derajat deasetilasi dan berat molekul kitosan ..... 45
4.3.3 Karakterisasi membran kitosan-silika-PEG ..... 45
4.4 Usulan Rumus struktur ..... 67
4.5 Kesimpulan ..... 68

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

BAB V SIFAT ADSORPSI ION Mg(II), Ca(II), Cu(II), Zn(II), DAN Cd(II)
PADA MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL .....70
5.1 Pendahuluan .....70
5.2 Metode Penelitian .....71
5.2.1 Bahan dan alat .....71
5.2.2 Adsorpsi ion logam pada membran kitosan-silika-PEG .....71
5.3 Hasil dan Pembahasan .....73
5.3.1 Pengaruh pH larutan terhadap adsorpsi ion logam
oleh membran kitosan-silika-PEG .....73
5.3.2 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam
oleh membran kitosan-silika-PEG .....75
5.3.2 Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi
ion logam oleh membran kitosan-silika-PEG .....80
5.4 Kesimpulan .....88

BAB VI SIFAT TRANSPOR ION Mg(II), Ca(II), Cu(II), Zn(II), DAN Cd(II)
PADA MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL .....90
6.1 Pendahuluan .....90
6.2 Metode Penelitian .....91
6.2.1 Bahan dan alat .....91
6.2.2 Sifat transpor ion Mg(II), Ca(II), Cu(II), Zn(II), dan Cd(II)
pada membran .....91
6.3 Hasil dan Pembahasan .....92
6.4 Kesimpulan .....107
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....108
7.1 Kesimpulan .....108
7.2 Saran .....109
DAFTAR PUSTAKA .....110
LAMPIRAN .....119

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema sederhana proses pemisahan oleh membran .....12
Gambar 2.2 Struktur kitosan .....13
Gambar 2.3 Model adsorpsi pada membran .....19
Gambar 3.1 Ilustrasi model reaksi kitosan dengan TEOS .....25
Gambar 3.2 Ilustrasi pengikatan silika pada rantai kitosan .....27
Gambar 3.3 Pengaruh penambahan silika terhadap (a) harga pengaruh tarikan (b) harga persentase perpanjangan (c) harga kekuatan tarik (d) modulus Young .....28
Gambar 3.4 Ilustrasi pengikatan PEG pada membran kitosan-silika .....29
Gambar 4.1 Pengaruh penambahan silika terhadap (a) kuat tarik dan persentase perpanjangan, (b) kuat tarik dan Modulus Young (sumber silika: 1. TEOS, 2. Natrium silikat perdagangan, dan 3. Natrium silikat ASP) .....46
Gambar 4.2 Pengaruh penambahan PEG terhadap (a) kuat tarik dan persentase perpanjangan, (b) kuat tarik dan Modulus Young (sumber silika: 1. TEOS, 2. Natrium silikat perdagangan, dan 3. Natrium silikat ASP) .....48
Gambar 4.3 Foto SEM permukaan dan penampang lintang membran kitosan, kitosan-silika, dan kitosan-silika-PEG (sumber silika:TEOS) .....51
Gambar 4.4 Foto SEM permukaan dan penampang lintang membran kitosan, kitosan-silika, dan kitosan-silika-PEG (sumber silika:natrium silikat perdagangan) .....52
Gambar 4.5 Foto SEM permukaan dan penampang lintang membran kitosan, kitosan-silika, dan kitosan-silika-PEG (sumber silika:natrium silikat ASP) .....53
Gambar 4.6 Difraktogram sinar-X membran kitosan (Ch), dan kitosan-silika-PEG (Ch/Si/P) (sumber silika: a. TEOS, b. silikat perdagangan, dan c. Natrium silikat ASP) .....56
Gambar 4.7 Termogram DSC membran kitosan-silika: TEOS .....59
Gambar 4.8 Termogram DSC membran kitosan-silika: natrium silikat perdagangan .....60
Gambar 4.9 Termogram DSC membran kitosan-silika: natrium silikat ASP .....60
Gambar 4.10 Spektra FTIR membran kitosan-silika dengan sumber silika: (a). TEOS, (b). natrium silikat perdagangan, dan (c). natrium silikat ASP .....63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

Gambar 4.11 Nilai *Swelling Indeks* (SI) pada berbagai variasi pH larutan pada semua membran (sumber silika: a. TEOS, b. natrium silikat perdagangan, dan c. natrium silikat ASP .....66
Gambar 4.12 Usulan struktur matriks membran.....67
Gambar 5.1 Perbandingan adsorpsi ion logam (a) Mg(II), (b) Ca(II), (c) Cu(II), (d) Zn(II), dan (d) Cd(II) pada variasi pH larutan untuk membran Ch, Ch/Si, dan Ch/Si/P.....74
Gambar 5.2 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam pada membran (a) Ch, (b) Ch/Si, dan (c) Ch/Si/P .....77
Gambar 5.3 Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi ion logam pada membran (a) Ch, (b) Ch/Si, dan (c) Ch/Si/P .....81
Gambar 5.4 Adsorpsi campuran ion logam pada semua membran .....86
Gambar 6.1 Sel difusi untuk uji adsorpsi transpor ion.....91
Gambar 6.2 (a) Adsorpsi dan (b) permeasi ion logam (individual) pada membran Ch, Ch/Si, Ch/Si/P (waktu 24 jam, konsentrasi 25 mg $L^{-1}$, pH optimum masing-masing ion .....94
Gambar 6.3 (a) Adsorpsi dan (b) permeasi campuran ion Mg(II) dan Ca(II) pada semua membran dengan media akuades (waktu 24 jam, konsentrasi 25 mg $L^{-1}$, pH optimum masing-masing ion) .....96
Gambar 6.4 (a) Adsorpsi dan (b) permeasi campuran ion Cu(II) dan Zn(II) pada semua membran dengan media akuades waktu 24 jam, konsentrasi 25 mg $L^{-1}$, pH optimum masing-masing ion).....98
Gambar 6.5 (a) Adsorpsi dan (b) permeasi campuran ion Mg(II), Ca(II), Cu(II), Zn(II) dan Zn(II) semua membran dengan media akuades (waktu 24 jam, konsentrasi 25 mg $L^{-1}$, pH optimum masing-masing ion) .....99
Gambar 6.6 (a) Adsorpsi dan (b) permeasi campuran ion Mg(II), Ca(II), Cu(II), Zn(II) dan Zn(II) semua membran dengan media HCl (waktu 24 jam, konsentrasi 25 mg $L^{-1}$, pH optimum masing-masing ion) .....101
Gambar 6.7 (a) Adsorpsi dan (b) permeasi campuran ion Mg(II), Ca(II), Cu(II), Zn(II) dan Zn(II) semua membran dengan media $Na_2EDTA$ (waktu 24 jam, konsentrasi 25 mg $L^{-1}$, pH optimum masing-masing ion).....102

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai ukuran pori rerata membran .....54
Tabel 4.2 Tabulasi data termogram DSC membran kitosan dengan sumber silika: TEOS .....59
Tabel 4.3 Tabulasi data termogram DSC membran kitosan dengan sumber silika: natrium silikat perdagangan .....60
Tabel 4.4 Tabulasi data termogram DSC membran kitosan dengan sumber silika: natrium silikat ASP .....61
Tabel 4.5 Hasil analisa spektra FTIR dan intepratasinya .....64
Tabel 5.1 Rasio komposisi kitosan, silika, dan PEG untuk membuat membran .....72
Tabel 5.2 Parameter kinetika model kinetika pseudo-orde satu dan pseudo orde dua pada proses adsorpsi ion logam oleh membran .....78
Tabel 5.3 Parameter Isoterm Langmuir dan Freundlich .....82
Tabel 5.4 Dimensional kesetimbangan $R_L$ untuk ion logam .....85
Tabel 5.5 Nilai koefesien selektivitas (α) pada membran .....87
Tabel 6.1 Nilai R(%) ion Mg(II) dan Ca(II) oleh membran pada media akuades.....95
Tabel 6.2 Nilai R(%) ion Cu(II) dan Zn(II) oleh membran pada media akuades.....97
Tabel 6.3 Nilai R(%) campuran ion logam pada membran pada media akuades .....100
Tabel 6.4 Nilai R(%) campuran ion logam pada membran pada media HCl .....100
Tabel 6.5 Nilai R(%) campuran ion logam pada membran pada media $Na_2EDTA$ .....102

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spektra FTIR kitosan ..... 119
Lampiran 2 Penentuan derajad deasetilasi (DD) dan berat molekul (BM) kitosan ..... 120
Lampiran 3 Data sifat mekanik membran kitosan-silika-PEG (sumber silika:TEOS) ..... 122
Lampiran 4 Data sifat mekanik membran kitosan-silika-PEG (sumber silika:natrium silikat perdagangan) ..... 127
Lampiran 5 Data sifat mekanik membran kitosan-silika-PEG (sumber silika: natrium silikat ASP) ..... 128
Lampiran 6 Ukuran pori rerata membran Ch/Si ..... 129
Lampiran 7 Ukuran pori rerata membran Ch/Si/P ..... 134
Lampiran 8 Nilai Swelling Index (SI) pada berbagai variasi pH larutan pada semua membran (sumber silika:TEOS) ..... 137
Lampiran 9 Nilai Swelling Index (SI) pada berbagai variasi pH larutan pada semua membran (sumber silika: natrium silikat perdagangan) ..... 138
Lampiran 10 Nilai Swelling Index (SI) pada berbagai variasi pH larutan pada semua membran (sumber silika: natrium silikat ASP) ..... 139
Lampiran 11 Tabel jumlah ion logam yang teradsorpsi oleh membran pada variasi pH ..... 140
Lampiran 12 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion Mg(II) ..... 141
Lampiran 13 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion Ca(II) ..... 143
Lampiran 14 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion Cu(II) ..... 145
Lampiran 15 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion Zn(II) ..... 147
Lampiran 16 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion Cd(II) ..... 149
Lampiran 17 Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi ion Mg(II) ..... 151
Lampiran 18 Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi ion Ca(II) ..... 153
Lampiran 19 Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi ion Cu(II) ..... 155
Lampiran 20 Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi ion Zn(II) ..... 157
Lampiran 21 Pengaruh konsentrasi awal ion logam terhadap adsorpsi ion Cd(II) ..... 159
lampiran 22 Tabel nilai koefesien distribusi dan selektivitas campuran ion Ca, Mg, Cu(II), Zn(II), dan Cd(II) ..... 161

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PREPARASI MEMBRAN KITOSAN-SILIKA-POLIETILEN GLIKOL UNTUK ADSORPSI ION Mg((II), Ca(II), Cu(II),
Zn(II), DAN Cd(II) DALAM AIR**
F. WIDHI MAHATMANTI, Prof. Dr. Nuryono, M.S ; Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., PhD
**Universitas Gadjah Mada, 2015 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

lampiran 23 Tabel jumlah ion teradsorpsi dan terpermeasi pada campuran ion Ca(II) dan Mg(II) pada media akuades .....162
Lampiran 24 Tabel jumlah ion teradsorpsi dan terpermeasi pada campuran ion Cu(II) dan Zn(II) pada media akuades .....162
Lampiran 25 Tabel jumlah ion teradsorpsi dan terpermeasi dalam mg $L^{-1}$ oleh membran Ch, Ch/Si, dan Ch/Si/P pada media akuades .....163
Lampiran 26 Tabel jumlah ion teradsorpsi dan terpermeasi dalam mg $L^{-1}$ oleh membran Ch, Ch/Si, dan Ch/Si/P pada media HCl .....163
Lampiran 27 Tabel jumlah ion teradsorpsi dan terpermeasi pada dalam mg $L^{-1}$ oleh membran Ch, Ch/Si, dan Ch/Si/P pada media HCl .....163
Lampiran 28 Hasil foto SEM setelah pemakaian .....164