

**PENGEMBANGAN ADSORBEN ZEOLIT-Y PADA APLIKASI
HEMOPERFUSI-INDOKSIL SULFAT**

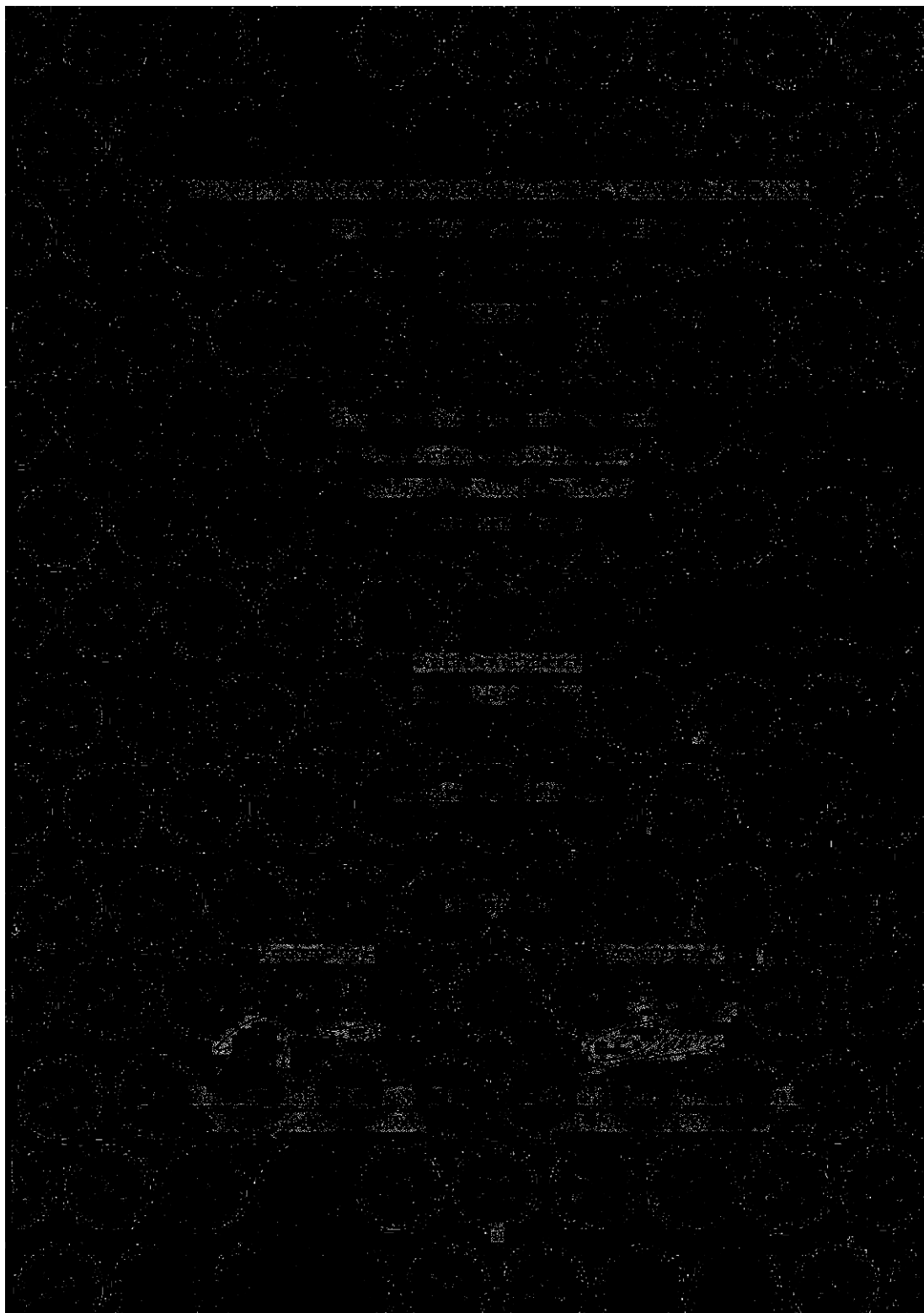
SKRIPSI



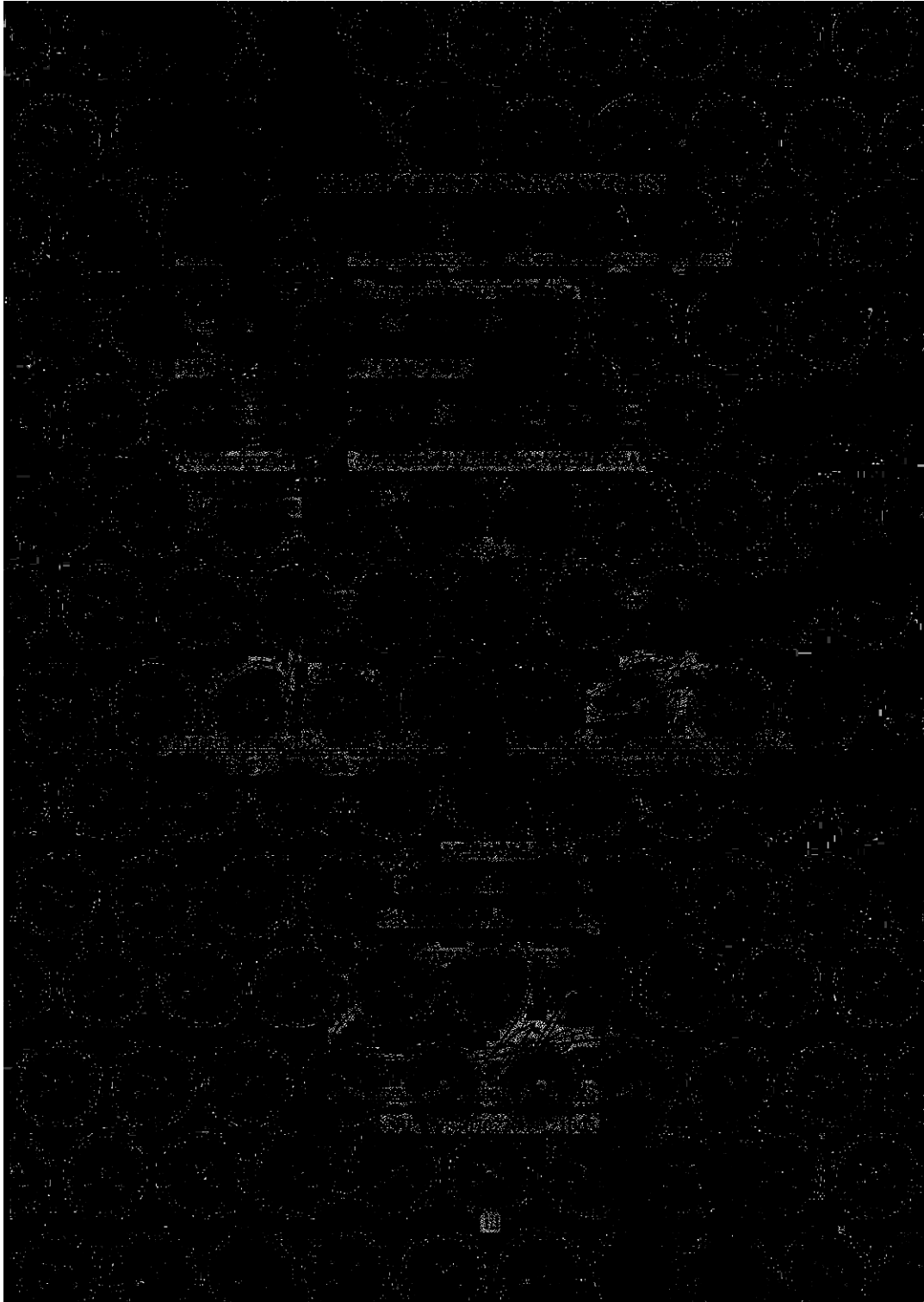
RISKA DEWI EGA FITRI

**PROGRAM STUDI S1 KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI



PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun, dan harus menyebutkan sumbernya sesuai dengan kebahasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Adsorben Zeolit-y pada Aplikasi Hemoperfusi-Indoksil Sulfat”. Naskah skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan sebagai kewajiban akademik dalam memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang ilmu kimia di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Penulisan naskah skripsi ini dapat diselesaikan dengan dukungan, bimbingan, dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan naskah skripsi.
2. Bapak Dr. Handoko Darmokoesoemo, DEA., selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan naskah skripsi.
3. Ibu Siti Wafiroh, S.Si., M.Si., selaku Dosen Wali atas segala nasihat, saran, dan motivasi yang diberikan selama penulis menempuh studi.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik, memberikan ilmu, dan nasihat selama penulis menempuh studi.
5. Orang tua dan seluruh anggota keluarga yang selalu mendoakan, memberikan motivasi serta dukungan moral maupun material dalam proses penyusunan naskah skripsi.
6. Rekan-rekan seperbimbingan yang telah berbagi ilmu, memberikan semangat, bantuan, dan motivasi dalam proses penyusunan naskah skripsi.
7. Rekan-rekan Hibrid, angkatan 2018 yang telah memberikan semangat, bantuan, dan motivasi selama penulis menempuh studi.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan motivasi dalam proses penyusunan naskah skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan naskah skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap bisa mendapatkan kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan naskah skripsi ini. Terima kasih dan mohon maaf.

Surabaya, 9 Juli 2022

Penulis

Riska Dewi Ega Fitri

Fitri, Riska D.E., 2022, Pengembangan Adsorben Zeolit-y pada Aplikasi Hemoperfusi-Indoksil Sulfat, skripsi ini dibawah bimbingan Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc., Ph.D., dan Dr. Handoko Darmokoesoemo, DEA. Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan adsorpsi serta sifat biokompatibilitas zeolit terhadap racun uremik indoksil sulfat dalam penerapan hemoperfusi ke dalam proses hemodialisis. Jenis zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit-y komersil dan zeolit-y sintesis yang disintesis secara hidrotermal. Pengujian adsorpsi zeolit-y sintesis maupun komersil terhadap indoksil sulfat dilakukan dengan metode Ehrlich. Adsorpsi zeolit-y sebanyak 50 mg menggunakan larutan indoksil sulfat 50 ppm menunjukkan hasil adsorpsi optimum pada waktu kontak 30 menit, dengan hasil kapasitas adsorpsi untuk zeolit-y sintesis sebesar 8,86 mg/g dan untuk zeolit-y komersil sebesar 8,41 mg/g. Sementara untuk efisiensi adsorpsi zeolit-y sintesis sebesar 73,68% dan zeolit-y komersil sebesar 69,90%. Biokompatibilitas zeolit-y sintesis dan komersil dipelajari dari adsorpsi protein, waktu koagulasi darah, dan hemolisis. Hasil dalam penelitian yang telah dilakukan, zeolit-y sintesis maupun komersil tidak mampu menyerap protein jenis *Bovine Serum Albumine* (BSA). Jenis protein tersebut hanya menempel pada permukaan zeolit-y karena ukuran molekul BSA yang lebih besar daripada ukuran pori zeolit-y. Hasil perpanjangan waktu koagulasi darah pada zeolit-y masih dalam batas normal (11-15 detik). Hasil hemolisis menunjukkan bahwa persentase hemolisis zeolit-y sintesis tidak beracun untuk sel darah merah.

Kata kunci : hemoperfusi, adsorben, zeolit-y, biokompatibilitas

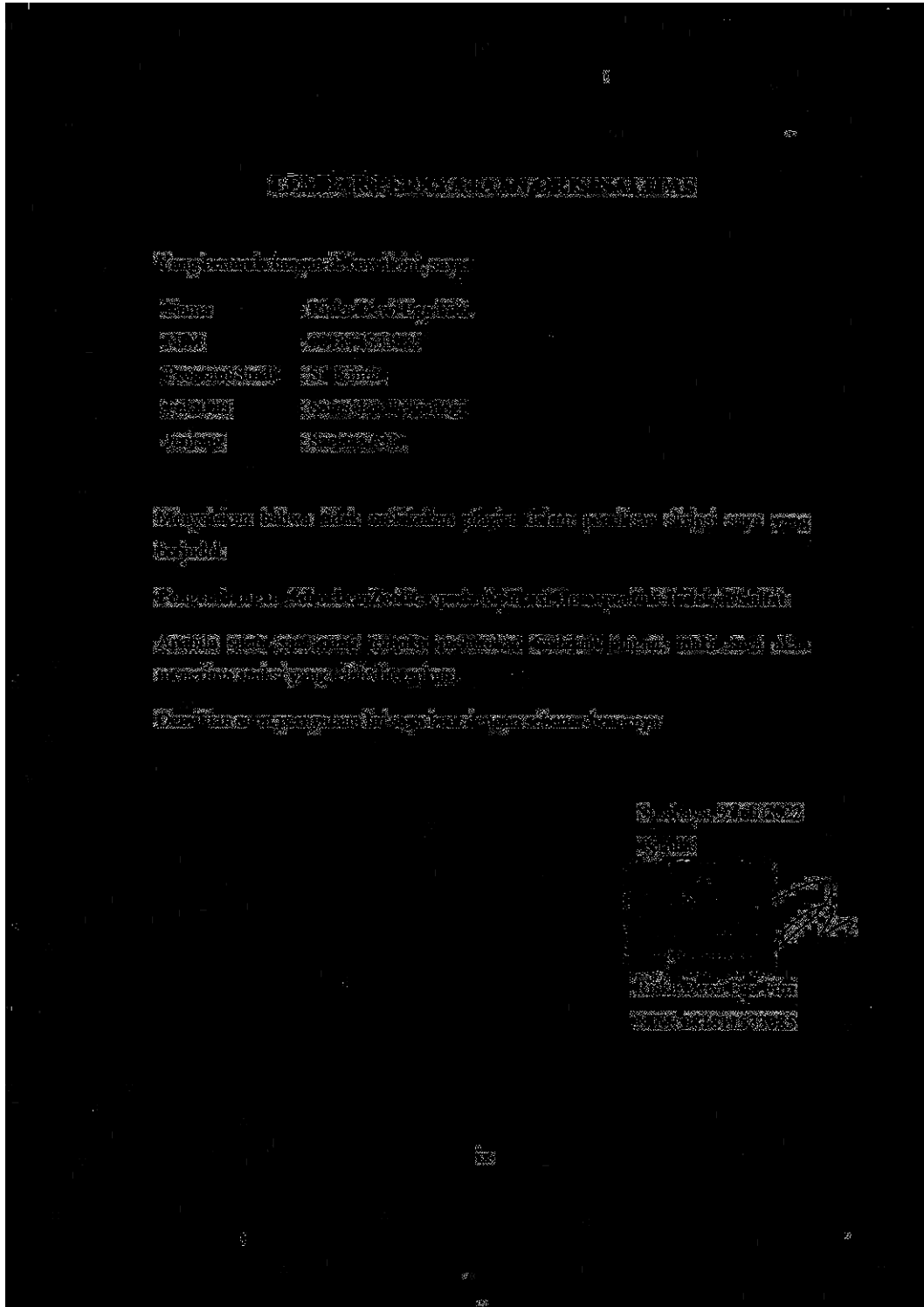
Fitri, Riska D.E., 2022. Development of Zeolit-y Adsorbent in The Application of Hemoperfusion-Indoxyl Sulfate, this final project is under guidance of Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc., Ph.D. and Dr. Handoko Darmokoesoemo, DEA. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

This study aims to study the adsorption ability and biocompatibility of zeolite to the uremic toxin indoxyl sulfate in the application of hemoperfusion in the hemodialysis process. The types of zeolite used in this study were commercial zeolite-y and synthetic zeolite-y which were hydrothermally synthesized. The adsorption test for synthetic and commercial zeolite-y against indoxyl sulfate was carried out using the Ehrlich method. The adsorption of 50 mg zeolite-y using 50 ppm indoxyl sulfate solution showed optimum adsorption results at a contact time of 30 minutes, with the result that the adsorption capacity for synthetic zeolite-y was 8.86 mg/g and for commercial zeolite-y was 8.41 mg/g. Meanwhile, the adsorption efficiency of synthetic zeolite-y was 73.68% and commercial zeolite-y was 69.90%. The biocompatibility of synthetic and commercial zeolite-y was studied from protein adsorption, blood coagulation time, and hemolysis. The results of the research that has been carried out, synthetic and commercial zeolite-y were not able to absorb Bovine Serum Albumin (BSA) protein. This type of protein only sticks to the zeolite-y surface because the BSA molecule size is larger than the pore size of zeolite-y. The results of the prolongation of blood coagulation time in zeolite-y were still within normal limits (11-15 seconds). The results of hemolysis showed that the percentage of zeolite-y synthesis was not toxic to red blood cells.

Keywords: hemoperfusion, adsorbent, zeolite-y, biocompatibility

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Gagal Ginjal	8
2.1.1 Transplantasi ginjal	9
2.1.2 Peritoneal dialisis	9
2.1.3 Hemodialisis.....	10
2.2 Hemoperfusi	13
2.3 Racun Uremik.....	15
2.3.1 <i>Water-Soluble Uremic Toxins</i> (WSUT).....	16
2.3.2 <i>Middle-Molecular Weight of Uremic Toxins</i> (MWUT).....	16
2.3.3 <i>Protein-Bound Uremic Toxins</i> (PBUT).....	16
2.4 Zeolit	18
2.4.1 Struktur zeolit.....	18

2.4.2 Zeolit sintesis.....	20
2.4.3 Zeolit-y.....	21
2.5 Adsorpsi.....	22
2.5.1 Kinetika adsorpsi dan isoterm adsorpsi.....	23
2.6 Uji Biokompatibilitas.....	25
2.6.1 Adsorpsi protein.....	26
2.6.2 <i>Prothrombin Time</i> (PT).....	26
2.6.3 Hemolisis.....	27
2.7 Karakterisasi.....	27
2.7.1 Menentukan nilai absorbansi sampel menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	27
2.7.2 Menentukan ikatan pada sampel dengan metode <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	28
2.7.3 Mengidentifikasi jenis kristal yang didasarkan pada studi difraksinya dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	29
2.7.4 Mengidentifikasi morfologi sampel dengan <i>Field Emission-Scanning Electron Microscope</i> (FE-SEM).....	30
2.7.5 Mengidentifikasi luas permukaan total, volume pori, dan ukuran pori-pori dari adsorben menggunakan <i>Surface Area Analyzer</i> dengan metode BET-BJH.....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	33
3.2.1 Bahan penelitian.....	33
3.2.2 Alat penelitian.....	34
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.4 Prosedur Penelitian.....	35
3.4.1 Sintesis zeolit-y.....	35
3.4.2 Karakterisasi zeolit-y sintesis.....	36
3.4.3 Uji optimasi (kinerja adsorben).....	37
3.4.4 Preparasi sampel serum darah manusia.....	40
3.4.5 Uji biokompatibilitas.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43

4.1 Hasil Sintesis Zeolit-y	43
4.2 Hasil Karakterisasi Zeolit-y Sintesis	45
4.2.1 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	45
4.2.2 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	48
4.2.3 <i>Field Emission-Scanning Electron Microscope</i> (FE-SEM).....	50
4.2.4 <i>Surface Area Analyzer</i> dengan metode BET-BJH	51
4.3 Hasil Uji Optimasi (Kinerja Adsorben).....	53
4.3.1 Penentuan panjang gelombang indoksil sulfat.....	54
4.3.2 Kurva standar indoksil sulfat.....	54
4.3.3 Hasil optimasi waktu kontak	56
4.3.4 Hasil optimasi konsentrasasi larutan umpan indoksil sulfat.....	57
4.3.5 Hasil optimasi massa adsorben	59
4.3.6 Perbandingan kemampuan adsorpsi zeolit-y sintesis dan komersil terhadap indoksil sulfat.....	60
4.4 Model Isoterm dan Kinetika Adsorpsi	61
4.4.1 Model isoterm adsorpsi	61
4.4.2 Model kinetika adsorpsi	62
4.5 Hasil Uji Biokompatibilitas.....	65
4.5.1 Adsorpsi protein.....	65
4.5.2 <i>Prothrombin Time</i> (PT).....	66
4.5.3 Hemolisis.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Adsorben yang Telah dicoba untuk Pemurnian Darah	15
2.2	Sifat Fisik dan Kimia Indoksil Sulfat	17
2.3	Rentang Nilai Adsorpsi Awal (Ri) Berdasarkan Model IPD	25
4.1	Data Hasil Bilangan Gelombang FTIR	46
4.2	Perbandingan Nilai 2θ Difraktogram Zeolit Standar dan Zeolit-y Hasil Sintesis	50
4.3	Data Permukaan dan Porositas Zeolit-y Komersil dan Sintesis	52
4.4	Data Absorbansi Hasil Pengukuran Larutan Standar Indoksil Sulfat	55
4.5	Data Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Optimasi Waktu Indoksil Sulfat dengan Kapasitas Adsorpsi	57
4.6	Data Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Optimasi Konsentrasi Larutan Umpan	58
4.7	Data Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Optimasi Massa Adsorben	60
4.8	Data Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Antara Zeolit-y Sintesis dan Komersil	60
4.9	Parameter Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich untuk Zeolit-y Sintesis dan Komersil	62
4.10	Parameter Kinetika Adsorpsi untuk Zeolit-y Sintesis dan Komersil	63

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis (CAPD)	10
2.2	Prinsip hemodialisis (A) dan Hemodialyzer (B)	12,13
2.3	Dialyzer Hemoperfusi	14
2.4	Struktur Tetrahedral Zeolit	18
2.5	Tipe Kerangka Unit Pengembangan Sekunder Zeolit	19
2.6	Permukaan dalam Zeolit-y	21
2.7	Klasifikasi Adsorpsi Isoterm oleh IUPAC	32
3.1	Skema Kerja Penelitian	35
4.1	Zeolit-y Sintesis	45
4.2	Spektrum FTIR pada Bilangan Gelombang (1800 – 400 cm^{-1})	47
4.3	Spektrum FTIR pada Bilangan Gelombang (4000 – 400 cm^{-1})	48
4.4	Pola Difraksi Sinar-X Zeolit-y Komersil dan Sintesis	49
4.5	Hasil FE-SEM Serbuk Zeolit-y Sintesis pada Perbesaran 20 K dan 50 K	51
4.6	Kurva Adsorpsi – Desorpsi Nitrogen	52
4.7	Kurva Standar Indoksil Sulfat	55
4.8	Kurva Hubungan Antara Waktu Kontak dengan Kapasitas Adsorpsi	56
4.9	Kurva Hubungan Antara Konsentrasi Larutan Umpan Indoksil Sulfat dengan Kapasitas Adsorpsi	58
4.10	Kurva Hubungan Antara Massa Adsorben dengan Kapasitas Adsorpsi	59
4.11	Analisis Kinetika Adsorpsi Zeolit-y Sintesis dan Komersil dengan Model IPD	64

4.12	Kapasitas Adsorpsi terhadap Bovine Serum Albumine	65
4.13	Profil Pengujian PT untuk Zeolit-y Sintesis dan Komersil	66
4.14	Aktivitas Hemolitik Adsorben Zeolit-y Sintesis dan Komersil	67

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
Lampiran 1	Perhitungan Komposisi Bahan untuk Sintesis Zeolit-y
Lampiran 2	Pembuatan Larutan Indoksil Sulfat
Lampiran 3	Pembuatan Larutan BSA (<i>Bovine Serum Albumine</i>)