

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iv
PRAKATA	viii
UCAPAN TERIMAKASIH	ix
KATA MUTIARA	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SIMBOL	xxii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENGANTAR	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.3.1 Tujuan fungsional.....	7
1.3.2 Tujuan operasional.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Kebaruan Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Pencemaran Air.....	10
2.2 Limbah Padat Industri Tahu.....	11
2.2.1 Proses pembuatan tahu.....	11
2.3 Silika Gel.....	13
2.4 Logam Berat.....	14
2.4.1 Timbal (Pb).....	14
2.4.2 Kadmium (Cd).....	18
2.4.3 Nikel (Ni).....	21
2.5 Biosorpsi Logam Berat Menggunakan Limbah Tahu.....	23
2.6 Karakterisasi Adsorben Secara Umum.....	24
2.6.1 X-Ray Diffraction (XRD).....	24
2.6.2 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	26
2.6.3 Adsorpsi/Desorpsi N ₂ dengan Metode BET-BJH.....	27
2.6.4 <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX).....	29
2.7 Adsorpsi.....	30
2.7.1 Jenis adsorpsi.....	31
2.7.2 Faktor – faktor yang memengaruhi adsorpsi.....	31
2.7.3 Penentuan parameter adsorpsi.....	32
2.7.4 Modeling kinetika adsorpsi	37
2.7.5 Mekanisme adsorpsi	39
2.7.6 Termodinamika adsorpsi.....	41
BAB III KONSEP ILMIAH DAN HIPOTESIS	43

3.1 Konsep Ilmiah.....	43
3.2 Skema Konsep Ilmiah.....	45
3.3 Hipotesis.....	46
BAB IV METODE PENELITIAN.....	48
4.1 Tempat Penelitian.....	48
4.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	48
4.2.1 Alat penelitian.....	48
4.2.2 Bahan penelitian.....	49
4.3 Cara Kerja.....	49
4.3.1 Pembuatan adsorben limbah tahu padat.....	49
4.3.2 Uji proximat dari limbah tahu padat.....	50
4.3.3 Pembuatan adsorben limbah tahu padat terimmobilisasi pada permukaan silika.....	55
4.3.4 Karakterisasi adsorben dengan XRD.....	55
4.3.5 Karakterisasi jenis ikatan antara limbah tahu padat dengan silika menggunakan FTIR.....	56
4.3.6 Prosedur operasional <i>Thermogravimetry Analyzer</i> (TGA).....	56
4.3.7 Karakterisasi topografi permukaan dan kandungan unsur dari limbah tahu padat terimmobilisasi pada permukaan silika menggunakan <i>Scanning Eelectron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)	57
4.3.8 Penentuan ukuran partikel adsorben limbah tahu padat terimmobilisasi pada silika dengan zetasizer nano ZS PSA.....	57
4.3.9 Karakterisasi luas permukaan total, volume pori, dan ukuran pori dari partikel adsorben dengan BET- BJH.....	57
4.3.10 Penentuan <i>pH Zero Charge Potential</i> (pH_{pcz}) dari adsorben limbah tahu padat terimmobilisasi silika.....	57
4.3.11 Uji populasi bakteri pada limbah tahu padat dan limbah tahu padat terimmobilisasi pada permukaan silika.....	58
4.3.12 Uji elektroforesis protein kasar dengan SDS-PAGE.....	58
4.3.13 Penentuan waktu kontak optimum rata-rata adsorpsi ion logam Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Ni^{2+}	60
4.3.14 Penentuan model kinetika adsorpsi.....	60
4.3.15 Karakterisasi jenis ikatan antara limbah tahu padat terimmobilisasi pada silika dengan ion logam Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Ni^{2+} menggunakan FTIR.....	60
4.3.16 Karakterisasi topografi permukaan dan kandungan unsur dari limbah tahu padat terimmobilisasi pada permukaan silika setelah adsorpsi ion logam berat dengan SEM EDX.....	61
4.3.17 Penentuan parameter termodinamika adsorpsi.....	61
4.3.18 Pengaruh pH terhadap adsorpsi ion logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Ni^{2+}	62
4.3.19 Penggunaan ulang adsorben limbah tahu padat terimmobilisasi pada	

silika.....	62
4.3.20 Adsorpsi isotermis sistem campuran <i>biner</i> dan <i>terner</i> ion logam dari limbah sintetik oleh adsorben limbah tahu padat terimmobilisasi pada silika.....	62
4.3.21 Aplikasi adsorben limbah tahu padat terimmobilisasi silika pada limbah riil <i>electroplating</i>	63
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	64
5.1 Hasil Pembuatan Adsorben Limbah Tahu Padat.....	64
5.2 Hasil Uji Proksimat Limbah Tahu Padat.....	64
5.3 Hasil Pembuatan Adsorben Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi pada Permukaan Silika.....	67
5.4 Hasil Karakterisasi Adsorben dengan XRD.....	70
5.5 Hasil Karakterisasi Jenis Ikatan antara Limbah Tahu Padat dengan Silika Menggunakan FTIR.....	73
5.5.1 Analisis FTIR untuk silika.....	74
5.5.2 Analisis FTIR untuk limbah tahu padat tanpa terimmobilisasi pada silika.....	74
5.5.3 Analisis FTIR limbah tahu padat terimmobilisasi pada permukaan silika.....	75
5.6 Hasil Analisis <i>Thermogravimetric Analyzer</i> (TGA).....	76
5.7 Hasil Karakterisasi Topografi Permukaan dan Kandungan Unsur dari Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi pada Permukaan Silika Menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)	77
5.8 Hasil Penentuan Ukuran Partikel Adsorben Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi pada Silika dengan <i>Zetasizer NanoZS PSA</i>	81
5.9 Hasil karakterisasi Luas Permukaan Total, Volume Pori, dan Ukuran Pori dari Partikel Adsorben dengan BET- BJH.....	81
5.10 Hasil Penentuan <i>Zero Charge Potential</i> (pH pcz) dari Adsorben Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi Silika.....	83
5.11 Hasil Uji Populasi Bakteri pada Limbah Tahu Padat dan Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi pada Permukaan Silika.....	85
5.12 Hasil Uji Elektroforesis Protein Kasar dengan SDS-PAGE.....	85
5.13 Hasil Penentuan Waktu Kontak Optimum Rata-Rata Adsorpsi Ion Logam Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , dan Ni ²⁺	86
5.14 Hasil Penentuan Model dan Kinetika Adsorpsi.....	98
5.15 Hasil Karakterisasi Jenis Ikatan Antara Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi pada Silika dengan Ion Logam Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , dan Ni ²⁺ Menggunakan FTIR.....	111
5.16 Hasil Karakterisasi Topografi Permukaan dan Kandungan Unsur dari Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi pada Permukaan Silika setelah Adsorpsi Ion Logam Berat dengan SEM-EDX.....	114
5.17 Penentuan Parameter Termodinamika Adsorpsi.....	118
5.18 Hasil Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Ion Logam Berat Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , dan Ni ²⁺	122
5.19 Hasil Penggunaan Ulang Adsorben Limbah Tahu	

Padat Terimmobilisasi pada Silika.....	123
5.20 Hasil Adsorpsi Isotermis Sistem Campuran <i>Biner</i> dan <i>Terner</i> Ion Logam dari Limbah Sintetik oleh Adsorben Limbah Tahu	
Padat Terimmobilisasi pada Silika.....	124
5.21 Aplikasi adsorben Limbah Tahu Padat Terimmobilisasi Silika pada Limbah Riil <i>Electroplating</i>	127
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	129
6.1 Kesimpulan.....	129
6.2 Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA	131
LAMPIRAN	