DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... *i*
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS ..... *ii*
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... *iii*
DAFTAR RIWAYAT HIDUP ..... *iv*
ABSTRAK ..... *v*
ABSTRACT ..... *vi*
KATA PENGANTAR ..... *vii*
DAFTAR ISI ..... *x*
DAFTAR TABEL ..... *xiv*
DAFTAR GAMBAR ..... *xv*
DAFTAR LAMPIRAN ..... *xvii*
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 9
1.3 Ruang Lingkup Penelitian 9
1.4 Batasan Masalah 10
1.5 Rumusan Masalah 11
1.6 Tujuan Penelitian 11
1.7 Manfaat Penelitian 12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **14**
2.1 Isoterm Adsorpsi 14
2.1.1 Isoterm Langmuir 15
2.1.2 Isoterm Freundlich 15
2.2 Kinetika Adsorpsi 16
2.2.1 Model *Pseudo-First-Order* 17
2.2.2 Model *Pseudo-Second-Order* 18
2.3 Termodinamika Adsorpsi 19
2.3.1 Perubahan Energi Bebas Gibbs (ΔG°) 20
2.3.2 Perubahan Entalpi (ΔH°) 21
2.3.3 Perubahan Entropi (ΔS°) 22

2.4 Pencemaran Logam Cu(II) 22
2.5 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 24
2.6 Karbon Aktif 26
2.7 Polietilena Tereftalat (PET) sebagai Sumber Asam Tereftalat (TAC) 27
2.8 *Metal Organic Frameworks* (MOFs) 29
2.9 Karakterisasi 30
2.9.1 *Scanning Electron Microscopy* (SEM) 30
2.9.2 *Brunauer–Emmett–Teller* (BET) 32
2.9.3 *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) 32
2.9.4 *X-Ray Diffractometer* (XRD) 33
2.9.5 *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) 36
2.9.6 *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 36
BAB III METODE PENELITIAN 39
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 39
3.2 Jenis Penelitian 39
3.3 Alat dan Bahan Penelitian 39
3.3.1 Alat Penelitian 39
3.3.2 Bahan Penelitian 40
3.4 Prosedur Penelitian 40
3.4.1 Preparasi Sampel Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 40
3.4.2 Pembuatan Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 40
3.4.3 Sintesis Asam Tereftalat melalui Depolimerisasi Polietilena Tereftalat 41
3.4.4 Pembuatan Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 41
3.4.5 Uji Adsorpsi Cu(II) 42
3.4.6 Studi Kesetimbangan Adsorpsi Cu(II) 43
3.4.7 Studi Kinetika Adsorpsi Cu(II) 44
3.4.8 Studi Termodinamika Cu(II) 45
3.5 Diagram Alir Preparasi Karbon Aktif dari TKKS 47
3.6 Diagram Alir Depolimerisasi Asam Tereftalat dari Polietilena

Tereftalat 48
3.7 Diagram Alir Pembuatan Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 49
3.8 Diagram Alir Uji Adsorpsi Cu(II) pada Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 50
3.8.1 Penentuan Massa Optimum Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ terhadap Logam Cu(II) 50
3.8.2 Penentuan Konsentrasi Optimum Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ terhadap Logam Cu(II) 50
3.8.3 Penentuan Waktu Kontak Optimum Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ terhadap Logam Cu(II) 51
3.8.4 Penentuan Suhu Optimum Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ terhadap Logam Cu(II) 51
3.8.5 Skema Sintesis Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 52
BAB IV PEMBAHASAN 53
4.1 Preparasi Sampel Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 53
4.2 Karbonisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 54
4.3 Aktivasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 56
4.4 Karakterisasi Karbon Aktif 57
4.4.1 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 57
4.4.2 Difraksi Sinar-X (XRD) 59
4.5 Depolimerisasi Asam Tereftalat dari Polietilena Tereftalat (PET) 60
4.6 Karakterisasi Asam Tereftalat 61
4.6.1 *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 62
4.7 Sintesis Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 65
4.8 Karakterisasi Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 67
4.8.1 XRD (Difraksi Sinar-X) 67
4.8.2 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 70
4.9 Proses Adsorpsi Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ 71
4.9.1 Variasi Massa Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ pada Logam Cu(II) 71
4.9.2 Variasi Konsentrasi Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ pada Logam Cu(II) 73
4.9.3 Variasi Waktu Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ pada Logam

Cu(II) 78
4.9.4 Variasi Suhu Komposit KA-Cu(TAC)$_2$ pada Logam Cu(II) 83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 88
5.1 Kesimpulan 88
5.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN 98

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
UNIMED
THE Character Building UNIVERSITY