

**DEKONTAMINASI ION LOGAM
DENGAN BIOSORBEN BERBASIS
ASAM HUMAT, KITIN, DAN KITOSAN**

**Sri Juari Santosa
Dwi Siswanta
Sri Sudiono**

GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| PRAKATA | v |
| INTI SARI | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan dan Manfaat | 5 |
| Daftar Pustaka | 6 |
| BAB 2 LOGAM DALAM AIR | 8 |
| 2.1 Perak | 9 |
| 2.2 Kadmium | 9 |
| 2.3 Krom | 10 |
| 2.4 Tembaga | 10 |
| 2.5 Timbal | 11 |
| 2.6 Uranium | 11 |
| Daftar Pustaka | 11 |
| BAB 3 ADSORPSI | 13 |
| 3.1 Pengertian | 13 |
| 3.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Interaksi Logam dengan Adsorben | 14 |
| 3.2.1 Sifat Logam dan Ligan | 14 |
| 3.2.2 Sifat Pelarut | 15 |
| 3.2.3 Keasaman | 15 |
| 3.3 Isoterm Adsorpsi | 16 |
| 3.4 Kinetika Adsorpsi | 17 |
| 3.4.1 Rumusan Kinetika Adsorpsi Ion Tunggal (Non- kompetitif) | 18 |
| 3.4.2 Rumusan Kinetika Adsorpsi Kompetitif | 21 |
| Daftar Pustaka | 25 |
| BAB 4 SENYAWA HUMAT | 27 |
| 4.1 Pengertian | 27 |
| 4.2 Biosintesis | 29 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.3 | Struktur | 31 |
| 4.4 | Sifat | 36 |
| | 4.4.1 Keasaman | 36 |
| | 4.4.2 Karakteristik Koloid | 38 |
| | 4.4.3 Perilaku Elektrokimia | 38 |
| 4.5 | Interaksi Senyawa Humat dengan Logam | 40 |
| | 4.5.1 Pembentukan Kompleks | 41 |
| | 4.5.2 Kompleks Logam-Humat Terlarut | 42 |
| 4.6 | Asam Humat sebagai Adsorben | 43 |
| | Daftar Pustaka | 43 |
| BAB 5 | KITIN DAN KITOSAN | 46 |
| 5.1 | Kitin | 46 |
| | 5.1.1 Biosintesis | 47 |
| | 5.1.2 Sifat Fisiko-Kimia | 48 |
| 5.2 | Kitosan | 49 |
| 5.3 | Interaksi dengan Ion Logam | 51 |
| 5.4 | Kitin sebagai Adsorben | 51 |
| 5.5 | Kitosan sebagai Adsorben | 51 |
| | Daftar Pustaka | 52 |
| BAB 6 | IMOBILISASI ASAM HUMAT PADA KITIN DAN KITOSAN | 54 |
| 6.1 | Metode Imobilisasi | 54 |
| | 6.1.1 Pemerangkapan | 55 |
| | 6.1.2 Adsorpsi | 55 |
| 6.2 | Imobilisasi pada Kitin | 56 |
| 6.3 | Imobilisasi pada Kitosan | 58 |
| | Daftar Pustaka | 58 |
| BAB 7 | ASAM HUMAT TANAH GAMBUT SEBAGAI ADSOR- BEN KROM, TEMBAGA, DAN URANIUM | 60 |
| 7.1 | Pendahuluan | 60 |
| 7.2 | Bahan dan Alat | 61 |
| | 7.2.1 Bahan | 61 |
| | 7.2.2 Alat | 61 |
| 7.3 | Cara Kerja | 61 |
| | 7.3.1 Isolasi Adsorben Asam Humat dari Tanah Gambut | 61 |
| | 7.3.2 Karakterisasi Asam Humat Hasil Isolasi | 62 |
| | 7.3.3 Kinetika Adsorpsi Cr(III), Cu(II), dan U(VI) .. | 62 |
| 7.4 | Hasil dan Pembahasan | 63 |
| | 7.4.1 Karakterisasi Asam Humat Hasil Ekstraksi ... | 63 |

| | | |
|---------|----------------------------|----|
| 7.4.2 | Pola Adsorpsi | 65 |
| 7.4.2.1 | Kondisi Ion Tunggal | 65 |
| 7.4.2.2 | Kondisi Kompetitif | 66 |
| 7.4.3 | Kinetika Adsorpsi | 67 |
| 7.4.3.1 | Kondisi Ion Tunggal | 68 |
| 7.4.3.2 | Kondisi Kompetitif | 74 |
| 7.5 | Kesimpulan dan Saran | 78 |
| 7.5.1 | Kesimpulan | 78 |
| 7.5.2 | Saran | 79 |
| | Daftar Pustaka | 79 |

BAB 8 ADSORPSI TEMBAGA DAN URANIUM OLEH ASAM HUMAT TANAH GAMBUT BERDASARKAN MEKANISME PERTUKARAN ION DALAM SISTEM ALIR

| | | |
|---------|---|-----|
| | | 84 |
| 8.1 | Pendahuluan | 84 |
| 8.2 | Bahan dan Alat | 86 |
| 8.2.1 | Bahan | 86 |
| 8.2.2 | Alat | 86 |
| 8.3 | Cara Kerja | 86 |
| 8.3.1 | Isolasi Asam Humat dari Tanah Gambut dan Karakterisasinya | 86 |
| 8.3.2 | Adsorpsi Cu(II) dan UO ₂ (II) | 87 |
| 8.3.2.1 | Pembuatan Kolom | 87 |
| 8.3.2.2 | Penjenuhan Asam Humat | 87 |
| 8.3.2.3 | Penentuan Kapasitas Adsorpsi .. | 88 |
| 8.3.2.4 | Penentuan Stabilitas Adsorpsi .. | 89 |
| 8.3.2.5 | Penentuan Laju Adsorpsi | 91 |
| 8.4 | Hasil dan Pembahasan | 91 |
| 8.4.1 | Isolasi Asam Humat dan Karakterisasinya | 91 |
| 8.4.2 | Adsorpsi Cu(II) dan UO ₂ (VI) | 93 |
| 8.4.2.1 | Efisiensi Pemisahan | 93 |
| 8.4.2.2 | Laju dan Kapasitas Adsorpsi..... | 95 |
| 8.4.2.3 | Konstanta Stabilitas Adsorpsi .. | 97 |
| 8.5 | Kesimpulan dan Saran | 99 |
| 8.5.1 | Kesimpulan | 99 |
| 8.5.2 | Saran | 100 |
| | Daftar Pustaka | 100 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| BAB 9 | IMOBILISASI ASAM HUMAT PADA KITIN DAN PENGGUNAANNYA SEBAGAI ADSORBEN PERAK DAN TEMBAGA | 103 |
| 9.1 | Pendahuluan | 103 |
| 9.1.1 | Permasalahan | 104 |
| 9.1.2 | Manfaat | 104 |
| 9.2 | Bahan dan Alat | 105 |
| 9.2.1 | Bahan | 105 |
| 9.2.2 | Alat | 105 |
| 9.3 | Cara Kerja | 105 |
| 9.3.1 | <i>Sampling</i> Tanah Gambut dan Cangkang Kepiting | 105 |
| 9.3.2 | Persiapan dan Perlakuan Awal Sampel | 106 |
| 9.3.3 | Ekstraksi Asam Humat | 106 |
| 9.3.4 | Pemurnian Asam Humat | 106 |
| 9.3.5 | Isolasi Kitin | 107 |
| 9.3.6 | Karakterisasi Gugus Fungsional Asam Humat dan Kitin | 107 |
| 9.3.7 | Imobilisasi Asam Humat pada Kitin | 107 |
| 9.3.8 | Karakterisasi Gugus Fungsional Adsorben Hasil Imobilisasi | 107 |
| 9.3.9 | Penentuan Banyaknya Asam Humat Terimobilisasi | 108 |
| 9.3.10 | Uji Stabilitas Asam Humat Terimobilisasi pada Berbagai Keasaman Medium | 108 |
| 9.3.11 | Aplikasi Sorben untuk Sorpsi Ag(I) dan Cu(II) | 108 |
| 9.3.11.1 | Pengaruh Keasaman | 108 |
| 9.3.11.2 | Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi | 109 |
| 9.3.11.3 | Penentuan Laju Adsorpsi | 109 |
| 9.4 | Hasil dan Pembahasan | 109 |
| 9.4.1 | Isolasi, Pemurnian, dan Karakterisasi Asam Humat Tanah Gambut | 109 |
| 9.4.2 | Isolasi dan Karakterisasi Kitin Cangkang Kepiting | 113 |
| 9.4.3 | Karakterisasi Hasil Imobilisasi Asam Humat Tanah Gambut pada Kitin Cangkang Kepiting | 115 |
| 9.4.4 | Penentuan Jumlah Asam Humat Terimobilisasi pada Kitin dan Uji Stabilitasnya | 118 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 9.4.5 | Pengaruh Keasaman | 119 |
| 9.4.5.1 | Pada Adsorpsi Ag(I) | 119 |
| 9.4.5.2 | Pada Adsorpsi Cu(II) | 121 |
| 9.4.6 | Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi | 122 |
| 9.4.6.1 | Pada Adsorpsi Ag(I) | 123 |
| 9.4.6.2 | Pada Adsorpsi Cu(II) | 124 |
| 9.4.7 | Penentuan Laju Adsorpsi Ag(I) dan Cu(II) | 126 |
| 9.4.8 | Adsorpsi Ag(I) dalam Limbah Fotografi Sintetik | 128 |
| 9.4.8.1 | Pengaruh Keasaman | 128 |
| 9.4.8.2 | Kapasitas dan Energi Adsorpsi | 129 |
| 9.4.8.3 | Laju Adsorpsi | 132 |
| 9.4.9 | Daur Ulang $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ dan Cu(II) | 133 |
| 9.4.9.1 | Daur Ulang $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ | 133 |
| 9.4.9.2 | Daur Ulang Cu(II) | 135 |
| 9.5 | Kesimpulan dan Saran | 136 |
| 9.5.1 | Kesimpulan | 137 |
| 9.5.2 | Saran | 139 |
| | Daftar Pustaka | 140 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| BAB 10 | ADSORPSI KROMIUM PADA ASAM HUMAT TERIMOBILISASI PADA KITIN | 143 |
| 10.1 | Pendahuluan | 143 |
| 10.2 | Bahan dan Alat | 144 |
| 10.2.1 | Bahan | 144 |
| 10.2.2 | Alat | 145 |
| 10.3 | Cara Kerja | 145 |
| 10.3.1 | <i>Sampling</i> dan Persiapan Sampel | 145 |
| 10.3.2 | Ekstraksi Asam Humat | 145 |
| 10.3.3 | Analisis Kuantitatif Gugus Fungsional Asam Humat | 146 |
| 10.3.4 | Isolasi Kitin | 146 |
| 10.3.5 | Karakterisasi Asam Humat dan Kitin | 146 |
| 10.3.6 | Pembuatan Adsorben Asam Humat Terimobilisasi pada Kitin (Chitin-HA) | 146 |
| 10.3.6.1 | Teknik Adsorpsi (Metode A) | 146 |
| 10.3.6.2 | Teknik Pemerangkapan | 147 |
| 10.3.7 | Karakterisasi Adsorben | 147 |
| 10.3.8 | Penentuan Jumlah Asam Humat Terimobilisasi | 147 |
| 10.3.9 | Uji Stabilitas Asam Humat Terimobilisasi | 148 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 10.3.10 | Penentuan Laju Adsorpsi | 148 |
| 10.3.11 | Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi | 148 |
| 10.4 | Hasil dan Pembahasan | 149 |
| 10.4.1 | Ekstraksi, Pemurnian, dan Karakterisasi Asam Humat Tanah Gambut | 149 |
| 10.4.2 | Analisis Kuantitatif Gugus Fungsional Asam Humat | 152 |
| 10.4.3 | Isolasi dan Karakterisasi Kitin Cangkang Kepiting | 152 |
| 10.4.4 | Pembuatan Adsorben Asam Humat Tanah Gambut Terimobilisasi pada Kitin Cangkang Kepiting | 154 |
| 10.4.5 | Uji Stabilitas Asam Humat Terimobilisasi | 154 |
| 10.4.6 | Karakterisasi Adsorben | 156 |
| 10.4.7 | Aplikasi Adsorben untuk Adsorpsi Cr(III) | 157 |
| 10.4.7.1 | Pengaruh Keasaman | 157 |
| 10.4.7.2 | Penentuan Laju Adsorpsi | 158 |
| 10.4.7.3 | Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi | 159 |
| 10.5 | Kesimpulan dan Saran | 160 |
| 10.5.1 | Kesimpulan | 160 |
| 10.5.2 | Saran | 160 |
| | Daftar Pustaka | 160 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| BAB 11 | IMOBILISASI ASAM HUMAT PADA KITOSAN DAN PENGGUNAANNYA SEBAGAI ADSORBEN KADMIUM DAN TIMBAL | 164 |
| 11.1 | Pendahuluan | 164 |
| 11.1.1 | Permasalahan | 165 |
| 11.1.2 | Manfaat | 166 |
| 11.2 | Metodologi | 166 |
| 11.2.1 | Ekstraksi Asam Humat | 166 |
| 11.2.2 | Isolasi Kitosan | 169 |
| 11.2.3 | Imobilisasi Asam Humat pada Kitosan | 169 |
| 11.2.4 | Penentuan Jumlah Asam Humat Terimobilisasi | 171 |
| 11.2.5 | Uji Stabilitas Asam Humat Terimobilisasi | 171 |
| 11.2.6 | Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi | 171 |
| 11.2.7 | Penentuan Laju Adsorpsi | 172 |

| | |
|--|-----|
| 11.3 Hasil dan Pembahasan | 173 |
| 11.3.1 Karakterisasi Kitosan, Asam Humat, dan Adsorben | 173 |
| 11.3.2 Stabilitas Asam Humat Terimobilisasi terhadap Pelarutan | 175 |
| 11.3.3 Adsorpsi Cd(II) dan Pb(II) | 176 |
| 11.3.3.1 Pengaruh Keasaman Medium | 176 |
| 11.3.3.2 Kinetika | 177 |
| 11.3.3.3 Termodinamika | 179 |
| 11.4 Kesimpulan | 183 |
| Daftar Pustaka | 183 |
| BIODATA PENULIS | 189 |