

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME..... | ii |
| HALAMAN | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN | xviii |
| INTISARI..... | xx |
| ABSTRACT..... | xxi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1. Latar Belakang..... | 1 |
| I.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| I.3. Batasan Masalah | 2 |
| I.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| I.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| BAB III DASAR TEORI | 7 |
| III.1. Isi Dasar Teori..... | 7 |
| III.1.1. Karakteristik Limbah Cair Sekunder | 7 |
| III.1.2. Prinsip dan Mekanisme Adsorpsi..... | 7 |
| III.1.3. Karakteristik ¹³⁷ Cs..... | 9 |
| III.1.4. Struktur, Karakterisasi, dan Modifikasi Zeolit Alam..... | 10 |
| III.1.5. <i>X-ray Diffraction</i> (XRD)..... | 12 |
| III.1.6. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) | 13 |
| III.1.7. <i>Brunauer–Emmett–Teller</i> (BET) | 13 |
| III.1.8. Karakterisasi Sifat Keelektronegatifan Permukaan Zeolit Melalui Pengukuran Zeta Potensial..... | 14 |
| III.1.9. Efisiensi Adsorpsi | 15 |
| III.1.10. Kapasitas Adsorpsi..... | 16 |
| III.1.11. Kapasitas Adsorpsi Maksimum..... | 17 |



| | |
|--|----|
| III.1.12. Kinetika Adsorpsi | 17 |
| III.1.13. Keseimbangan Isotermal..... | 20 |
| III.2. Hipotesis..... | 21 |
| BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN | 22 |
| IV.1. Alat dan Bahan Penelitian..... | 22 |
| IV.2. Tata Laksana Penelitian | 23 |
| IV.2.1. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam | 23 |
| IV.2.2. Aktivasi Zeolit Secara Kimia..... | 24 |
| IV.2.3. Pembuatan Larutan Simulasi Menggunakan Garam $^{133}\text{CsCl}$ | 24 |
| IV.2.4. Preparasi Limbah Sekunder Radioaktif dari Proses <i>Soil Washing</i> ... | 25 |
| IV.2.5. Proses Adsorpsi dengan Zeolit Alam dan Zeolit Teraktivasi pada Variasi Parameter | 25 |
| IV.3. Konversi Hasil Penelitian | 26 |
| IV.3.1. Konversi konsentrasi larutan dengan satuan ppm menjadi mmol | 26 |
| IV.3.2. Konversi aktivitas jenis radionuklida dengan satuan Bq/ml menjadi mmol | 27 |
| IV.4. Analisis Hasil Penelitian | 27 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 29 |
| V.1. Karakterisasi Fisikokimia Zeolit dan Evaluasi Perubahan Struktur Akibat Aktivasi Kimia | 29 |
| V.2. Penetapan Kurva Kalibrasi dan Persamaan Regresi Linier untuk Larutan Standar $^{133}\text{CsCl}$ | 32 |
| V.3. Pengukuran Cacah dan Aktivitas Awal Limbah Cair Sekunder Mengandung ^{137}Cs | 34 |
| V.4. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Ion Cs^+ | 35 |
| V.4.1. Pengujian pada larutan simulasi $^{133}\text{CsCl}$ dengan dan tanpa HCl menggunakan berbagai jenis zeolit..... | 35 |
| V.4.2. Pengujian Kinerja Adsorpsi Zeolit Terhadap Limbah Cair Sekunder Mengandung ion $^{137}\text{Cs}^+$ | 39 |
| V.5. Kinetika Adsorpsi Ion $^{133}\text{Cs}^+$ dan $^{137}\text{Cs}^+$ | 42 |
| V.5.1. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa..... | 42 |
| V.5.2. Limbah simulasi ^{133}Cs tanpa HCl dengan adsorben zeolit basa..... | 43 |
| V.5.3. Limbah simulasi $^{133}\text{Cs} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit mentah | 44 |



| | |
|--|----|
| V.5.4. Limbah cair sekunder mengandung ^{137}Cs | 45 |
| V.6. Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal terhadap Kapasitas Adsorpsi Cs^+ | 46 |
| V.6.1. Larutan Limbah simulasi ^{133}Cs | 46 |
| V.6.2. Limbah cair sekunder mengandung ^{137}Cs | 48 |
| V.7. Penentuan Kesetimbangan Isotermal dengan Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Variasi Konsentrasi Awal ion Cs^+ | 49 |
| V.7.1. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa..... | 49 |
| V.7.2. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl}$ tanpa HCl dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa | 50 |
| V.7.3. Limbah Cair Sekunder Mengandung ^{137}Cs dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa..... | 51 |
| V.8. Pengaruh Suhu Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi Cs^+ | 52 |
| V.8.1. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa..... | 52 |
| V.8.2. Limbah Cair Sekunder Mengandung ^{137}Cs | 54 |
| V.9. Penentuan Kesetimbangan Isotermal dengan Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Variasi Suhu Kontak | 56 |
| V.9.1. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa pada suhu kontak 25°C | 56 |
| V.9.2. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa pada suhu kontak 60°C | 57 |
| V.9.3. Larutan simulasi $^{133}\text{CsCl} + \text{HCl}$ dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa pada suhu kontak 90°C | 57 |
| V.9.4. Limbah cair sekunder dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa pada suhu kontak 25°C | 58 |
| V.9.5. Limbah cair sekunder dengan adsorben zeolit aktivasi asam-basa pada suhu kontak 60°C | 59 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 61 |
| VI.1. Kesimpulan | 61 |
| VI.2. Saran | 62 |
| DAFTAR PUSTAKA | 63 |
| LAMPIRAN..... | 71 |

