

## DAFTAR ISI

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL . . . . .                                                                                                                                  | i   |
| HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING . . . . .                                                                                                              | ii  |
| HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI . . . . .                                                                                                                 | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI . . . . .                                                                                                              | iv  |
| PRAKATA . . . . .                                                                                                                                        | v   |
| DAFTAR ISI . . . . .                                                                                                                                     | vii |
| DAFTAR TABEL . . . . .                                                                                                                                   | x   |
| DAFTAR GAMBAR . . . . .                                                                                                                                  | xi  |
| DAFTAR SIMBOL . . . . .                                                                                                                                  | xiv |
| INTISARI . . . . .                                                                                                                                       | xv  |
| <i>ABSTRACT</i> . . . . .                                                                                                                                | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN . . . . .                                                                                                                              | 1   |
| 1.1 Latar Belakang . . . . .                                                                                                                             | 1   |
| 1.2 Kebaruan Penelitian . . . . .                                                                                                                        | 3   |
| 1.3 Tujuan Penelitian . . . . .                                                                                                                          | 5   |
| 1.4 Manfaat Penelitian . . . . .                                                                                                                         | 5   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI . . . . .                                                                                                     | 6   |
| 2.1 Tinjauan pustaka . . . . .                                                                                                                           | 6   |
| 2.1.1 Teknologi dalam Penjerapan CO <sub>2</sub> . . . . .                                                                                               | 6   |
| 2.1.2 Karbon aktif . . . . .                                                                                                                             | 7   |
| 2.1.3 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif . . . . .                                                                                                        | 8   |
| 2.1.4 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif dengan Impregnasi <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES) . . . . .                                                   | 10  |
| 2.2 Landasan Teori . . . . .                                                                                                                             | 13  |
| 2.2.1 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif dengan Oksidasi . . . . .                                                                                        | 13  |
| 2.2.2 Impregnasi Menggunakan <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES) . . . . .                                                                                | 14  |
| 2.2.3 Pengaruh Perbedaan Senyawa Penyusun <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES) . . . . .                                                                   | 15  |
| 2.2.4 Mekanisme Adsorpsi CO <sub>2</sub> pada Permukaan Karbon Aktif . . . . .                                                                           | 16  |
| 2.2.5 Model Adsorpsi Isotermal . . . . .                                                                                                                 | 16  |
| 2.3 Hipotesis . . . . .                                                                                                                                  | 21  |
| BAB III METODE PENELITIAN . . . . .                                                                                                                      | 22  |
| 3.1 Metode Penelitian . . . . .                                                                                                                          | 22  |
| 3.2 Alat dan Bahan . . . . .                                                                                                                             | 22  |
| 3.3 Skema Penelitian . . . . .                                                                                                                           | 22  |
| 3.4 Keterangan Kode Sampel . . . . .                                                                                                                     | 23  |
| 3.5 Tahapan Penelitian . . . . .                                                                                                                         | 24  |
| 3.5.1 Preparasi Karbon Aktif . . . . .                                                                                                                   | 24  |
| 3.5.2 Oksidasi Karbon Aktif . . . . .                                                                                                                    | 24  |
| 3.5.3 Pembuatan Larutan <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES) . . . . .                                                                                     | 24  |
| 3.5.4 Impregnasi Karbon Aktif dengan <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES) . . . . .                                                                        | 24  |
| 3.5.5 Aplikasi Adsorpsi CO <sub>2</sub> dari Karbon Aktif Tanpa Modifikasi dan Dengan Modifikasi Impregnasi <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES) . . . . . | 24  |

|                                                                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6 Cara Kerja .....                                                                                                                                                                                                       | 25 |
| 3.6.1 Cara Kerja pada Preparasi Karbon Aktif .....                                                                                                                                                                         | 25 |
| 3.6.2 Cara Kerja pada Oksidasi Karbon Aktif .....                                                                                                                                                                          | 25 |
| 3.6.3 Cara Kerja pada Impregnasi karbon aktif dengan <i>deep eutectic solvent</i> (DES) .....                                                                                                                              | 25 |
| 3.6.4 Cara Kerja pada Proses Adsorpsi CO <sub>2</sub> .....                                                                                                                                                                | 26 |
| 3.7 Rangkaian Alat Adsorpsi CO <sub>2</sub> .....                                                                                                                                                                          | 27 |
| 3.8 Karakterisasi Sampel Karbon Aktif .....                                                                                                                                                                                | 27 |
| 3.9 Analisis Data Kesetimbangan Adsorpsi Isotermal .....                                                                                                                                                                   | 28 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....                                                                                                                                                                               | 29 |
| 4.1 Karakteristik Sampel Karbon Aktif .....                                                                                                                                                                                | 29 |
| 4.1.1 Morfologi Permukaan Karbon Aktif .....                                                                                                                                                                               | 29 |
| 4.1.2 Analisis <i>Energy-dispersive X-Ray</i> (EDX) .....                                                                                                                                                                  | 31 |
| 4.1.3 <i>Nitrogen Adsorption-Desorption Isotherm</i> .....                                                                                                                                                                 | 33 |
| 4.1.4 Struktur Pori .....                                                                                                                                                                                                  | 36 |
| 4.1.5 Distribusi Ukuran Pori .....                                                                                                                                                                                         | 38 |
| 4.1.6 Hasil Analisis FTIR pada Karbon Aktif yang Dimodifikasi dengan Impregnasi berbagai Jenis DES .....                                                                                                                   | 41 |
| 4.1.6.1 Hasil Analisis FTIR pada Karbon Aktif yang Dimodifikasi dengan Impregnasi DES dari <i>Choline Chloride</i> dan <i>Ethylene Glycol</i> .....                                                                        | 41 |
| 4.1.6.2 Hasil Analisis FTIR pada Karbon Aktif yang Dimodifikasi dengan Impregnasi DES dari <i>Choline Chloride</i> dan <i>Glycerol</i> .....                                                                               | 42 |
| 4.1.6.3 Hasil Analisis FTIR pada Karbon Aktif yang Dimodifikasi dengan Impregnasi DES dari <i>Choline Chloride</i> dan <i>1-Butanol</i> .....                                                                              | 42 |
| 4.1.7 Analisis Termogravimetri .....                                                                                                                                                                                       | 43 |
| 4.2 Hasil Uji Performa Adsorpsi CO <sub>2</sub> pada Karbon Aktif Tanpa Modifikasi dan dengan Mofidikasi Impregnasi berbagai Jenis DES .....                                                                               | 44 |
| 4.2.1. Hasil Uji Performa Adsorpsi CO <sub>2</sub> pada Karbon Aktif Tanpa Modifikasi dan dengan Mofidikasi Impregnasi DES dari <i>Choline Chloride</i> dan <i>Ethylene Glycol</i> pada berbagai Variasi Konsentrasi ..... | 45 |
| 4.2.2 Hasil Uji Performa Adsorpsi CO <sub>2</sub> pada Karbon Aktif Tanpa Modifikasi dan dengan Mofidikasi Impregnasi DES dari <i>Choline Chloride</i> dan <i>Glycerol</i> pada berbagai Variasi Konsentrasi .....         | 47 |
| 4.2.3 Hasil Uji Performa Adsorpsi CO <sub>2</sub> pada Karbon Aktif Tanpa Modifikasi dan dengan Mofidikasi Impregnasi DES dari <i>Choline Chloride</i> dan <i>1-Butanol</i> pada berbagai Variasi Konsentrasi .....        | 48 |
| 4.3 Perbandingan Performa Adsorpsi CO <sub>2</sub> dari Sampel Karbon Aktif dengan Modifikasi Impregnasi DES pada Konsentrasi Terbaik .....                                                                                | 50 |
| 4.4 Fitting Data Kapasitas Adsorpsi CO <sub>2</sub> pada beberapa Model Adsorpsi Isotermal .....                                                                                                                           | 52 |
| 4.5 Nilai-nilai Parameter Hasil Fitting untuk Berbagai Model Kesetimbangan Adsorpsi Isotermal .....                                                                                                                        | 53 |
| 4.6 Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Luas Permukan Spesifik .....                                                                                                                                                        | 54 |
| 4.7 Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Konsentrasi DES .....                                                                                                                                                               | 56 |



**Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Berbasis Cangkang Sawit dengan Impregnasi Deep Eutectic Solvent (DES) untuk Adsorpsi CO<sub>2</sub>**

GITA YUNITA SRI P, Ir. Rochim Bakti Cahyono, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.; Ir. Agus Prasetya, M.Eng.Sc., Ph.D.

UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....              | 59 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                 | 59 |
| 5.2 Saran .....                                      | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                 | 60 |
| LAMPIRAN DATA PERCOBAAN DAN KAPASITAS ADSORPSI ..... | 63 |