

Pemanasan global dan perubahan iklim diakui secara internasional sebagai masalah yang signifikan. Fenomena pemanasan global dan perubahan iklim ini disebabkan karena meningkatnya konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK), khususnya CO₂ di atmosfer. Karbon dioksida (CO₂) berkontribusi 50-60% terhadap peningkatan efek gas rumah kaca. Di antara berbagai metode penghilangan CO₂, adsorpsi merupakan salah satu metode yang potensial untuk digunakan. Salah satu adsorben yang biasa digunakan dalam proses adsorpsi CO₂ adalah karbon aktif. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa keberadaan unsur nitrogen (N) pada permukaan karbon aktif dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi CO₂. *Deep Eutectic Solvent* (DES) merupakan cairan ionik yang dapat dibuat dari garam ammonia kuarterner dan senyawa pendonor ikatan hidrogen. Selain itu, DES memiliki keunggulan, antara lain: ramah lingkungan, mudah dibuat, murah dan dapat terurai. Secara umum, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh modifikasi permukaan karbon aktif dengan impregnasi DES terhadap uji performa adsorpsi CO₂.

Pada penelitian ini, adsorben yang digunakan adalah karbon aktif dari cangkang sawit yang dimodifikasi dengan impregnasi DES. Larutan DES yang digunakan dibuat dari *choline chloride* dan senyawa pendonor ikatan hidrogen yang divariasikan jenisnya, yaitu: *ethylene glycol*, *glyserol* dan *1-butanol*. Selain itu, dilakukan juga variasi terhadap konsentrasi DES, menjadi: 2,5% berat, 5% berat, 10% berat dan 15% berat. Sebelum dilakukan modifikasi dengan impregnasi DES, karbon aktif dipreparasi terlebih dahulu untuk menyeragamkan ukurannya menjadi 40-45 mesh. Karbon aktif lalu dioksidasi menggunakan larutan H₂O₂ 10% v/v pada suhu 30⁰C dengan perbandingan karbon aktif:larutan H₂O₂ sebesar 1:10. Karbon aktif teroksidasi kemudian diimpregnasi DES dengan rasio karbon aktif/larutan DES sebesar 1,0 pada tekanan 0,5 bar selama 4 jam dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105⁰C selama 20 jam. Sampel karbon aktif tanpa modifikasi dan dengan modifikasi impregnasi DES kemudian dikarakterisasi melalui analisis: *Scanning Electronic Microscope* (SEM), *Energy-dispersive X-Ray* (EDX), *Nitrogen Adsorption-Desorption Isotherm*, Termogravimetri dan *Fourier Transfer Infrared Spectroscopy* (FTIR). Uji performa adsorpsi dilakukan menggunakan rangkaian alat adsorpsi sistem *batch* pada kondisi isothermal pada suhu 30⁰C dan tekanan 1 atm.

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa karbon aktif dengan modifikasi mengandung gugus fungsional nitrogen yang lebih banyak, akan tetapi modifikasi permukaan karbon aktif juga menyebabkan penurunan terhadap luas permukaan spesifik dan volume pori. Analisis FTIR menunjukkan bahwa karbon aktif dengan modifikasi impregnasi DES memiliki puncak yang menjadi lebih tajam seiring dengan berkurangnya konsentrasi DES pada bilangan gelombang yang mengindikasikan keberadaan gugus fungsional hidroksil (O-H) dan gugus fungsional nitrogen (N-H). Hasil adsorpsi CO₂ menunjukkan bahwa impregnasi DES pada karbon aktif dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi. Karbon aktif yang dimodifikasi dengan impregnasi DES dari *choline chloride* dan *glyserol* memiliki kapasitas adsorpsi CO₂ paling tinggi, yaitu pada konsentrasi 2,5% berat sebesar 2,96 mmol/g.

Kata kunci: Adsorpsi CO₂, *Deep Eutectic Solvent* (DES), Karbon aktif cangkang sawit, Modifikasi permukaan, Senyawa pendonor ikatan hidrogen.

Global warming and climate change are recognized internationally as significant problems. The phenomenon of global warming and climate change is caused by an increase in greenhouse gases concentration, mainly CO₂ in the atmosphere. Carbon dioxide (CO₂) contributes 50-60% to the increased greenhouse gas effect. Among the various CO₂ removal methods, adsorption is one of the potential methods to be used. One of the adsorbents commonly was activated carbon. Previous researchers showed that nitrogen (N) on the surface of activated carbon could increase the CO₂ adsorption capacity. Deep Eutectic Solvent (DES) is an ionic liquid organic solvent made from quaternary ammonia salts and hydrogen donor compounds. DES has advantages, including environmentally benign, inexpensive and biodegradable. This research aims to study the surface modification of activated carbon for CO₂ adsorption: the effect of Deep Eutectic Solvent (DES) impregnated porous carbons.

In this study, the adsorbent used was activated carbon from palm kernel shells modified with DES impregnation. DES solution is made from choline chloride and various hydrogen donor compounds, such as ethylene glycol, glycerol and 1-butanol. Then, variations in DES concentrations were also carried out into 2.5wt%, 5wt%, 10wt% and 15wt%. Before modification with DES impregnation, activated carbon was prepared to homogenize its size to 40-45 mesh. Then, activated carbon is oxidized using 10 v/v% H₂O₂ solutions with activated carbon:H₂O₂ solution ratio of 1:10. Then, oxidized activated carbon was impregnated with a DES/activated carbon ratio of 1.0 at the pressure of 0.5 bar for 4 hours and followed by drying using an oven at 105⁰C for 20 hours. Unmodified and modified activated carbons were characterized by Scanning Electronic Microscope (SEM), Energy-dispersive X-ray (EDX), N₂-sorption analysis, Thermogravimetry analysis and Fourier Transfer Infrared Spectroscopy (FTIR). The adsorption of CO₂ was carried out using a batch system adsorption device under isothermal conditions with a pressure up to 1 atm at 30⁰C.

The characterization results showed that activated carbon with surface modification contains more nitrogen-functional group but has a lower specific surface area and pore volume. FTIR analysis showed that activated carbon with DES impregnation modification had a peak that became sharper as the DES concentration decreased at the wavenumber, indicating the presence of a hydroxyl functional group (O-H) and a nitrogen functional group (N-H). The results of the CO₂ adsorption showed that activated carbon modified with DES impregnation at a concentration of 2.5 wt% showed the highest CO₂ adsorption capacity than other concentrations. The highest CO₂ adsorption capacity was shown by the activated carbon modified with DES impregnation from choline chloride and glycerol at a concentration of 2.5wt%, which was 2.96 mmol/g.

Keywords: CO₂ adsorption, Deep Eutectic Solvent (DES), Hydrogen donor compounds, Palm kernel shell activated carbon, Surface modification.