

Bio-Metal-Organic Framework untuk Pemisahan Gas CO₂/N₂ dan Optimasi Multi-Objektif dengan Jaringan Saraf Tiruan = Bio-Metal-Organic Framework for CO₂/N₂ Separation and Multi-Objective Optimization with Artificial Neural Networks

Fayza Yulia, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920554811&lokasi=lokal>

Abstrak

Tuberkulosis (TB), yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di Indonesia. Permasalahan ini diperburuk oleh meningkatnya insiden resistensi antimikroba, terutama terhadap rifampisin sebagai obat lini pertama untuk tuberkulosis. Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini adalah eksplorasi obat-obatan baru. Aktinomiset, kelompok mikroorganisme yang dikenal menghasilkan berbagai senyawa bioaktif, telah banyak dilaporkan memiliki potensi dalam memproduksi antibiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aktinomiset asal Indonesia sebagai penghasil senyawa bioaktif yang memiliki kemampuan menghambat *M. tuberculosis* resisten rifampisin. Penelitian ini menggunakan aktinomiset yang diisolasi dari Pulau Kalimantan, Indonesia, dan diseleksi menggunakan high-throughput screening dengan model *Mycobacterium* untuk menilai aktivitas anti-tuberkulosisnya. Ekstrak terpilih kemudian diuji lebih lanjut menggunakan metode uji kepekaan obat yang sudah divalidasi, seperti Resazurin Microtiter Assay (REMA) dan Drug Susceptibility Testing (DST-MGIT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa satu spesies aktinomiset mampu menghambat strain *Mycobacterium tuberculosis* yang resisten terhadap rifampisin. High-resolution mass spectrometry (HRMS) dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang ditemukan dalam ekstrak aktif. Metabolit-metabolit ini dimurnikan lebih lanjut menggunakan kromatografi kolom untuk mengisolasi senyawa spesifik yang berperan dalam aktivitas anti-TB. Fraksi potensial dipisahkan menjadi dua senyawa, dan diperoleh fraksi dengan kode F12B yang memiliki satu spot pada KLT dan nilai MIC lebih rendah dibandingkan yang lain, yaitu 28 g/mL melalui uji DST-MGIT dan 3 g/mL melalui uji REMA.

Metal-organic framework (MOF) telah menunjukkan potensi sebagai penyerap untuk penangkapan gas CO₂, tetapi biaya pembuatannya tidak praktis untuk aplikasi industri. Peningkatan kapasitas adsorpsi CO₂, penurunan biaya produksi, dan pengurangan energi regenerasi masih sedikit untuk diteliti. Dalam penelitian ini, kami membuat MOF dengan L-Glutamic Acid sebagai bio-ligan dan kobalt klorida sebagai sumber ion logam, yakni Bio-MOF Co-Glu. Keberhasilan fabrikasi Bio-MOF dievaluasi dengan scanning electron microscope, analisis isoterm adsorpsi-desorpsi N₂, analisis gravimetri termal, X-ray difraksi, dan teknik Fourier-transform infrared spectroscopy. Pengukuran volumetrik diamati pada berbagai temperatur (27°C, 35°C, 50°C). Kalor isosterik adsorpsi dan selektivitas CO₂/N₂ juga dievaluasi dengan meregresi data eksperimen dengan teknik Persamaan Isotermal Langmuir-Freundlich dan IAST. Selanjutnya, pemodelan jaringan saraf menunjukkan validitas yang sangat tinggi ($R = 0,99$) dari data yang diprediksi. Optimasi multi-objektif dilakukan dengan tiga fungsi objektif. Titik optimum untuk mendapatkan kapasitas maksimum CO₂ dan selektivitas dengan panas adsorpsi ringan berturut-turut adalah 0,158 g/g, 112,34 J/g, dan 2,105. Ini adalah studi pertama yang membuat prediksi dengan tiga fungsi objektif dalam adsorpsi gas dan melakukan optimasi multiobjektif untuk serapan CO₂, panas adsorpsi, dan selektivitas. Hasil ini

memberikan dasar untuk penggunaan algoritme pembelajaran mesin dalam hubungannya dengan pengoptimalan multi-objektif untuk menyelidiki kinerja adsorpsi gas di bawah persyaratan aplikasi industri.Metal-organic frameworks (MOFs) have demonstrated potential as adsorbents for CO₂ capture, but their cost makes them impractical for industrial applications. Increasing the CO₂ adsorption capacity, lowering the MOF production cost, and reducing the energy regeneration have been less well studied. In the present study, we fabricate a MOF with L-Glutamic Acid as the bio-ligand and cobalt chloride as the metal-ion source, Bio-MOF Co-Glu. The success of Bio-MOF fabrication was evaluated by scanning electron microscopy, N₂ adsorption-desorption isotherm analysis, thermal gravimetric analysis, x-ray diffraction, and Fourier-transform infrared spectroscopy techniques. The volumetric measurement was observed at various temperatures (27°C, 35°C, 50°C). Isosteric heat of adsorption and CO₂/N₂ selectivity were also evaluated by regressing the experimental data with Langmuir-Freundlich Isothermal equation and IAST techniques. Further, the neural network modelling showed a considerably high validity regressing ($R=0,99$) of the predicted data. Multi-objective optimization was conducted with three objective functions, CO₂ uptakes, heat of adsorption, and CO₂/N₂ selectivity. The optimum point to get maximum capacity of CO₂ and selectivity with mild heat of adsorption are 0,158 g/g, 112,34 J/g, and 2,105. respectively. This is the first study to make predictions in gas adsorption and conduct multi-objective optimization with a genetic algorithm for CO₂ uptake, separation factor, and selectivity variable objectives. These results provide a basis for the use of machine learning algorithms in conjunction with multi-objective optimizations to investigate the output performance of gas adsorption under the requirements of industrial applications.