

Performance of Graphene Oxide-Based Membranes Modified with PDA/PEI/SiO₂ Nanoparticles in Cross-Flow Nanofiltration for Efficient Dye Removal from Aqueous Solutions = Performa Membran Berbasis Graphene Oxide yang Dimodifikasi dengan Nanopartikel PDA/PEI/SiO₂ dalam Nanofiltrasi Aliran Silang untuk Penghilangan Zat Warna Secara Efisien dari Larutan Berbasis Air

Ginting, Elza May Elizabeth, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920575225&lokasi=lokal>

Abstrak

The increasing contamination of water resources due to rapid industrialization and population growth has become a significant environmental concern. Graphene oxide (GO) membranes show promise for dye removal from wastewater, but their weak adhesion limits long-term use. To enhance membrane performance, silica (SiO₂) nanoparticles were coated with polydopamine (PDA) and polyethyleneimine (PEI), forming PDA/PEI/SiO₂ nanoparticles. Silica (SiO₂) acts as a structural nanofiller enhancing mechanical stability, polydopamine (PDA) provides strong adhesion and cohesion through its mussel-inspired chemistry, and polyethyleneimine (PEI) contributes to amine-rich groups that increase surface charge and improve dye affinity via electrostatic interactions. These were incorporated into GO membranes using a low-pressure filtration-assisted self-assembly method. The modified membranes were tested for removing Congo Red (CR), Methyl Orange (MO), Crystal Violet (CV), and Methylene Blue (MB) using cross-flow nanofiltration. The GO1-PPS2 membrane exhibited the best performance, achieving high rejection rates: 98.68% (CR), 91.48% (MO), 86.12% (CV), and 66.03% (MB), with corresponding water permeance of 9.40, 8.64, 11.33, and 14.73 L m⁻² h⁻¹ bar⁻¹. These results outperform pure GO membranes due to the synergistic effects of PDA/PEI/SiO₂, offering enhanced dye removal and water permeability. This approach presents a viable strategy to improve GO membrane stability and performance for advanced wastewater treatment applications.

.....Pencemaran sumber daya air yang terus meningkat akibat industrialisasi yang pesat dan pertumbuhan populasi telah menjadi perhatian lingkungan yang serius. Membran graphene oxide (GO) menunjukkan potensi besar dalam menghilangkan zat warna dari air limbah, namun daya rekatnya yang lemah membatasi penggunaan jangka panjang. Untuk meningkatkan kinerja membran, nanopartikel silika (SiO₂) dilapisi dengan polydopamine (PDA) dan polyethyleneimine (PEI), membentuk nanopartikel PDA/PEI/SiO₂. Silika (SiO₂) yang berperan sebagai pengisi struktural yang meningkatkan stabilitas mekanik, PDA memberikan daya rekat dan kohesi yang kuat melalui sifat kimianya yang terinspirasi dari perekat kerang, sementara PEI menyumbang gugus amina yang memperkaya muatan permukaan. Membran hasil modifikasi diuji untuk menghilangkan congo red (CR), methyl orange (MO), crystal violet (CV), dan methylene blue (MB) menggunakan sistem nanofiltrasi aliran silang. Membran GO1-PPS2 menunjukkan performa terbaik, dengan efisiensi penolakan tinggi: 98,68% (CR), 91,48% (MO), 86,12% (CV), dan 66,03% (MB), serta permeansi air masing-masing sebesar 9,40; 8,64; 11,33; dan 14,73 L m⁻² h⁻¹ bar⁻¹. Hasil ini melampaui membran GO murni berkat efek sinergis dari PDA/PEI/SiO₂ yang memberikan peningkatan signifikan. Pendekatan ini menawarkan strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan stabilitas dan kinerja membran GO dalam aplikasi pengolahan air limbah tingkat lanjut.