



Laporan Hasil Penelitian

Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Alumina dengan *Coating* Karbon dari Limbah Kulit Kakao

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan air bersih semakin meningkat seiring pertumbuhan populasi dan aktivitas industri, namun ketersediaannya justru menurun akibat pencemaran air oleh logam berat, senyawa organik, dan partikel tersuspensi. Teknologi filtrasi membran telah berkembang sebagai solusi efektif dalam pengolahan air, dengan kemampuan memisahkan berbagai kontaminan secara efisien (Storm, 2020). Di antara berbagai jenis membran, membran keramik berbahan dasar oksida logam seperti alumina (Al_2O_3) menonjol karena keunggulan mekanik, termal, dan kimia yang tinggi serta sifat permukaan yang superhidrofilik, sehingga mampu bekerja pada kondisi ekstrem dan lebih tahan terhadap fouling (Chen, 2021). Membran alumina memiliki pori-pori terdefinisi baik dan bersifat hidrofilik, yang mendukung fluks tinggi dan penolakan kontaminan mikroskopis. Sebagai contoh, membran ultrafiltrasi berbasis γ -alumina pada membran α -alumina mampu mencapai fluks $\sim 112,7 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ dan efisiensi penolakan minyak hingga 84% pada tekanan 5 bar (Chen, 2021). Namun, membran ini masih memiliki keterbatasan dalam mengadsorpsi kontaminan terlarut, sehingga perlu dimodifikasi dengan material adsorben seperti karbon. Karbon dari kulit kakao memiliki potensi besar karena mengandung karbon dalam kadar tinggi (55,11%–91,49%) dan karakteristik mikropori yang sesuai untuk adsorpsi polutan (Nuradi, Muldarisnur dan Yetri, 2022; Wijaya dan Wiharto, 2017; Yetri dkk., 2020). Penelitian menunjukkan karbon ini efektif menghilangkan logam berat (Reátegui, 2024). Namun hingga saat ini sedikit studi yang mengintegrasikan karbon berbasis biomassa kulit kakao sebagai *coating* membran keramik alumina untuk aplikasi pengolahan air, sementara sebagian besar penelitian fokus pada karbon dari kulit kelapa, sekam padi, atau limbah pertanian lainnya (Tejada dkk., 2017). Meskipun karbon yang berasal dari kulit kakao menunjukkan struktur pori dan sifat adsorpsi yang menjanjikan pada kondisi pirolisis yang teroptimasi, penggunaannya sebagai



Laporan Hasil Penelitian

Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Alumina dengan *Coating* Karbon dari Limbah Kulit Kakao

lapisan fungsional pada membran keramik belum pernah diteliti (Bahrin dkk., 2018).

Dalam penelitian ini, limbah kulit kakao digunakan sebagai bahan pelapisan pada permukaan substrat alumina menggunakan metode *brush coating*, yaitu teknik sederhana yang memungkinkan pelapisan bahan aktif secara merata, terkendali, dan tidak memerlukan peralatan kompleks (Dung, 2019). Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Wu (2022) dengan melapisi membran alumina dengan karbon aktif dari glukosa melalui teknik *In situ hydrothermal carbon coating* dengan variabel durasi reaksi 8 jam, konsentrasi glukosa paling optimum $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (larutan 30 mL), dan suhu hidrotermal 180°C , hasil yang dianalisis dengan uji ketahanan korosi dan uji adsorpsi menunjukkan ketahanan korosi terhadap HCl dan asam asetat dan kinetika adsorpsi, penelitian lain oleh Morsali (2025) menggunakan membran alumina yang dilapisi polybenzimidazole lalu dikeringkan selama 24 jam dalam suhu 700°C menghasilkan lapisan carbon nanotube, variabel yang dijalankan yaitu variasi waktu pencelupan (2-18 menit) dengan hasil optimal pada waktu 10 menit diperoleh Lapisan CNT 60 nm yang di analisis menggunakan SEM, permukaan hidrofobik dari analisis Contact angle measurement. Pada penelitian ini digunakan Teknik *brush coating* karena memungkinkan kontrol ketebalan dan distribusi material aktif, serta menghasilkan adhesi yang baik antara lapisan dan permukaan membran. Limbah kulit kakao dicampur dengan polivinil alkohol (PVA) sebagai binder dan polietilen glikol (PEG) sebagai aditif porogen untuk membentuk lapisan fungsional di atas permukaan membran sehingga dipilih variasi berat kulit kakao dan konsentrasi PEG digunakan sebagai variabel utama. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan Pembuatan komposit γ -alumina – karbon aktif dengan variasi massa karbon (10%–50% wt) diperoleh hasil optimum pada variabel 10% yang dianalisis dengan BET, XRD, dan FTIR menunjukkan pengaruh terhadap perubahan ukuran pori mikro dominan (40-50%) dan adsorpsi luas permukaan besar yang rendah karbon (10-10%) (Hartini, Hidayat dan Mudjijono, 2015), menurut Fynisa (2020) yang melakukan penelitian dengan mencampur kulit kakao terhadap alumina dengan variasi variabel (0%-20% wt) dianalisis menggunakan uji porositas dan densitas diperoleh Kulit kakao 15%



Laporan Hasil Penelitian

Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Alumina dengan *Coating* Karbon dari Limbah Kulit Kakao

menghasilkan keseimbangan terbaik antara porositas yang tinggi (untuk aplikasi filtrasi) dan kekuatan mekanik yang masih cukup baik, sementara penambahan PEG (0%–6%) terhadap membrane alumina dengan Teknik hibrida PVA, PEG, dan zeolite menunjukkan hasil optimal pada variabel 6% dengan analisis *membran resistance* dan *fouling resistance* dapat meningkatkan rejeksi hingga 93,77% dan ketahanan fouling membran (Ma'ruf dkk., 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan membran berbasis alumina berlapis karbon kakao-PVA-PEG, serta menganalisis karakteristik morfologi, struktur pori, dan sifat hidrofiliknya melalui uji SEM-EDX, XRD, dan permeabilitas. Diharapkan, membran hasil modifikasi ini mampu meningkatkan efisiensi penghilangan kontaminan dari air melalui kombinasi mekanisme filtrasi dan adsorpsi.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Mengkaji pengaruh massa kulit kakao dan konsentrasi polietilen glikol terhadap permeabilitas membran alumina dengan *coating* karbon dari limbah kulit kakao
2. Mengetahui karakteristik membran alumina dengan *coating* karbon dari limbah kulit kakao dengan analisis SEM EDX dan XRD untuk hasil yang terbaik

I.3 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan mengenai cara untuk meningkatkan nilai ekonomis limbah kulit buah kakao
2. Meningkatkan kajian ilmiah mengenai karakteristik membran alumina termodifikasi karbon dari kulit kakao