

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penyakit ginjal kronik (*chronic kidney disease*) merupakan masalah kesehatan yang terus meningkat dari tahun ke tahun dan menjadi masalah serius bagi sistem kesehatan (Groza dkk., 2025). Kondisi ini ditandai oleh menurunnya fungsi ginjal secara bertahap sehingga ginjal tidak lagi mampu menjalankan fungsi ekskresi sisa metabolisme secara optimal, khususnya kreatinin dan urea (Boima dkk., 2025). Akumulasi zat sisa metabolisme tersebut dalam darah dapat menimbulkan berbagai gangguan fisiologis dan keluhan klinis pada pasien. Salah satu terapi yang umum digunakan untuk mempertahankan kelangsungan hidup pasien ginjal kronik adalah hemodialisis (Hasanah dkk., 2025).

Hemodialisis adalah perawatan medis yang dipilih untuk menghilangkan sisa senyawa metabolit beracun seperti urea, kreatinin, asam urat, natrium, kalium, dan banyak limbah lain yang tidak dapat dikeluarkan melalui urine dari darah pada pasien penyakit ginjal kronis (Álvarez-Cháirez dkk., 2025). Pada hemodialisis, darah pasien dialirkan melalui sebuah alat berupa ginjal buatan (dialiser) yang tersusun atas dua ruang terpisah. Aliran darah dipompa menuju kompartemen darah yang dipisahkan dari kompartemen dialisat oleh membran semipermeabel buatan (Dewi dkk., 2023).

Karakteristik membran hemodialisis yang baik ditentukan oleh beberapa faktor penting, seperti sifat kimia bahan penyusunnya, kekuatan mekanik, dan tingkat selektivitas membran (Ariadi dkk., 2024). Mekanisme pemisahan dan

perpindahan zat pengotor melalui membran sangat dipengaruhi oleh ukuran pori dan sifat fisikokimia permukaan membran. Membran yang memiliki sifat fisikokimia mampu berinteraksi, menangkap, dan menyerap zat pengotor umumnya menunjukkan kinerja yang lebih optimal dalam proses hemodialisis (Saiful dkk., 2023).

Kitosan dapat digunakan sebagai bahan dasar alternatif dalam pembuatan membran semipermeabel yang digunakan dalam proses dialisis (Martingo dkk., 2025). Kitosan adalah polimer alami yang memiliki sifat dan fungsi yang hampir setara dengan polimer sintetis dan dapat dimodifikasi untuk berbagai aplikasi (Saiful dkk., 2022). Kitosan merupakan biopolimer alami yang banyak dimanfaatkan dalam pengembangan membran karena bersifat biokompatibel, biodegradabel, dan memiliki gugus fungsional aktif seperti amina ($-NH_2$) dan hidroksil ($-OH$) yang berperan dalam proses modifikasi kimia (Muddin dkk., 2024). Gugus-gugus tersebut memungkinkan kitosan berinteraksi dengan berbagai senyawa sehingga berpotensi digunakan pada aplikasi pemisahan, enkapsulasi, dan sistem penghantaran zat aktif (Herdiana dkk., 2022).

Membran kitosan murni masih memiliki keterbatasan, terutama pada kekuatan mekanik dan kestabilannya terhadap lingkungan, sehingga diperlukan modifikasi melalui proses taut silang (*crosslinking*) untuk membentuk struktur jaringan yang lebih stabil. Modifikasi ini dapat meningkatkan kekuatan mekanik, kestabilan, dan mengatur porositas dan laju difusi membran (Heriyanto dkk., 2012). Membran kitosan tertaut silang berpotensi digunakan sebagai membran

hemodialisis karena mampu mendukung pemisahan selektif zat terlarut seperti kreatinin dan urea (Al Baani dkk., 2017).

Salah satu agen taut silang alami dan biokompatibel yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas mekanik membran kitosan adalah vanilin (Eghbali dkk., 2023). Vanilin adalah senyawa fenol tersubstitusi yang memiliki gugus metoksi pada posisi orto dan gugus aldehida pada posisi para. Susunan gugus fungsi tersebut menjadikan vanilin tergolong sebagai senyawa antioksidan dan memiliki aktivitas antibakteri (Fitzgerald dkk., 2004). Keberadaan gugus aldehida memungkinkan vanilin berperan sebagai *crosslinker* alami melalui pembentukan ikatan basa Schiff dengan gugus amina pada kitosan (CS). Gugus hidroksil pada vanilin juga dapat berinteraksi melalui ikatan hidrogen dengan gugus amina maupun gugus hidroksil dari molekul kitosan lainnya, sehingga mendukung terbentuknya struktur jaringan polimer yang lebih stabil (Karakurt dkk., 2021).

Modifikasi lanjutan yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja kitosan adalah melalui metode pemaduan dengan polimer lain. Salah satu bahan tersebut adalah PVA (polivinil alkohol) yang termasuk polimer hidrofilik yang *biodegradable* dengan kemampuan membentuk film secara baik, mudah diproses, tidak beracun, dan biokompatibel (Pamela dkk., 2016). Pemaduan kitosan dengan PVA dilakukan untuk meningkatkan kompatibilitas dan interaksi antar rantai polimer melalui pembentukan ikatan hidrogen antara gugus $-OH$ pada PVA dan gugus $-NH_2$ atau $-OH$ pada kitosan. Interaksi tersebut berpengaruh terhadap peningkatan kestabilan struktur dan sifat mekanik material. Sistem paduan kitosan-PVA banyak dikembangkan dalam berbagai aplikasi karena mampu membentuk

film yang stabil dan dapat dimodifikasi lebih lanjut melalui penambahan agen tertentu untuk mengatur karakteristik fisik dan termalnya (Abraham dkk., 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Karakurt dkk., (2021), menyatakan bahwa membran campuran berbasis kitosan (CS) dan polivinil alkohol (PVA) yang ditaut silang menggunakan vanilin berhasil disintesis melalui metode *solvent casting*. Karakurt dkk., 2021 melaporkan bahwa vanilin mampu meningkatkan interaksi antarmolekul dalam matriks polimer. Vanilin juga terbukti memperbaiki stabilitas struktur, menurunkan derajat pengembangan, meningkatkan homogenitas dan kekompakan matriks polimer. Karakurt dkk., (2021) juga menyatakan bahwa paduan PVA mampu meningkatkan fleksibilitas dan kekuatan mekanik membran, sekaligus mengurangi sifat rapuh kitosan. Membran yg dihasilkan dari kombinasi komponen vanilin dan PVA memiliki karakteristik mekanik yg lebih baik, struktur yang lebih stabil, dan kemampuan untuk mengontrol pelepasan bahan aktif secara berkelanjutan.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis dan karakterisasi membran kitosan yang tertaut silang vanilin dan dipadukan dengan polivinil alkohol untuk meningkatkan kekuatan mekanik, dan kemampuan dialisis membran. Modifikasi membran kitosan tertaut silang vanilin dengan paduan polivinil alkohol diharapkan mampu meningkatkan efektivitas membran dalam proses dialisis kreatinin dan urea.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis membran kitosan tertaut silang vanilin dengan paduan polivinil alkohol (PVA).

2. Mengkarakterisasi membran hasil sintesis melalui uji kimia yang meliputi FTIR, SEM, dan XRD serta uji fisik yang meliputi berat, ketebalan, pengembangan, porositas, daya serap air, hidrofilisitas, dan kuat tarik, serta mengevaluasi kinerja membran melalui pengukuran fluks.
3. Menentukan kinerja transpor membran dalam proses dialisis kreatinin dan urea.