

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penyakit ginjal kronis merupakan masalah kesehatan yang masuk ke dalam sepuluh penyakit paling mematikan di dunia. Saat ini, penyakit gagal ginjal kronis diderita oleh sekitar 600 juta orang di seluruh dunia dengan laju pertumbuhan tahunan sebesar 6-7% (Shi dan Chang, 2022). Penyakit ginjal kronis ditandai dengan kondisi penurunan fungsi dan kinerja ginjal secara progresif sehingga ginjal tidak lagi mampu mengekskresikan produk limbah metabolik seperti urea dan kreatinin secara optimal. Hal ini menyebabkan akumulasi molekul kreatinin dan urea yang dapat berdampak serius pada berbagai sistem tubuh, seperti sistem kardiovaskular, sistem saraf, sistem imun, dan sistem endokrin sehingga menyebabkan penurunan kualitas hidup pasien (Cozzolino dkk., 2025).

Salah satu metode pengobatan yang paling umum dilakukan terhadap penyakit ginjal kronis adalah hemodialisis. Hemodialisis merupakan proses pemisahan zat terlarut dari darah melalui membran semipermeabel berdasarkan perbedaan konsentrasi dan gradien difusi dalam sistem ekstrakorporeal atau luar tubuh (Said dkk., 2021). Keberhasilan hemodialisis sangat ditentukan oleh karakteristik membran, seperti selektivitas terhadap molekul kecil, permeabilitas tinggi, stabilitas mekanik dan kemampuan adsorpsi. Membran idealnya juga tidak menyebabkan kerusakan sel darah atau reaksi biologis yang merugikan (Saiful dkk., 2022).

Saat ini, proses hemodialisis umumnya menggunakan membran polimer sintetik, seperti polisulfon (PSF) dan polietersulfon (PES). Membran jenis ini

cenderung hidrofobik dan memiliki keterbatasan selektivitas terhadap toksin uremik sehingga menurunkan efisiensi pengeluaran molekul (Said dkk., 2021). Selain itu, membran polimer sintetik juga sulit terdegradasi oleh lingkungan. Oleh sebab itu, pengembangan membran alternatif berbasis polimer alami atau modifikasi diperlukan untuk meningkatkan efektivitas terapi hemodialisis.

Kitosan merupakan polisakarida hasil deasetilasi kitin yang bersifat biokompatibel, *biodegradable*, dan nontoksik. Gugus amina ($-NH_2$) pada rantai kitosan memberikan sifat reaktif yang memungkinkan interaksi dengan berbagai senyawa dan menjadikan kitosan bermuatan positif dalam kondisi asam. Kitosan juga bersifat hidrofilik sehingga mendukung transpor air maupun molekul kecil melalui strukturnya, terutama dalam proses hemodialisis (Domke dkk., 2025). Namun, kitosan memiliki beberapa kelemahan, seperti memiliki nilai porositas yang rendah dan dapat mengalami *swelling* berlebih akibat sifat hidrofiliknya yang tinggi. Kondisi ini berpotensi menyebabkan perubahan ukuran pori yang tidak terkendali dan menurunkan selektivitas terhadap molekul target sehingga modifikasi kitosan diperlukan sebelum membran diaplikasikan dalam proses hemodialisis.

Modifikasi ini dapat dilakukan dengan pemaduan menggunakan polimer yang berperan dalam meningkatkan kompatibilitas rantai polimer dan mendorong terbentuknya porositas yang lebih terkontrol (Aguilar-Ruiz dkk., 2026). Pektin merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai paduan pada membran kitosan. Pektin merupakan polisakarida alami yang kaya akan gugus karboksilat terdeprotonasi (COO^-) dari residu asam galakturonat. Gugus COO^- tersebut dapat berinteraksi secara elektrostatik dengan gugus ammonium (NH_3^+) pada kitosan dan

membentuk kompleks polielektrolit melalui mekanisme asosiasi intramolekul. Kompleks kitosan/pektin yang terbentuk menghasilkan membran yang lebih stabil secara mekanik dan lebih tahan terhadap air sehingga secara efektif dalam mengurangi *swelling* berlebih yang menjadi kelemahan kitosan murni (Martins dkk., 2018).

Modifikasi kitosan dapat dilakukan dengan penambahan agen penaut silang. Salah satu agen taut silang yang digunakan pada membran kitosan adalah natrium tripolifosfat (TPP). Sebagai *crosslinker* ionik, TPP bekerja melalui interaksi elektrostatik antara gugus fosfat yang bermuatan negatif dengan gugus amonium pada kitosan untuk membentuk jaringan polimer tiga dimensi yang lebih rapat. Penautan silang dengan TPP terbukti meningkatkan kestabilan membran dalam kondisi asam hingga pH 2 dan menaikkan kekuatan mekanik membran dibandingkan yang tanpa penautan silang (Rekik dkk., 2023). Penautan silang kitosan dengan tripolifosfat menghasilkan struktur membran yang lebih teratur dengan pori yang lebih seragam sehingga mampu meningkatkan kapasitas transpor kreatinin dan urea.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan membran kitosan dengan paduan pektin dan ditaut silang menggunakan tripolifosfat (TPP) yang bertujuan untuk memperbaiki struktur dan ukuran pori membran, meningkatkan kestabilan mekanik, dan mengoptimalkan sifat hidrofilik membran. Modifikasi membran kitosan-pektin tertaut silang tripolifosfat diharapkan dapat meningkatkan kinerja membran dalam proses permeasi kreatinin dan urea sehingga berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai membran hemodialisis berbasis biopolimer alami yang biokompatibel dan ramah lingkungan.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis membran berbasis kitosan yang dimodifikasi dengan paduan pektin dengan *crosslinker* tripolifosfat.
2. Menentukan efektivitas membran kitosan/pektin dengan *crosslinker* tripolifosfat dalam mempermeasi kreatinin dan urea.