

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Interaksi antara sistem biologis dan bahan sintetis telah lama menjadi pusat perhatian para ilmuwan beberapa tahun terakhir. Interaksi permukaan di antara keduanya ini ramai menjadi permasalahan dalam berbagai bidang termasuk biomaterial, lingkungan, ilmu pengetahuan dan kedokteran. Termasuk salah satunya interaksi antara darah dengan permukaan asing yang dikenal sebagai adsorpsi protein plasma (Saleh dkk., 2024). Protein plasma yang menonjol, yang dipilih berdasarkan signifikansi fisiologisnya, keberadaannya dalam darah, dan potensi untuk berinteraksi dengan permukaan asing salah satunya yaitu *Human Serum Albumin* (HSA), ini disintesis di hati sebagai pra-pro-albumin dan matang di retikulum plasma endo dan badan Golgi sebelum disekresikan dari hepatosit (Mishra & Heath, 2021), dan HSA merupakan protein berjumlah sekitar 60% dalam protein plasma dengan berat molekul 66,5 kDa (Marzuki dkk., 2019). HSA memainkan peran penting dalam menjaga tekanan osmotik dan mengangkut zat-zat seperti hormon, asam lemak, dan obat-obatan, menyoroti relevansinya. Selain itu, juga mengikat dan mengangkut berbagai molekul bioaktif, termasuk protein, peptida, asam lemak, hormon, asam amino, obat-obatan, nutrisi, dan ion logam (Fanali dkk., 2012).

Interaksi protein HSA dengan bahan asing ini salah satunya terjadi saat polimer sintetis masuk ke dalam tubuh. Polimer sintetis ini masuk ke dalam tubuh dalam

ukuran yang sangat kecil (*microplastics* / MPs) memiliki kemampuan dalam menyerap berbagai bahan kimia atau obat-obatan dan kontaminan yang ditemukan di lingkungan (Vinod dkk., 2024). Partikel MPs dengan diameter kurang dari 5 mm berpotensi untuk bertranslokasi ke jaringan manusia, memicu respons kekebalan lokal, dan melepaskan monomer penyusun. Produksi polimer sintetis memungkinkan ditamhkannya bahan kimia beracun dan polutan yang diserap dari kondisi sekitarnya, termasuk logam berat dan polutan organik persisten (Cox dkk., 2019). Tubuh manusia terpapar MPs melalui tiga cara utama antara lain kontak langsung dengan kulit, inhalasi melalui saluran pernapasan, dan konsumsi melalui saluran pencernaan (Liu dkk., 2024). MPs ini dalam dunia kesehatan ditemukan dampak terutama dari penggunaan masker wajah sekali pakai, sarung tangan, masker N95, apron, dan pelindung wajah serta alat yang digunakan untuk memindahkan obat ke dalam tubuh seperti selang transfusi dapat menimbulkan risiko kemungkinan toksisitas dan penurunan kemanjuran obat (Vinod dkk., 2024).

Poliuretan (PU) adalah salah satu polimer yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Produksi skala global PU adalah 26,5 juta ton pada tahun 2020 dan mengalami peningkatan sebesar 4,5% per tahun (Zhao & Semetey, 2021). Polimer poliuretan mencakup 45% pasar global pada tahun 2022, sekitar 65,5% limbah plastik PU merupakan mikroplastik. Karena dalam penggunaannya saat ini, PU digunakan sebagai produk kehidupan sehari-hari mulai dari furniture, desain interior, konstruksi, perangkat medis dan produk rumah serta konsumen adalah kegunaan utama dari polimer PU. Telah diketahui akan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan,

polimer PU menempati peringkat pertama sebagai polimer plastik paling berbahaya di lingkungan berdasarkan komposisi kimia (Dinani dkk., 2021). Efek toksik dari polimer PU pada organisme atau makhluk hidup yang berbeda telah dilaporkan dalam beberapa penelitian seperti yang dilakukan oleh Dinani (2021), oleh karena itu PU termasuk di antara polimer yang umum diteliti dalam analisis mikroplastik terhadap lingkungan. Oleh karena itu, perlu diketahui lebih mengenai interaksi berupa adsorpsi protein yang terjadi permukaan MPs PU dengan HSA selama keduanya berinteraksi. Selain itu dalam penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian serupa namun diinteraksikan pada polimer PVC (*Polyvinyl Chloride*) dan PS (*Polystyrene*) dengan metode eksperimental dan komputasi yang dibahas secara terpisah.

Dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan dua tahap yaitu melalui komputasi dan eksperimental, ini bertujuan untuk menggabungkan hasil dari penelitian yang diteorikan melalui pemodelan komputasi dan dibuktikan melalui eksperimental secara bersamaan agar mendapatkan hasil penelitian dalam lingkup yang lebih luas untuk pembandingnya serta validasinya. Metode komputasi melalui *molecular docking* dan *molecular dynamic* menawarkan prediksi yang tepat pada tingkat molekuler, mengisi kesenjangan dalam pemahaman kita tentang sifat kompleks makromolekul yang diamati secara eksperimental. Penelitian sebelumnya telah menyoroti kegunaan simulasi MD dalam menyelidiki adsorpsi protein pada berbagai biomaterial (Saleh dkk., 2024). Pada tahap eksperimental dilakukan karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, Fluoresensi, dan FTIR.

Penelitian ini tidak hanya menilai protein plasma HSA berdasarkan afinitasnya

terhadap adsorpsi permukaan MPs PU, tetapi juga berfungsi sebagai edukasi akan pengaruh adanya MPs PU terhadap protein. Simulasi dinamika molekul (MD) protein dalam air dan adsorpsi protein pada permukaan PU memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap struktur dan perilaku protein selama proses adsorpsi. Dan juga jumlah konsentrasi HSA yang terukur dalam spektrofotometri UV-Vis, fluoresensi dan FTIR setelah mengalami interaksi dengan permukaan polimer PU. Diharapkan bahwa wawasan yang diperoleh dari penelitian mempelajari adsorpsi protein plasma ke MPs berbahan PU, akan dapat memberikan informasi berharga untuk memahami potensi tindakan toksikologis PU MPs terhadap biomakromolekul, tubuh dan lingkungan.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan terjadinya kompleks HSA...PU berdasarkan energi interaksi menggunakan metode *Molecular Docking*.
2. Menentukan pengaruh panjang monomer dan temperatur terhadap kestabilan kompleks HSA...PU menggunakan metode *Molecular Dynamic*.
3. Menentukan terjadinya interaksi HSA dengan PU terhadap pengaruh variasi konsentrasi PU dan temperatur menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis, Fluoresensi dan FTIR.