

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya urgensi klinis penanganan osteoarthritis sebagai penyakit sendi degeneratif kronis, serta adanya keterbatasan signifikan dari terapi konvensional (NSAID) yang berisiko memicu efek samping gastrointestinal dan nefrotoksisitas pada penggunaan jangka panjang. Sebagai alternatif solusi, herba Tepung Otot (*Borreria Laevis*) terbukti memiliki landasan etnofarmakologis yang sangat kuat berdasarkan rekam jejak empiris Suku Tengger dengan nilai Species Use Value (SUV) sebesar 0,57, sehingga sangat valid untuk diteliti lebih lanjut dan dikembangkan sebagai kandidat Obat Herbal Terstandar (OHT).

Karakterisasi profil metabolomik secara presisi menggunakan instrumen *Liquid Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry* (LC-HRMS) juga berhasil mengidentifikasi spektrum konstituen fitokimia utama dalam ekstrak etanol 96% herba Tepung Otot. Senyawa bioaktif dominan yang berhasil dipetakan meliputi golongan flavonoid seperti Kaempferol, senyawa kromen seperti 1-(5,8-Dimethoxy-2,2-dimethyl-2H-chromen-6-yl)ethanone, serta asam organik esensial seperti Asam Sinamat dan Asam Ferulat, yang secara keseluruhan menjadi entitas ligan digital valid untuk pemodelan virtual. Melalui pendekatan *Network Pharmacology*, mekanisme kerja anti-osteoarthritis dari herba Tepung Otot terbukti bekerja melalui prinsip multi-component dan multi-target yang saling bersinergi secara sistemik.

Berdasarkan analisis pengayaan KEGG Pathway, senyawa aktif dalam tanaman ini secara masif memodulasi jalur biologis spesifik, terutama kaskade pensinyalan *Mitogen-Activated Protein Kinases* (MAPKs) yang bertanggung jawab langsung dalam meregulasi respon stres seluler, supresi sitokin pro-inflamasi, dan pencegahan apoptosis kondrosit pada jaringan sendi. Di samping itu, simulasi molecular docking menggunakan AutoDock Vina berhasil memvalidasi afinitas pengikatan (*binding affinity*) dan stabilitas termodinamika yang kuat antara ligan aktif *Borreria laevis* terhadap panel reseptor kunci osteoarthritis, yang meliputi COX-2, TNF- α , IL-6, dan keluarga enzim degradasi matriks seperti MMP-1, MMP-3, MMP-9, serta MMP-13.

Pola interaksi residu asam amino pada reseptor tersebut memberikan justifikasi teoretis yang kuat mengenai potensi senyawa aktif herba ini sebagai kandidat *Disease-Modifying Osteoarthritis Drugs* (DMOADs) yang mampu memperlambat progresivitas kerusakan kartilago. Kesimpulan ini diperkuat oleh penapisan farmakokinetika dan keamanan *in silico* berbasis parameter SwissADME dan ProTox-II yang mengonfirmasi bahwa mayoritas senyawa bioaktif terpilih memenuhi kriteria kelayakan sebagai obat (drug-likeness) berdasarkan Hukum Lima Lipinski, memiliki profil absorpsi oral optimal, serta tingkat toksisitas teoretis yang aman sehingga meminimalkan risiko efek samping sistemik dibandingkan terapi NSAID standar seperti Meloxicam.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya yang pertama disarankan adalah melakukan validasi eksperimental secara *in vitro* untuk menguji sediaan ekstrak pada kultur sel kondrosit atau sinoviosit primer manusia yang diinduksi sitokin pro-inflamasi (seperti IL-1 β), dengan fokus parameter pada pengukuran penurunan ekspresi protein COX-2, TNF- α , IL-6, serta tingkat hambatan degradasi kolagen oleh enzim MMP-13. Selanjutnya, perlu dilakukan uji farmakodinamika jangka panjang secara *in vivo* menggunakan hewan model osteoarthritis yang diinduksi melalui injeksi *Monosodium Iodoasetat* (MIA) atau metode bedah *Anterior Cruciate Ligament Transection* (ACLT) demi mengonfirmasi efikasi proteksi histopatologis ekstrak terhadap ketebalan tulang rawan artikular serta penurunan skor nyeri sendi secara riil.

Selain uji efikasi, proses standarisasi mutu ekstrak juga harus dilakukan secara komprehensif sejalan dengan Peraturan BPOM Nomor 25 Tahun 2023. Standarisasi simplisia dan ekstrak etanol herba Tepung Otot ini wajib mencakup penetapan parameter spesifik, seperti penentuan kadar senyawa identitas (Kaempferol) menggunakan instrumen KCKT/HPLC, serta pemenuhan parameter non-spesifik yang meliputi pengujian kadar air, kadar abu, dan ambang batas cemaran mikroba demi menjamin konsistensi mutu produk OHT. Terakhir, meskipun penapisan komputasi ProTox-II telah menunjukkan klaster aman, pengujian toksisitas riil yang mencakup uji

toksisitas akut dan subkronis secara eksperimental pada hewan uji tetap wajib dilakukan sesuai dengan pedoman regulatori nasional. Tahapan ini sangat krusial untuk menetapkan batas aman dosis (*safety margin*) secara valid sebelum sediaan herbal ini dapat diproyeksikan masuk ke fase uji klinis pada manusia.