

## BAB V

### SIMPULAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah model prediktif untuk deteksi dini dan klasifikasi stadium kanker payudara dengan mengintegrasikan biomarker epigenetik berbasis *DNA methylation* dan algoritma *Multi-Layer Perceptron (MLP)*. Model dirancang untuk membedakan stadium kanker ke dalam dua kategori utama, yaitu *early-stage* dan *late-stage*, guna menunjang diagnosis yang lebih akurat serta mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih tepat sasaran. Melalui tahapan seleksi fitur menggunakan pendekatan *MethylSuite* dan *Recursive Feature Elimination (RFE)*, diperoleh fitur genetik yang secara statistik signifikan. Fitur ini kemudian divalidasi secara biologis menggunakan *GSEA*, *cBioPortal*, dan *COSMIC* untuk memastikan keterkaitannya dengan mekanisme molekuler kanker payudara. Hasil evaluasi terhadap performa model menunjukkan tingkat akurasi prediksi mencapai 96,5%, menandakan bahwa pendekatan yang digunakan efektif dalam mengklasifikasikan stadium kanker berdasarkan pola metilasi DNA. Dengan demikian, model ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai alat bantu non-invasif dalam diagnosis dan pengklasifikasian kanker payudara berbasis data epigenetik.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, berikut adalah beberapa saran yang dapat dijadikan arah pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Untuk penelitian selanjutnya, penggunaan dataset TCGA dari repositori lain seperti *Gene Expression Omnibus (GEO)*, *GDC Browser* dan repositori lain dapat menambahkan *novelty* dan juga *strength* dari penelitian ini dikarenakan penelitian yang sekarang dilaksanakan masih terbatas di penggunaan data dari *UCSC Xena Browser* karena aksesibilitas yang masih publik, sehingga di masa yang akan datang apabila ada akses terhadap data-data TCGA baru dapat memperkuat penelitian ini.

2. Eksplorasi pada Tingkat *Biomarker* dapat dilakukan untuk memperkuat pemilihan biomarker sebagai fitur untuk membangun mesin klasifikasi untuk kanker payudara, kala ini pemilihan *biomarker* dilakukan dengan metode dmCpG dan juga Analisa statistik, apabila di masa yang akan datang ada metode lain yang lebih terstruktur dan *reliable* dapat di eksplor untuk mendapatkan list *biomarker* atau fitur yang memiliki *information gain* terbaik.
3. Evaluasi Klinis dan Validasi Eksternal memerlukan validasi lebih lanjut terhadap performa model menggunakan data eksternal maupun data klinis nyata agar akurasi dan reliabilitas model dapat diuji dalam skenario dunia nyata (*real-world data*), termasuk uji coba pada sampel pasien dengan hasil *biopsy* atau *liquid biopsy*.

