

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kanker prostat merupakan salah satu jenis kanker yang berkembang pada kelenjar prostat. Kelenjar prostat merupakan organ dalam sistem reproduksi pria yang berperan dalam menghasilkan sebagian cairan penyusun semen [1]. Berdasarkan data Global Cancer Statistics tahun 2022, kanker prostat menempati posisi keempat dengan jumlah kasus baru terbanyak di dunia, yaitu sekitar 1,47 juta kasus, serta menyebabkan lebih dari 397 ribu kematian [2]. Di Indonesia, kanker prostat menempati urutan kelima dengan 13.130 kasus baru atau sekitar 7,0% dari seluruh kasus kanker pada pria yang dilaporkan pada tahun 2022 [3]. Tingginya jumlah kasus dan kematian akibat kanker prostat menunjukkan bahwa penyakit ini masih menjadi tantangan penting dalam bidang kesehatan, sehingga diperlukan upaya diagnosis yang akurat untuk mendukung penanganan pasien secara optimal.

Diagnosis yang tepat memiliki peran penting dalam penanganan kanker prostat. Prognosis pasien dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti usia saat diagnosis, keganasan tumor, ukuran tumor, serta adanya penyebaran kanker ke jaringan sekitar maupun organ lain [4]. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan terapi yang sesuai bagi setiap pasien. Oleh karena itu, identifikasi kanker prostat secara akurat diperlukan untuk membantu menentukan langkah penanganan yang tepat. Namun, diagnosis kanker prostat sering kali menjadi tantangan karena terdapat beberapa kondisi dimana prostat jinak memiliki karakteristik serupa dengan kanker prostat.

Salah satu kondisi prostat jinak yang paling sering ditemukan pada pria usia lanjut adalah *Benign Prostatic Hyperplasia* (BPH). BPH dan kanker

prostat umumnya ditemukan pada kelompok usia yang sama serta dapat menimbulkan gejala yang serupa, terutama gangguan saluran kemih bawah atau *Lower Urinary Tract Symptoms* (LUTS). Gejala tersebut meliputi peningkatan frekuensi berkemih, kesulitan berkemih, serta aliran urin yang lemah. Kemiripan gejala antara kedua kondisi tersebut dapat menyulitkan proses pembedaan kanker prostat dan BPH berdasarkan gejala klinis saja. Selain itu, kanker prostat pada tahap awal sering kali tidak menunjukkan gejala yang spesifik, sementara ukuran prostat juga tidak selalu berkaitan dengan tingkat keparahan gejala yang dialami pasien [5].

Untuk menegakkan diagnosis kanker prostat, pemeriksaan histopatologi masih menjadi *gold standard* yang digunakan dalam praktik klinis. Pada pemeriksaan ini, dokter spesialis patologi anatomi mengevaluasi morfologi jaringan prostat untuk membedakan jaringan jinak dan ganas. Namun, beberapa karakteristik histopatologi pada BPH dan kanker prostat dapat menunjukkan kemiripan sehingga membedakan kedua kondisi tersebut tidak selalu mudah. Selain itu, penilaian histopatologi juga masih dipengaruhi oleh *interobserver-variability*, yaitu adanya perbedaan interpretasi antara patolog terhadap sampel jaringan yang sama [6, 7]. Variasi tersebut dapat menyebabkan perbedaan hasil diagnosis, terutama pada kasus dengan karakteristik morfologi yang kompleks.

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) telah mendorong pemanfaatan teknologi komputasi dalam berbagai bidang, termasuk analisis citra medis. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Deep Learning*. Dalam bidang histopatologi, *Deep Learning* telah banyak diterapkan untuk membantu identifikasi dan klasifikasi berbagai jenis kanker berdasarkan karakteristik morfologi jaringan. Kemampuan tersebut menjadikan AI sebagai salah satu teknologi yang berpotensi membantu meningkatkan objektivitas dan konsistensi analisis citra histopatologi. Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis AI mampu memberikan performa yang baik dalam klasifikasi kanker prostat menggunakan citra histopatologi digital [8, 9, 10].

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang telah menunjukkan potensi *Deep Learning* dalam analisis citra histopatologi kanker prostat. Salah satu di antaranya adalah *framework* RAPID yang dikembangkan oleh Hamid *et al.* untuk mengklasifikasikan jaringan prostat jinak dan ganas menggunakan citra *Whole Slide Image* (WSI) dengan pewarnaan *Hematoxylin and Eosin* (H&E) [11]. *Framework* tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), *Transformer*, maupun arsitektur *Hybrid* mampu memberikan performa yang baik dalam klasifikasi citra histopatologi. Selain itu, citra WSI diproses menggunakan pendekatan berbasis *patch* untuk mengurangi kompleksitas komputasi pada citra beresolusi tinggi tanpa menghilangkan karakteristik morfologi jaringan. Namun demikian, penelitian tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya penggunaan model *transfer learning* yang masih bergantung pada *pretrained weights* dari *ImageNet*, sehingga representasi fitur yang diperoleh belum sepenuhnya dioptimalkan untuk citra histopatologi. Selain itu, proses klasifikasi masih dilakukan pada tingkat *patch*, sehingga hasil klasifikasi belum sepenuhnya merepresentasikan proses diagnosis histopatologi yang dalam praktik klinis dilakukan secara menyeluruh pada citra WSI.

Penelitian lain oleh Mao *et al.* memperkenalkan pendekatan *Channel Attention-based Multiple Instance Learning* (CAMIL) yang menerapkan strategi *patient-level split*, *5-fold cross validation*, serta mekanisme *attention-based Multiple Instance Learning* (MIL) untuk menggabungkan informasi dari sekumpulan *patch* dalam proses klasifikasi [12]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan MIL dengan mekanisme *attention* mampu mengidentifikasi dan memberikan perhatian lebih pada area jaringan yang paling relevan, sehingga informasi penting yang berkontribusi terhadap proses klasifikasi dapat dimanfaatkan secara lebih optimal. Berbeda dengan pendekatan klasifikasi pada tingkat *patch*, mekanisme MIL memungkinkan model menghasilkan prediksi berdasarkan informasi yang digabungkan dari seluruh *patch* dalam suatu area jaringan, sehingga lebih

sesuai dengan proses evaluasi histopatologi yang mempertimbangkan karakteristik jaringan secara menyeluruh.

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi kanker prostat menggunakan pendekatan *Multiple Instance Learning* (MIL). Citra *Whole Slide Image* (WSI) dari jaringan prostat jinak dan ganas digunakan untuk membangun model klasifikasi berbasis *Deep Learning*. Untuk merepresentasikan karakteristik morfologi jaringan, penelitian ini memanfaatkan tiga arsitektur *Deep Learning*, yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN), *Transformer*, dan *Hybrid*. Representasi yang dihasilkan kemudian dipelajari melalui mekanisme *attention-based MIL* yang memungkinkan model memberikan perhatian lebih pada area jaringan yang paling relevan. Evaluasi dilakukan menggunakan skema *patient-level split* dan *5-fold cross validation*, kemudian kinerja masing-masing model dibandingkan berdasarkan berbagai metrik evaluasi.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Bagaimana performa model *Deep Learning* yang menggunakan metode *attention-based Multiple Instance Learning* dalam melakukan klasifikasi kanker prostat?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1.3.1. Mengembangkan model *Deep Learning* dengan metode *attention-based Multiple Instance Learning* untuk melakukan klasifikasi kanker prostat.

1.4. Urgensi Penelitian

- 1.4.1. Menyelesaikan tantangan diagnostik akibat tingginya kemiripan karakteristik morfologi antara kanker prostat dan kondisi jinak seperti *Benign Prostatic Hyperplasia* (BPH), serta mengurangi subjektivitas (*interobserver variability*) dalam proses diagnosis kanker prostat

1.5. Luaran Penelitian

- 1.5.1. Artikel ilmiah yang mendeskripsikan pengembangan sistem klasifikasi citra histopatologi dengan pendekatan *attention-based Multiple Instance Learning*, yang diakhiri dengan komparasi dan hasil evaluasi performa dari berbagai arsitektur *Deep Learning* yang diterapkan.

1.6. Manfaat Penelitian

- 1.6.1. Penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan objektivitas dan konsistensi dalam proses klasifikasi jaringan prostat sehingga dapat menjadi salah satu langkah menuju pengembangan teknologi patologi digital yang mendukung proses diagnosis kanker prostat.

