

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit infeksi adalah salah satu jenis tantangan paling kompleks dalam dunia kesehatan, meskipun upaya penelitian dan pencegahan telah dilakukan selama beberapa dekade [1]. Menurut *World Health Organization* (WHO), infeksi virus saat ini merupakan penyakit menular paling mematikan di dunia dan menjadi penyebab kematian keempat paling signifikan pada manusia [2]. Untuk mengatasi masalah yang berpotensi untuk meluas, sangat penting untuk membangun teknik yang handal dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi berbagai kondisi medis terutama yang berhubungan dengan sistem peredaran darah dan kekebalan tubuh. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Blood Smear Image*. *Blood Smear Image* adalah citra mikroskopis dua dimensi yang diperoleh dari preparasi sampel darah yang dioleskan secara tipis diatas kaca objek menggunakan pewarna khusus seperti pewarna *Giemsa*, *Leishman*, dan *Wright – Giemsa*. *Blood Smear Image* digunakan untuk menganalisis berbagai jenis sel termasuk sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan trombosit [3].

Salah satu elemen penting dalam sistem sirkulasi darah dan kekebalan tubuh adalah sel darah putih atau leukosit. Sel – sel ini tersebar di seluruh aliran darah manusia, getah bening, dan jaringan lainnya, serta memiliki peran krusial dalam melawan infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus, dan parasit [4]. Saat ini, penyakit darah yang terkait dengan sel darah putih seperti leukemia dan limfoa menunjukkan tren peningkatan [4]. Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2020 terdapat sebanyak 437.033 kasus leukemia di seluruh dunia. Selama lima tahun terakhir, total kasus dan angka kematian akibat leukemia mencapai 1,1 juta kasus, dengan 309.006 kematian tercatat pada tahun 2018. Hal ini menjadikan leukemia termasuk dalam sepuluh besar jenis kanker dengan tingkat kematian tertinggi secara global [5].

Berdasarkan data yang dihimpun dari 12 rumah sakit di Indonesia selama periode 2020 hingga 2024 melalui aplikasi Indonesia *Pediatric Cancer Registry* (IPCAR), tercatat sebanyak 6.623 kasus kanker pada anak. Dari jumlah tersebut,

leukemia menyumbang 33,19% kasus, yang berarti sekitar satu dari tiga kasus kanker anak merupakan *Acute Lymphoblastic Leukemia* (ALL). Sementara itu, jenis limfoma seperti *Non-Hodgkin Lymphoma* (kecuali *Burkitt*) dan *Hodgkin Lymphoma* masing-masing mencatatkan kontribusi sebesar 3,37% dan 3,22% dari keseluruhan kasus [6].

Banyak penelitian telah dilakukan untuk memahami setiap elemen dalam jaringan, termasuk kerapatan dan bentuk morfologis sel, yang digunakan dalam analisis karakteristik suatu penyakit [7]. Dalam pemeriksaan darah, jumlah sel darah putih dalam satuan volume darah dapat memberikan indikasi mengenai kondisi kesehatan seseorang. Identifikasi sel darah putih masih dilakukan secara manual melalui inspeksi visual oleh tenaga medis menggunakan mikroskop, dengan bantuan pewarnaan preparat menggunakan larutan kimia seperti *Wright* dan *Buffer*. Larutan tersebut berfungsi untuk memperkuat visualisasi sel darah putih, sehingga lebih mudah terdeteksi di bawah mikroskop [8]. Penilaian citra histologi secara manual masih umum digunakan, namun hasil analisisnya sering kali dipengaruhi oleh subjektivitas ahli patologi. Untuk mengurangi risiko kesalahan manusia dalam mendiagnosis morfologi sel darah putih, teknologi *deep learning* dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pengembangan otomatis mengenai bentuk, ukuran dan jenis sel darah putih yang dapat mendukung pengambilan keputusan.

Salah satu teknologi *deep learning* yang saat ini banyak digunakan adalah segmentasi [9]. Segmentasi merupakan teknik dalam pemrosesan citra yang membagi gambar ke dalam beberapa area yang berbeda, yaitu area objek yang diteliti dan latar belakang [10]. Penelitian terkait *deep learning* telah banyak dilakukan di berbagai bidang, tetapi sejauh ini sebagian besar penelitian hanya berfokus pada deteksi dan klasifikasi citra medis. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan metode segmentasi khususnya dalam analisis citra sel darah putih belum menjadi fokus utama. Penggunaan metode segmentasi yang lebih inovatif dapat secara signifikan meningkatkan akurasi diagnosis dan efisiensi proses analisis. Selain itu dapat membantu mengatasi masalah yang ada dalam analisis manual, seperti keterbatasan dalam mendeteksi morfologi sel yang lebih kompleks, sehingga menghasilkan informasi yang lebih akurat dan mendetail

mengenai sel darah putih dan kondisi kesehatan pasien.

Berdasarkan penelitian sebelumnya berjudul “*Segmentation of Leukocyte by Semantic Segmentation Model : A Deep Learning Approach*”, menggunakan model *DeepLabV3+* serta arsitektur *ResNet50* sebagai ekstraksi fitur. Terdapat 3 dataset yang digunakan untuk proses segmentasi. Penelitian ini membandingkan performa model dengan tiga metode segmentasi yaitu SegNet, UNet, dan *Fully Convolutional Network*. Fitur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Atrous Convolution* untuk meningkatkan resolusi fitur tanpa mengurangi ukuran spasial dengan mengatur *rate* atau parameter *atrous* dan fitur yang kedua yaitu *Atrous Spatial Pyramid Pooling* (ASPP) untuk menggabungkan fitur dari berbagai skala yang diterapkan secara bersamaan. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa *DeepLabv3+* menghasilkan akurasi dan IoU yang lebih tinggi dibandingkan model lainnya pada ketiga dataset. Meskipun UNet dirancang khusus untuk segmentasi gambar medis, menunjukkan kelemahan dalam membedakan sitoplasma leukosit dari latar belakang. Hal ini menyebabkan hasil segmentasi juga mencakup sel darah merah di beberapa gambar. UNet menghasilkan akurasi sebesar 94,76% pada dataset 1, pada dataset 2 sebesar 90,39%, dan pada dataset 3 sebesar 78,26%. Model *DeepLabv3+* yang diusulkan terbukti dibandingkan ketiga model tersebut dengan rata – rata akurasi 96,1% dan IoU 92,1%. [11].

Penelitian oleh Kun Lan, Jianzhen Cheng, Jinyun Jiang, Xiaoliang Jiang, dan Qile Zhang berjudul “*Modified UNet++ with Atrous Spatial Pyramid Pooling for Blood Cell Image Segmentation*” mengusulkan metode segmentasi sel darah yang memodifikasi arsitektur UNet++ dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling* (ASPP) dan *Multi-Sided Output Fusion* (MSOF). Dataset yang digunakan adalah BCISC, yang mencakup gambar lima jenis sel darah putih. Arsitektur yang diusulkan menggunakan UNet++ sebagai backbone untuk mengatasi degradasi dan menyederhanakan kompleksitas komputasi dengan *skip connection* yang diperbaharui. ASPP membantu menangkap informasi multi-skala, sementara MSOF meningkatkan akurasi dengan menggabungkan fitur dari berbagai tingkat semantik. Model ini unggul dibandingkan DenseUNet, FCN, SegNet, UNet++, dan U-Net, dengan MCC 0,9418, Dice 0,9465, dan Jaccard 0,8989 [12].

Penelitian oleh Sedat Metlek berjudul “*CellSegUNet: An Improved Deep Segmentation Model for Cell Segmentation Based on UNet++ and Residual UNet*” mengusulkan CellSegUNet. Model ini mengatasi masalah intensitas gambar yang bervariasi, tumpang tindih, dan *noise*. CellSegUNet diuji pada tiga dataset, yaitu dataset SCIS dengan nilai akurasi 0,931, *dice* 0,957, dan *jaccard* 0,829. Dataset DSB dengan nilai akurasi 0,980, *dice* 0,970, dan *jaccard* 0,959. Serta dataset BCS dengan nilai akurasi 0,976, *dice* 0,971, dan *jaccard* 0,927 terbukti unggul dibandingkan UNet++ dan ResUNet dalam akurasi dan waktu pelatihan. Performa UNet++ lebih rendah akibat arsitektur yang kompleks dan jumlah *node* berlebih yang memperpanjang waktu pelatihan [13].

Berdasarkan tiga penelitian sebelumnya, meskipun berbagai metode segmentasi telah diterapkan pada sel darah putih, tantangan dalam mencapai segmentasi nukleus dan sitoplasma pada sel darah putih masih tetap ada. Tantangan utama dalam segmentasi ini adalah membedakan nukleus dan sitoplasma secara tepat tanpa terganggu oleh *noise* atau sel darah merah yang tidak diinginkan. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini akan menggunakan arsitektur UNet++ dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling* (ASPP) untuk segmentasi nukleus dan sitoplasma sel darah putih. UNet++ dipilih karena strukturnya yang kuat dalam segmentasi gambar medis, terutama dengan arsitektur *encoder-decoder* yang mampu menangkap detail penting. Di sisi lain, ASPP diterapkan untuk menangkap informasi dari berbagai skala resolusi, memungkinkan model untuk mengenali detail pada objek kecil seperti nukleus, dan objek yang lebih besar seperti sitoplasma. Dengan demikian, penelitian diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan pelayanan kesehatan dalam bidang morfologi sel darah putih.

1.2 Perumusan Masalah

Pada bagian perumusan masalah, diuraikan mengenai permasalahan, metode usulan serta pertanyaan penelitian yang diuraikan sebagai berikut :

1.2.1 Permasalahan

Berdasarkan penelitian sebelumnya menghadapi tantangan yang signifikan yaitu variasi ukuran dan bentuk sel darah putih mempersulit pemisahan yang jelas antara nukleus dan sitoplasma. Sel-sel ini sering kali memiliki ukuran yang

bervariasi dan bentuk yang tidak konsisten, sehingga menyulitkan model dalam mengidentifikasi batas yang tepat. Ketidakjelasan ini dapat mengakibatkan kesalahan dalam pengenalan, terutama pada nukleus yang memiliki ukuran lebih kecil atau sel dengan morfologi yang kompleks.

1.2.2 Metode Usulan

Pada penelitian ini, peneliti mengusulkan arsitektur UNet++ yang dilengkapi dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling* (ASPP). Penelitian ini akan melakukan pelatihan dan pengujian terhadap dataset Raabin-WBC dengan fokus pada segmentasi citra sel darah putih. Model akan diuji pada setiap pendekatan yang diharapkan dapat memberikan hasil metrik yaitu *Dice Coefficient*, *Intersection over Union* (IoU), serta waktu komputasi.

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dapat diketahui rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah hasil metrik *Dice Coefficient*, *Intersection Over Union*, dan waktu komputasi yang dihasilkan menggunakan arsitektur UNet++ yang dilengkapi dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling* dalam melakukan segmentasi sel darah putih?
2. Apa pengaruh *Atrous Spatial Pyramid Pooling* pada arsitektur UNet++ terhadap waktu komputasi serta hasil metrik *Dice Coefficient* dan *Intersection Over Union*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan hasil metrik *Dice Coefficient*, *Intersection Over Union*, dan waktu komputasi yang dihasilkan menggunakan arsitektur UNet++ yang dilengkapi dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling* dalam melakukan segmentasi sel darah putih
2. Mengidentifikasi pengaruh *Atrous Spatial Pyramid Pooling* pada arsitektur UNet++ terhadap waktu komputasi serta hasil metrik *Dice Coefficient* dan *Intersection Over Union*

1.3.2 Manfaat

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah dapat membuat sistem yang berkaitan dengan segmentasi citra sel darah putih sehingga para tim medis dapat melakukan pengamatan yang lebih fokus terhadap objek yang telah tersegmentasi.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menetapkan batasan masalah untuk memastikan fokus dan kejelasan dalam pembahasan yang dilakukan. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini mengimplementasikan *Deep Learning* dengan arsitektur UNET++ dan penambahan modul *Atrous Spatial Pyramid Pooling*
2. Segmentasi dilakukan untuk menunjukkan bentuk nukleus dan sitoplasma pada sel darah putih
3. Data yang digunakan berasal dari Raabin Data yang dapat diakses pada <https://raabindata.com/> sebanyak 1000 citra dengan masing – masing kategori berjumlah 200 citra. Data berformat JPG dengan ukuran 256 x 256
4. Segmentasi dilakukan pada 5 kategori kelas yaitu Eosinofil, Limfosit, Monosit, Neutrofil, dan Basofil
5. Percobaan dilakukan dalam dua skenario yaitu UNet++ dan UNet++ dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling*
6. Jumlah *epoch* yang digunakan yaitu 20 *epoch*
7. *Learning rate* yang digunakan 0,0003
8. *Optimizer* yang digunakan adalah *optimizer Adam*
9. *Batch size* yang digunakan adalah 16

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini penulis susun dengan mengikuti aturan penulisan skripsi pada program studi Sistem Informasi Universitas Trunojoyo Madura. Berikut metodologi penulisan skripsi pada penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, permasalahan, metode usulan, pertanyaan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan terkait penelitian yang akan dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai landasan teori terkait sel darah putih, serta metode yang akan digunakan seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) dan UNet++. Bab ini juga merinci proses penelitian, mulai dari segmentasi citra, ekstraksi fitur hingga evaluasi model, serta mencakup penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Membahas terkait metode usulan yang mencakup metodologi penelitian, tahapan penelitian, analisa kebutuhan sistem, serta skenario pengujian program segmentasi citra sel darah putih menggunakan UNet++.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas terkait implementasi sistem dengan metode UNet++ dan UNet++ dengan *Atrous Spatial Pyramid Pooling*. Hasil implementasi meliputi lingkungan uji coba, implementasi program, hasil *training* dan validasi, serta hasil uji coba.

BAB V PENUTUP

Membahas kesimpulan yang didapatkan selama melakukan penelitian beserta saran – saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang daftar artikel yang berhubungan dengan semua teori yang diperlukan selama penelitian berlangsung