

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan landasan yang menjadi alasan dilaksanakannya penelitian, mencakup permasalahan utama yang hendak diatasi, serta tujuan dari penelitian ini. Pada bab ini dijelaskan rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan penelitian yang akan dilakukan.

1.1 Latar Belakang

Manusia memiliki lima indra yang dikenal sebagai panca indra, salah satunya adalah indera penglihatan atau mata. Mata merupakan salah satu indra yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang berfungsi untuk menerima gambar visual lalu dikirim ke otak untuk diolah. Sebagai salah satu organ tubuh, mata tidak terhindar dari berbagai penyakit, baik yang berasal dari dalam maupun dari luar. Yang paling sering mengganggu mata adalah iritasi yang disebabkan oleh masuknya partikel kecil, seperti debu atau serangga kecil ke dalam mata. Selain iritasi, terdapat juga berbagai gangguan mata lainnya. Gangguan mata atau yang lebih sering dikenal sebagai penyakit mata adalah kondisi yang dimana dapat mempengaruhi jangka waktu hidup bagi beberapa individu [1]. Gangguan kesehatan pada mata biasanya ditandai dengan penurunan fungsi penglihatan dan rasa sakit, yang jika tidak ditangani dapat berujung pada kebutaan.

Terdapat beragam jenis penyakit mata yang dapat mempengaruhi kesehatan penglihatan. Beberapa penyakit mata seperti *diabetic retinopathy*, *glaucoma*, *cataract*, degenerasi makula terkait usia, *hipertensi okuli* maupun *miopi* merupakan salah satu penyebab utama kebutaan pada manusia. Menurut WHO pada tahun 2019 setidaknya 2,2 miliar orang di seluruh dunia mengalami gangguan penglihatan, diantaranya setidaknya 1 miliar memiliki gangguan penglihatan yang sebenarnya dapat dicegah [2]. Penelitian juga dilakukan oleh Ilyas, menyatakan bahwa di Indonesia prevalensi *severe low vision* atau tingkat kebutaan meningkat terjadi pada kelompok umur 45 tahun ke atas dengan rata-rata peningkatannya sekitar dua sampai tiga kali lipat setiap 10 tahunnya. Selain itu, tingkat kebutaan tertinggi pada

penduduk pekerja terjadi di umur 75 tahun ke atas sesuai peningkatan proses degeneratif pada pertambahan faktor pekerja [3].

Di Indonesia terdapat 2.338 dokter spesialis mata yang terdaftar di Perhimpunan Dokter Spesialis Mata Indonesia atau PERDAMI. Jumlah tersebut, jika dibandingkan dengan total populasi Indonesia, menghasilkan rasio 1:155.618. Meskipun jumlah dokter spesialis mata sudah memenuhi target, penyebarannya masih belum merata untuk seluruh wilayah. Tercataat terdapat 19 provinsi dengan rasio yang belum mencapai 1:250.000, sehingga ketersediaan layanan diagnosis masih terbatas [4]. Hal ini mengindikasikan bahwa hingga kini rasio antara jumlah dokter spesialis mata dengan populasi masih belum mencapai standar yang diinginkan. Maka dari itu dibutuhkan kecerdasan buatan (AI) untuk mendiagnosis atau mendeteksi dini penyakit mata yang lebih cepat dan efisien [5]. Di sisi lain pada penelitian Dong et al dalam studinya melaporkan bahwa sistem *deep learning* mampu mendeteksi 10 jenis penyakit retina secara *real-time*, memberikan solusi bagi daerah yang kekurangan dokter spesialis mata [6]. *Deep learning* merupakan cabang ilmu dari pengembangan *Machine Learning* yang mengalami pertumbuhan yang signifikan dari tahun ke tahun [7].

Algoritma DL yang umum digunakan untuk tugas klasifikasi adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) karena mampu mempelajari serta mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra melalui lapisan konvolusi, dimana hal ini membantu mengurangi kebutuhan untuk melakukan rekayasa fitur secara manual. Salah satu tantangan klasifikasi pada penggunaan CNN adalah membutuhkan jumlah data yang banyak. *Transfer learning* merupakan teknik yang memberikan solusi pada jumlah data yang terbatas. Teknik ini memanfaatkan model yang telah dilatih menggunakan dataset yang besar (*Pretrained model*), kemudian model yang telah dilatih sebelumnya dilatih ulang sebagian atau seluruhnya pada dataset yang baru (*Fine-tuning*) [8]. Seperti penelitian yang berjudul “*Eye State Recognition InceptionV3 and VGG16*”, berfokus pada pengenalan status mata sebagai indikator mengantuk untuk mencegah kecelakaan saat mengemudi. Pelatihan model menggunakan teknik *transfer learning* dengan dua model utama yaitu InceptionV3 dan VGG16. Hasil penelitian menunjukkan bahwa InceptionV3 mencapai akurasi 92,23%, lebih tinggi dibandingkan VGG16

yang hanya 88,26%[9]. InceptionV3 merupakan salah satu model yang sering digunakan dalam klasifikasi citra, dengan 42 lapisan yang mampu menangani objek bertekstur kompleks secara efisien. Model ini menggunakan faktorisasi filter besar menjadi lebih kecil untuk mengurangi komputasi tanpa kehilangan kemampuan ekstraksi fitur. Didukung teknik regulasi seperti *dropout*, InceptionV3 unggul dalam keseimbangan akurasi dan sensitivitas, menjadikannya pilihan optimal untuk klasifikasi citra kompleks [10].

Penelitian lain untuk memprediksi berbagai penyakit mata berdasarkan foto fundus menggunakan deep *transfer learning*. Metode yang digunakan adalah MobileNetV2 sebagai model fitur ekstraktor, dengan penerapan *transfer learning* dan visualisasi grad-CAM untuk menyoroti area penting dalam gambar. Hasilnya menunjukkan bahwa MobileNetV2 mencapai akurasi rata-rata 96,2%, sensitivitas 90,4%, dan spesifitas 97,6% pada data uji, serta terbukti lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan dua metode lainnya [11]. MobileNetv2 dirancang untuk mengatasi kebutuhan sumber daya dalam komputasi *deep learning*. Kelebihannya terletak pada penggunaan lapisan konvolusi yang efisien, serta fitur tambahan seperti *Linear Bottleneck* dan *Shortcut Connections* antar *Bottlenecks*, yang meningkatkan performa model sambil mengurangi penggunaan sumber daya [12].

Penelitian selanjutnya berjudul “*Enhancing Retinal Scan Classification: A Comparative Study of Transfer Learning and Ensemble Techniques*”, mengklasifikasikan 20 penyakit mata dengan menggunakan model DenseNet201, ResNet152V2, Xception, EfficientNet-B7, MobileNetV2 dan EfficientNetV2M yang dilakukan *ensemble* yaitu *majority voting* dan *weighted average*. Model individu terbaik sebelum dilakukan *ensemble* yaitu Xception mencapai akurasi tertinggi sebesar 95,50% [13]. Xception terdiri dari 36 lapisan konvolusi yang tersusun dalam tiga tahap utama, yaitu *entry flow*, *middle flow*, dan *exit flow*. Keunggulan dari arsitektur ini terletak pada kestabilannya dalam mengenali citra serta penggunaan *depthwise separable convolution* yang memungkinkan jumlah parameter menjadi lebih efisien dibandingkan konvolusi standar, namun tetap mempertahankan kedalaman dan kemampuan ekstraksi fitur yang kuat. Xception juga memiliki lapisan konvolusi yang lebih banyak sehingga mampu menangkap lebih banyak fitur di dalam citra [14].

Penerapan lainnya, dimana metode yang digunakan untuk mendeteksi *Diabetic Retinopathy* (DR) adalah pendekatan *Ensemble Weighted Average* yang menggabungkan tiga model *deep learning* yaitu Inception-V3, VGG16, dan model *custom CNN*. Masing-masing model dilatih menggunakan *transfer learning*, di mana bobot *pretrained* dari dataset *ImageNet* dibekukan selama fase awal pelatihan untuk mencegah *overfitting*. Setelah itu, dilanjutkan dengan *fine-tuning* pada beberapa lapisan terakhir untuk meningkatkan akurasi model. Setelah pelatihan, prediksi dari masing-masing model digabungkan menggunakan metode *Weighted Average*. Bobot ditetapkan untuk setiap model berdasarkan akurasi yang diperoleh selama validasi. Model dengan performa lebih baik akan memiliki bobot lebih tinggi. Setelah penggabungan, performa model *ensemble* dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa model *Ensemble Weighted Average* mencapai akurasi rata-rata sebesar 95,06%, sensitivitas 87,88%, dan spesifisitas 98,10%. Dengan hasil ini, pendekatan *ensemble* terbukti lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan hanya dengan menggunakan satu model *deep learning* [15].

Dari penelitian diatas yang telah dilakukan sebelumnya penulis mengambil model terbaik dari masing-masing penelitian diatas berbasis *transfer learning* yaitu InceptionV3, MobileNetV2 dan Xception yang kemudian dilakukan *Ensemble Weighted Average*. Metode *ensemble* adalah pendekatan yang mengkombinasikan beberapa model untuk menghasilkan output dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan satu model saja. Keunggulan ini diperoleh karena metode *ensemble* memanfaatkan beberapa model sekaligus dan mengkombinasikan hasilnya untuk menghasilkan satu model dengan performa yang lebih optimal. Selain itu, hasil model akan diimplementasikan dalam platform website agar dapat digunakan oleh dokter, untuk mempercepat diagnosa penyakit mata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan sebelumnya, beberapa rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi *Ensemble Weighted Average* dari *Transfer Learning* InceptionV3, MobileNetV2, dan Xception untuk klasifikasi penyakit mata?

2. Berapa tingkat akurasi masing-masing model *Transfer Learning* InceptionV3, MobileNetV2, Xception dan *Ensemble Weighted Average* untuk klasifikasi penyakit mata?
3. Bagaimana implementasi *Ensemble Weighted Average* dari *Transfer Learning* InceptionV3, MobileNetV2, Xception untuk klasifikasi penyakit mata dalam platform website?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, tujuan yang hendak dicapai adalah:

1. Membuat model pembelajaran mesin dengan menggunakan metode *Ensemble Weighted Average* dari *Transfer Learning* InceptionV3, MobileNetV2, dan Xception untuk klasifikasi penyakit mata.
2. Menganalisa hasil tingkat akurasi dan performa model *Transfer Learning* InceptionV3, MobileNetV2, Xception dan *Ensemble Weighted Average* untuk klasifikasi penyakit mata.
3. Untuk mengembangkan dan mengintegrasikan metode *Ensemble Weighted Average* untuk klasifikasi penyakit mata ke dalam platform website yang mudah diakses oleh dokter.

1.4 Manfaat Penelitian

Merujuk pada tujuan penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan klasifikasi penyakit mata dengan memanfaatkan teknik *Ensemble Weighted Average* dari beberapa arsitektur *Transfer Learning* CNN.
2. Menyediakan referensi bagi peneliti lain terkait perbandingan performa model *Transfer Learning* CNN dalam klasifikasi citra medis, khususnya pada citra fundus mata.
3. Memberikan solusi praktis dalam bentuk platform berbasis web untuk membantu dokter dalam mendeteksi dini potensi penyakit mata secara cepat dan tepat.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang terlalu jauh dari pembahasan utama, berikut merupakan batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya fokus hasil *Ensemble Weighted Average* dari *Transfer Learning* CNN dengan arsitektur InceptionV3, MobileNetV2, dan Xception untuk klasifikasi penyakit mata.
2. *Training, validation, dan testing* menggunakan dataset yang diambil dari website Kaggle.
3. Penelitian ini hanya mengklasifikasikan penyakit mata dengan empat kelas yaitu *glaucoma, diabetic retinopathy, cataract*, dan normal.