

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mata merupakan organ indra dengan struktur yang kompleks dan berperan penting dalam proses penglihatan [1]. Kondisi mata yang sehat memungkinkan manusia merekam pengalaman visual sepanjang hidup, namun fungsi penglihatan dapat terganggu oleh berbagai kondisi, baik yang ringan maupun yang berdampak serius [2]. Penyakit mata menjadi salah satu penyebab dominan terjadinya gangguan penglihatan hingga kebutaan secara global, serta mencerminkan beban kesehatan masyarakat yang besar dan cenderung meningkat seiring bertambahnya usia populasi dan melonjaknya prevalensi penyakit sistemik kronis [3]. Menurut *World Health Organization (WHO)*, lebih dari 2,2 miliar orang mengalami gangguan penglihatan dan setengah dari kasus tersebut masih dapat dicegah atau belum dapat ditangani [4]. Penyakit mata seperti retinopati diabetik, glaukoma, degenerasi makula terkait usia, dan katarak merupakan faktor utama penyebab kebutaan serta gangguan penglihatan yang berkontribusi besar terhadap penurunan produktivitas dan kualitas kesejahteraan individu [5]. Penyakit mata yang tidak teridentifikasi dan tidak mendapatkan penanganan yang sesuai berpotensi menimbulkan dampak serius, mulai dari penurunan kualitas hidup hingga kebutaan pada kondisi tertentu. Oleh sebab itu, penerapan deteksi dini menjadi komponen penting dalam meminimalkan risiko komplikasi serta meningkatkan hasil klinis bagi penderita [6].

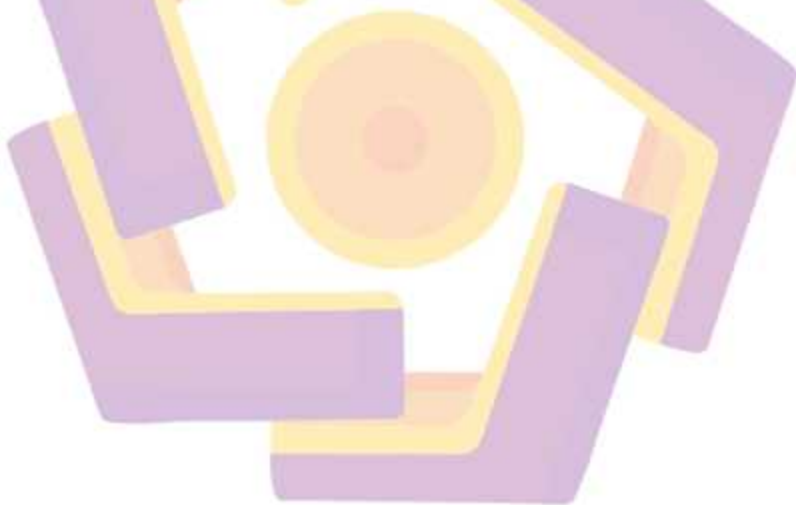
Teknologi berperan signifikan dalam bidang medis, terutama pada proses identifikasi penyakit, di mana perkembangan *Artificial Intelligence (AI)* memungkinkan diagnosis dilakukan secara cepat dan akurat melalui analisis data yang efisien [7]. Salah satu inovasi teknologi yang menunjukkan kemajuan pesat dalam diagnosis penyakit adalah *deep learning* [8]. Pendekatan *deep learning* dalam klasifikasi citra, seperti *Convolutional Neural Network (CNN)* [9], telah menunjukkan kinerja yang efektif dalam proses deteksi dan klasifikasi penyakit mata secara otomatis [10]. Pendekatan *Convolutional Neural Network (CNN)* telah

diimplementasikan dalam berbagai penelitian terdahulu untuk keperluan klasifikasi penyakit [11].

Meskipun demikian, dalam implementasi berbasis *deep learning*, sejumlah penelitian yang melakukan studi komparatif arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)* masih terfokus pada peningkatan akurasi model, tanpa disertai penjelasan yang memadai mengenai dasar pengambilan keputusan model. Yaurentius et. al. misalnya, membandingkan beberapa model *CNN* untuk klasifikasi penyakit mata menggunakan citra fundus, model *ResNet-152* paling efektif dengan akurasi 94,82% akan tetapi tidak ada pendekatan *Explainable AI* untuk meningkatkan interpretabilitas model [12]. Penelitian Indraswari et. al. membandingkan *MobileNetV2* sebagai base model dengan model *CNN* lainnya seperti *ResNet50V2* dan *InceptionV3*, penelitian ini fokus pada peningkatan akurasi dan efisiensi, tanpa memberikan interpretasi yang jelas mengenai fitur apa dalam gambar yang mendukung prediksi model [9]. Penelitian Melyani et. al. terfokus pada perbandingan kinerja berbagai arsitektur *CNN* dalam klasifikasi penyakit mata dan tidak ada penekanan pada pendekatan *Explainable AI* atau interpretabilitas model [13].

Berdasarkan uraian diatas penelitian ini mengusulkan analisis komparatif antara arsitektur *SqueezeNet* dan *ShuffleNet* dalam klasifikasi penyakit mata berbasis citra retina. *SqueezeNet* dirancang dengan ukuran model yang ringkas, namun tetap menunjukkan kinerja yang kompetitif jika dibandingkan dengan model berukuran lebih besar. Pendekatan ini menerapkan *Fire Module* yang mengombinasikan lapisan *squeeze* dan *expand* guna menekan jumlah parameter sekaligus meningkatkan efisiensi komputasi [14]. Disisi lain, *ShuffleNet* dikembangkan sebagai arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)* yang efisien dengan memanfaatkan mekanisme *group convolution* dan *channel shuffle*, sehingga mampu menekan beban komputasi secara signifikan sekaligus mempertahankan tingkat akurasi yang optimal [15]. Selain evaluasi performa model menggunakan metrik klasifikasi seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*, penelitian ini mengintegrasikan pendekatan *Explainable Artificial*

Intelligence (XAI) untuk memberikan interpretasi visual terhadap area citra retina yang berkontribusi signifikan dalam proses pengambilan keputusan model. Teknik *Explainable AI (XAI)* seperti *Grad-CAM*, *Grad-CAM++*, dan *Score-CAM* telah diterapkan dalam berbagai penelitian untuk menghasilkan visualisasi heatmap yang menunjukkan area citra retina yang paling berpengaruh terhadap keputusan model [16]. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan gambaran komprehensif terkait perbandingan kinerja model dalam klasifikasi penyakit mata berbasis citra retina, baik dari aspek akurasi dan efisiensi komputasi maupun tingkat interpretabilitasnya, sehingga mendukung pengembangan sistem pendukung diagnosis penyakit mata yang ringan, efisien, dan dapat diinterpretasikan, serta berpotensi diterapkan pada lingkungan klinis dan perangkat dengan keterbatasan sumber daya.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan kinerja model *SqueezeNet* dan *ShuffleNet* dalam klasifikasi penyakit mata berbasis citra retina ditinjau dari aspek akurasi dan efisiensi komputasi?
2. Model manakah yang menunjukkan kinerja paling optimal ditinjau dari perbandingan akurasi, efisiensi komputasi, dan kemampuan pendekatan *Explainable Artificial Intelligence (XAI)* dalam memberikan interpretasi visual terhadap hasil klasifikasi penyakit mata?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada klasifikasi penyakit mata berbasis citra retina menggunakan model *SqueezeNet* dan *ShuffleNet*, sebagai objek perbandingan kinerja model.
2. Pendekatan *Explainable Artificial Intelligence (XAI)* yang diterapkan dalam penelitian hanya meliputi teknik *Grad-CAM* untuk memvisualisasikan area citra retina yang berkontribusi dalam proses pengambilan keputusan model.
3. Data yang digunakan hanya berupa citra retina, tanpa melibatkan data non-visual atau informasi klinis tambahan seperti usia pasien, riwayat penyakit, atau kondisi medis lainnya.
4. Proses eksperimen dan pengujian dilakukan pada lingkungan komputasi lokal, tanpa melibatkan implementasi pada perangkat klinis, sistem *mobile*, *edge computing*, maupun *cloud computing*.
5. Evaluasi performa model hanya difokuskan pada akurasi dan efisiensi

komputasi sebagai parameter utama penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja model *SqueezeNet* dan *ShuffleNet* dalam melakukan klasifikasi penyakit mata berbasis citra retina.
2. Mengetahui perbandingan kinerja kedua model berdasarkan kinerja klasifikasi dan efisiensi komputasi untuk menentukan model yang paling optimal pada lingkungan dengan keterbatasan sumber daya.
3. Mengetahui kemampuan pendekatan *Explainable Artificial Intelligence (XAI)* menggunakan teknik *Grad-CAM* dalam memberikan interpretasi visual terhadap area citra retina yang berkontribusi dalam proses pengambilan keputusan model.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini terbagi menjadi dua aspek, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

1. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai penerapan model *Convolutional Neural Network (CNN)*, khususnya *SqueezeNet* dan *ShuffleNet*, dalam klasifikasi penyakit mata berbasis citra retina.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi akademik dalam bidang pengolahan citra medis dan *deep learning*, terutama terkait analisis perbandingan kinerja model dari aspek akurasi, efisiensi komputasi, dan interpretabilitas.
3. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan teoritis bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan dan evaluasi model *CNN* yang efisien serta dapat diinterpretasikan pada domain diagnosis medis

berbasis citra.

2. Manfaat Praktis

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi pemilihan model CNN yang ringan dan efisien untuk pengembangan sistem pendukung diagnosis penyakit mata berbasis citra retina.
2. Penerapan pendekatan *Explainable Artificial Intelligence (XAI)* melalui Teknik *Grad-CAM* diharapkan dapat membantu meningkatkan transparansi dan kepercayaan pengguna, khususnya tenaga medis, terhadap hasil prediksi sistem berbasis kecerdasan buatan.
3. Model dan pendekatan yang dihasilkan dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan aplikasi diagnosis penyakit mata yang efisien dan mudah diinterpretasikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini untuk memudahkan pembahasan dan pemahaman terhadap isi penelitian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang yang terjadi pada penelitian, serta memaparkan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran awal arah dan ruang lingkup penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan landasan teori dan kajian pustaka sebagai dasar penelitian, yang mencakup pembahasan mengenai penyakit mata dan citra retina, pengolahan citra digital, arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)*, model *SqueezeNet* dan *ShuffleNet*, serta konsep *Explainable Artificial Intelligence (XAI)*. Selain itu, bab ini juga menyertakan pembahasan mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang diterapkan secara terstruktur, mencakup perancangan penelitian, sumber dan karakteristik data, tahapan preprocessing citra, proses pelatihan model, penerapan pendekatan *Explainable Artificial Intelligence*, serta metode evaluasi kinerja model.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil eksperimen dan pengujian model, disertai analisis perbandingan kinerja model berdasarkan akurasi dan efisiensi komputasi, serta pembahasan hasil interpretasi model menggunakan pendekatan *Explainable AI*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari keseluruhan hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, khususnya pada bidang klasifikasi penyakit mata berbasis citra dan penerapan model *deep learning* yang efisien serta dapat diinterpretasikan.

