

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Otak adalah organ penting yang berfungsi untuk mengontrol dan mengoordinasikan semua aktivitas tubuh serta menyimpan memori. Dengan volume sekitar 1350cc, otak terdiri dari sekitar seratus miliar neuron yang bertugas mengirimkan sinyal antar sel, menjadikannya sebagai salah satu sistem biologis paling kompleks dalam tubuh manusia [1]. Bersama dengan sumsum tulang belakang dan serat saraf, otak berperan sebagai pusat pengendalian sistem saraf manusia. Struk-tur otak terdiri dari tiga komponen utama: serebrum, batang otak, dan serebelum. Salah satu mekanisme utama yang digunakan otak untuk mengendalikan berbagai aktivitas tubuh adalah melalui pemrosesan, integrasi, dan regulasi informasi yang diterima dari organ-organ sensorik [2]. Kesehatan otak diindikasikan oleh fungsinya yang optimal dalam aspek kognitif, sensorik, perilaku, dan motorik. Berbagai faktor, termasuk kesehatan fisik, kondisi lingkungan, serta aspek keamanan dan keselamatan, dapat memengaruhi perkembangan dan fungsi otak manusia [3]. Jika tidak ditangani dengan tepat, berbagai gangguan dan penyakit dapat berpotensi merusak kesehatan otak.

Salah satu gangguan yang berisiko tinggi terhadap kesehatan manusia adalah tumor otak, yang ditandai dengan pertumbuhan sel yang tidak normal di dalam atau di sekitar otak. Tumor otak merupakan salah satu penyakit paling ganas dan berbahaya setelah tumor darah (leukemia) [3]. Secara umum, tumor otak terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu glioma—tumor ganas yang berasal dari sel pendukung otak (sel glial)—dan non-glioma, yang meliputi tumor jinak seperti meningioma dan tumor penghasil hormon, seperti adenoma pituitari [4]. Kompleksitas karakteristik tumor otak ini menyebabkan kebutuhan akan diagnosis yang cepat dan akurat, sehingga pasien dapat menerima perawatan medis atau terapi yang sesuai. Namun, analisis gambar medis yang kompleks serta kebutuhan akan keahlian mendalam membuat proses ini seringkali memakan waktu dan sumber daya yang besar [5].

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan metode yang banyak digunakan dalam diagnosis tumor otak karena kemampuannya dalam menghasilkan citra struktur organ secara detail dengan memanfaatkan medan magnet [6]. Proses MRI menghasilkan gambar yang dimanfaatkan untuk menentukan kondisi tumor otak [7]. Namun, keahlian radiolog

dalam menilai hasil gambar MRI sering kali mengakibatkan keterlambatan yang relatif panjang untuk melakukan prosedur [6]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis deep learning, seperti Convolutional Neural Network (CNN), untuk membantu dokter dalam mengklasifikasikan jenis tumor otak dengan lebih cepat dan akurat [8].

Convolutional Neural Network (CNN merupakan salah satu model deep learning yang mampu melatih sistem dengan banyak data serta mengombinasikan proses klasifikasi dan ekstraksi fitur secara otomatis [9]. Berbagai arsitektur CNN telah dikembangkan, salah satunya adalah EfficientNetV2B0, yang memiliki arsitektur lebih efisien dengan konvergensi lebih cepat dan parameter lebih sedikit. Keunggulan ini menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi medis yang membutuhkan prediksi akurat dalam waktu singkat [10]. Oleh karena itu, model EfficientNetV2B0 dapat dimanfaatkan untuk klasifikasi tumor otak berbasis citra MRI.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai metode dan solusi untuk mendeteksi tumor otak melalui citra MRI, dengan memanfaatkan berbagai algoritma dalam prosesnya. Salah satu studi yang dilakukan oleh Agus Eko beserta rekan-rekan nya [6]. Dalam studi ini, Peneliti mengusulkan penggunaan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengidentifikasi tumor otak pada citra MRI. Dalam penelitian ini, CNN dipadukan dengan teknik Hyperparameter Tuning untuk memperoleh hasil terbaik dalam klasifikasi jenis tumor otak. Peneliti menguji tiga skenario model, dan dari seluruh percobaan tersebut, skenario ketiga menunjukkan kinerja terbaik dengan akurasi mencapai 96% [6]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Zahid Rasheed dan rekan-rekan nya [11]. Dalam studi ini, peneliti mengeksplorasi penggunaan CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) dalam meningkatkan kualitas gambar MRI tumor otak. Metode ini membantu memperjelas detail gambar sebelum proses klasifikasi dengan CNN. Penelitian tersebut melaporkan akurasi mencapai 97.84%, dengan precision, recall, dan F1-score masing-masing mencapai 97.85%, yang menunjukkan efektivitas penggunaan CLAHE dalam meningkatkan akurasi klasifikasi tumor otak [11]. Penelitian lain yang berhubungan dengan klasifikasi citra tumor otak telah dilakukan oleh Monikka Nur Winnarto dan rekan-rekan nya [12]. Penelitian ini mengusulkan penggunaan arsitektur MobileNetV2 dalam Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengidentifikasi jenis tumor. Hasil penelitian ini menunjukkan akurasi 88,64% dan nilai loss yang tercatat adalah 0,3424 [12].

Meskipun penelitian sebelumnya telah mencapai hasil yang baik dalam klasifikasi citra tumor otak, masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki. Sebagian

besar penelitian sebelumnya berfokus pada optimasi parameter CNN tradisional serta hyperparameter tuning untuk meningkatkan akurasi dalam identifikasi jenis tumor otak. Namun, teknik augmentasi data belum diterapkan secara maksimal, yang mengakibatkan kurangnya variasi dalam dataset dan berpotensi menyebabkan overfitting pada model. Selain itu, arsitektur model yang digunakan pada penelitian terdahulu, seperti MobileNetV2, memiliki keterbatasan dalam menangani kompleksitas gambar resolusi tinggi dan fitur-fitur yang lebih dalam dari citra tumor otak [13]. Model ini cenderung kurang efisien dalam skala jaringan, yang berarti tidak dapat mengoptimalkan kedalaman, lebar, dan resolusi gambar secara bersamaan. Hal ini dapat menyebabkan performa yang kurang optimal, terutama pada dataset besar dan kompleks. Oleh karena itu, masih diperlukan pendekatan yang lebih efisien dan adaptif dalam menangani klasifikasi tumor otak menggunakan citra MRI. Sebagai solusi, penelitian ini menerapkan augmentasi data untuk meningkatkan variasi dan robustitas model serta menggunakan EfficientNetV2B0 yang lebih efisien secara komputasi dan optimal untuk citra resolusi tinggi melalui teknik *compound scaling*, yaitu pendekatan penskalaan yang secara bersamaan mengoptimalkan kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan guna meningkatkan kinerja dengan jumlah parameter dan beban komputasi yang lebih rendah [10]. Arsitektur EfficientNetV2B0 juga dirancang untuk mampu menangani fitur kompleks dalam citra, seperti tekstur halus, bentuk morfologi yang bervariasi, serta batas tepi tumor yang tidak teratur, berkat kedalaman jaringan yang memadai dan pemrosesan fitur multi-skala yang efisien. Dengan kemampuan tersebut, model ini lebih adaptif dalam mengenali pola visual yang sulit dibedakan, sebagaimana yang sering ditemukan pada citra MRI tumor otak. Selain itu, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) digunakan dalam pre-processing untuk meningkatkan kontras gambar MRI, membantu model dalam mengenali pola lebih jelas, serta mengurangi pengaruh noise pada gambar [14]. Dengan pendekatan ini, diharapkan klasifikasi tumor otak menjadi lebih stabil, dan dapat diterapkan dalam berbagai kondisi pencitraan medis yang bervariasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana performa Convolutional Neural Network (CNN) Model EfficientNetV2B0 dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis-jenis tumor otak?
2. Bagaimana pengaruh teknik augmentasi data pada dataset citra MRI tumor otak dalam mempengaruhi hasil klasifikasi?

3. Bagaimana pengaruh teknik pre-processing Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) terhadap hasil klasifikasi citra tumor otak?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menerapkan model EfficientNetV2B0 untuk meningkatkan performa klasifikasi citra tumor otak.
2. Menguji pengaruh teknik augmentasi data pada dataset citra tumor otak MRI terhadap hasil klasifikasi.
3. Menguji pengaruh teknik pre-processing Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) terhadap hasil klasifikasi citra MRI tumor otak.

1.4 Batasan Masalah

1. Klasifikasi tumor otak pada citra MRI menggunakan model EfficientNetV2B0 tanpa membandingkan dengan model lain.
2. Penelitian ini memanfaatkan Bahasa Pemrograman Python sebagai bahasa utama dalam platform yang digunakan.
3. Dataset di ambil dari situs Kaggle dengan judul “Brain Tumor Classification (MRI)” dalam format jpg.
4. Penelitian ini menitikberatkan pada citra yang berkaitan dengan tumor otak, termasuk kategori no tumor, glioma tumor, meningioma tumor, dan pituitary tumor.