

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, serta manfaat dari penelitian yang dilakukan. Pendahuluan disusun untuk memberikan pemahaman awal tentang alasan dan urgensi dilaksanakannya penelitian, terutama dalam konteks penerapan teknologi machine learning untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit pada daun kacang tanah. Selain itu, bab ini juga menjelaskan ruang lingkup penelitian yang digunakan.

1.1 Latar Belakang

Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini memiliki ciri khas berupa batang pendek, daun majemuk bersirip genap dengan empat anak daun berbentuk bulat atau oval, serta bunga berwarna kuning yang muncul di ketiak daun. Kacang tanah memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi karena memiliki kandungan minyak nabati berkualitas tinggi (44–56%), protein yang mudah dicerna (22–30%), karbohidrat (10–25%), serta berbagai vitamin (E, K, dan B kompleks) dan mineral (Ca, P, Mg, Zn dan Fe) serta serat[1]. Produksi kacang tanah di Indonesia pada tahun 2022 mengalami penurunan dibandingkan dengan dua tahun sebelumnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022), total produksi kacang tanah pada tahun tersebut mencapai 416.457 ton, lebih rendah dibandingkan tahun 2020 dan 2021 yang masing-masing sebesar 484.786 ton dan 450.956 ton[2].

Rendahnya produksi kacang tanah di Indonesia disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah serangan patogen seperti jamur dan bakteri. Penyakit tanaman menjadi salah satu penyebab utama penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Penyakit ini dapat dikenali melalui tanda dan gejala yang muncul pada tanaman, terutama pada bagian daun. Kondisi ini disebabkan oleh tanah yang merupakan habitat alami bagi berbagai mikroorganisme, baik yang bersifat patogen maupun non-patogen, dan memiliki hubungan erat dengan sistem perakaran tanaman. Kekurangan unsur hara yang dibutuhkan untuk sintesis metabolit sekunder sebagai pelindung terhadap patogen menyebabkan tanaman kacang tanah menjadi lebih rentan terhadap serangan penyakit[3]. Proses identifikasi penyakit tersebut selama ini masih banyak dilakukan secara manual oleh petani, sehingga membutuhkan waktu lama dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam penentuan jenis

penyakit.

Seiring berkembangnya teknologi kecerdasan buatan dan pengolahan citra, diperlukan sistem yang mampu mengenali pola visual penyakit pada daun kacang tanah secara otomatis. Pola seperti perubahan warna, bercak, dan kerusakan tekstur dapat dimanfaatkan sebagai fitur untuk proses klasifikasi citra. Penelitian ini mengembangkan model yang memahami karakteristik visual berbagai penyakit daun menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur EfficientNet-B2. CNN dirancang untuk mengenali pola citra melalui lapisan konvolusi dan ekstraksi fitur otomatis, serta telah terbukti efektif untuk tugas klasifikasi, deteksi objek, dan segmentasi[4]. EfficientNet sendiri menawarkan akurasi tinggi dengan efisiensi komputasi melalui teknik compound scaling yang menyeimbangkan kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan. Kemampuan mengekstraksi fitur secara mendalam dengan parameter lebih sedikit membuat EfficientNet sesuai untuk aplikasi deteksi penyakit tanaman dalam bidang pertanian presisi.

Meskipun CNN dengan arsitektur EfficientNet-B2 mampu melakukan ekstraksi fitur secara efektif, proses klasifikasi akhir masih memerlukan pendekatan yang lebih kuat untuk meningkatkan akurasi prediksi. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan metode Extreme Gradient Boosting (XGBoost) yang merupakan varian dari *gradient tree boosting* sebagai classifier akhir. XGBoost merupakan algoritma *ensemble learning* yang dikenal sangat efektif dalam menangani permasalahan klasifikasi. Metode ini memiliki kemampuan untuk mempercepat proses pelatihan dan mengurangi risiko *overfitting* melalui penggunaan teknik regularisasi. XGBoost bekerja berdasarkan prinsip pohon keputusan yang dibangun secara berurutan, dimana setiap pohon bertujuan untuk memperbaiki kesalahan dari pohon sebelumnya. Fleksibilitas dan efisiensinya menjadikan XGBoost banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pengolahan citra [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis-jenis penyakit daun tanaman kacang tanah seperti bercak daun awal, daun sehat, bercak daun lanjut, defisiensi nutrisi, dan karat daun. Dengan menggabungkan kekuatan ekstraksi fitur dari arsitektur EfficientNet-B2 dan kemampuan klasifikasi XGBoost, sistem yang dibangun diharapkan mampu memberikan informasi yang lebih akurat dan mendalam mengenai kondisi kesehatan daun kacang tanah. Integrasi kedua metode

ini juga diharapkan dapat mempercepat dan mempermudah proses identifikasi penyakit daun, serta meningkatkan efektivitas manajemen pertanian secara keseluruhan.

Salah satu tantangan utama dalam klasifikasi penyakit pada tanaman kacang tanah adalah keterbatasan data dan keragaman kondisi penyakit yang dapat mempengaruhi akurasi proses deteksi dan klasifikasi. Keterbatasan citra dengan kualitas tinggi seringkali menjadi hambatan bagi model untuk mengenali seluruh variasi gejala penyakit secara optimal. Untuk mengatasi tantangan ini, pendekatan model hybrid yang menggabungkan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur EfficientNet dan algoritma XGBoost menjadi solusi yang menjanjikan. EfficientNet dikenal memiliki kemampuan unggul dalam mengekstraksi fitur visual secara efisien dan akurat dari citra daun, bahkan ketika jumlah data terbatas, berkat skalabilitasnya yang seimbang dalam aspek kedalaman, lebar, dan resolusi model. Keunggulan ini memungkinkan EfficientNet untuk menangkap pola visual penting yang merepresentasikan gejala penyakit pada tanaman. Setelah proses ekstraksi fitur oleh EfficientNet, XGBoost digunakan sebagai classifier untuk mengidentifikasi jenis penyakit berdasarkan fitur yang telah diekstraksi. Sebagai metode ensemble learning berbasis pohon keputusan, XGBoost efektif dalam menangani jumlah data terbatas dan mampu mengurangi risiko *overfitting* melalui teknik boosting, yang memfokuskan pembelajaran pada kesalahan sebelumnya sehingga meningkatkan akurasi klasifikasi [4]. Kombinasi EfficientNet-B2 dan XGBoost ini memungkinkan model untuk mempelajari pola citra dan melakukan klasifikasi penyakit berdasarkan fitur yang relevan, meskipun terdapat keterbatasan jumlah dan keragaman citra.

Dari beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pemanfaatan metode EfficientNet ataupun XGBoost telah diimplementasi pada berbagai studi kasus. Salah satu studi kasus adalah penelitian Pratama (2024) berjudul “Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit pada Manusia Menggunakan CNN EfficientNet B2” yang mengembangkan sistem klasifikasi citra untuk mendeteksi penyakit kulit secara otomatis menggunakan arsitektur EfficientNet B2. Model dilatih dengan 10.000 citra dari Kaggle yang mencakup 10 kategori penyakit kulit. EfficientNet B2 dipilih karena efisiensinya melalui compound scaling yang menyeimbangkan

kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi 84%, precision 85%, recall 83%, dan F1-score 84%. Penelitian ini juga membandingkan MobileNetV2 dan VGG16, namun EfficientNet B2 memberikan performa paling seimbang antara akurasi dan efisiensi[5].

Penelitian oleh Thesa Adi Saputra Yusri et al. (2025) mengkaji penerapan XGBoost untuk klasifikasi varietas kacang kering dengan fokus pada penanganan ketidakseimbangan kelas melalui class weighting. Data dinormalisasi menggunakan Min-Max dan dibagi menjadi train dan test secara 70:30. Bobot kelas diberikan berdasarkan frekuensi relatif kelas minoritas selama pelatihan. Model dioptimalkan dengan *Grid Search* dan *5-fold Cross Validation* pada hyperparameter utama seperti *learning_rate*, *n_estimators*, *max_depth*, *subsample*, dan *colsample_bytree*. Hasilnya, model mencapai akurasi 93% serta menghasilkan precision, recall, dan F1-score yang seimbang. Penelitian ini menunjukkan bahwa XGBoost dengan class weighting efektif untuk mengatasi data agrikultur yang tidak seimbang[6].

Penelitian oleh Danang Triantoro Murdiansyah (2024) membahas prediksi dini penyakit stroke menggunakan XGBoost yang dioptimasi dengan Bayesian Optimization. Dataset dari Kaggle berisi 3.426 record dan 11 atribut terkait faktor risiko seperti usia, tekanan darah, glukosa, indeks massa tubuh, hipertensi, penyakit jantung, dan status merokok. Model XGBoost memperoleh akurasi 95,4% dengan precision 94,3%, recall 96,6%, F1-score 95,4%, dan AUC 95,4%, meskipun masih berada di bawah performa model Stacking (98%). Penelitian ini menunjukkan bahwa XGBoost memiliki potensi kuat untuk prediksi stroke, namun kinerjanya sangat dipengaruhi oleh pemilihan hyperparameter yang tepat, sehingga proses tuning menjadi bagian yang krusial[7].

Meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas metode Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengekstraksi fitur citra dan algoritma XGBoost dalam meningkatkan akurasi klasifikasi, sebagian besar studi tersebut masih menerapkan kedua pendekatan ini secara terpisah dan dalam konteks domain yang berbeda. Penelitian Yusri et al. (2022) menekankan keunggulan XGBoost dalam klasifikasi agrikultur namun tidak memanfaatkan kekuatan deep learning dalam ekstraksi fitur citra secara mendalam. Belum terdapat penelitian

yang secara khusus mengkombinasikan EfficientNet sebagai feature extraction dengan XGBoost sebagai classifier dalam konteks klasifikasi multi-kelas penyakit daun kacang tanah. Terlebih lagi, permasalahan keterbatasan jumlah dan variasi citra penyakit tanaman, yang umum ditemukan di sektor pertanian, masih menjadi tantangan yang belum banyak disoroti dalam pengembangan sistem klasifikasi otomatis yang efisien dan akurat.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan model *hybrid* yang menggabungkan kekuatan ekstraksi fitur mendalam dari arsitektur EfficientNet-B2 dan kemampuan klasifikasi adaptif dari algoritma XGBoost. Kombinasi ini diharapkan mampu menghasilkan sistem klasifikasi yang tidak hanya unggul dalam akurasi, tetapi juga efisien dalam komputasi serta adaptif terhadap variasi visual yang terdapat pada daun kacang tanah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam penerapan teknologi kecerdasan buatan di bidang pertanian presisi, khususnya dalam upaya mendeteksi penyakit tanaman secara otomatis dan cepat, serta mendukung petani dalam pengambilan keputusan yang lebih berbasis data dan teknologi. Dengan demikian, penelitian ini mengusulkan judul “klasifikasi penyakit tanaman kacang tanah berdasarkan citra daun menggunakan model hybrid EfficientNet-B2 dan Extreme Gradient Boosting”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis dapat merumuskan beberapa masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana meningkatkan akurasi deteksi penyakit pada tanaman kacang tanah dengan memanfaatkan metode berbasis citra digital?
2. Seberapa efektif metode EfficientNet-B2 dalam mengekstraksi fitur mendalam (*deep features*) dari citra daun tanaman kacang tanah?
3. Bagaimana akurasi dan performa algoritma Extreme Gradient Boost (XGBoost) dalam mengklasifikasikan penyakit daun tanaman kacang tanah berdasarkan fitur yang diekstraksi oleh EfficientNet-B2?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Meningkatkan akurasi deteksi penyakit pada tanaman kacang tanah dengan memanfaatkan metode berbasis citra digital menggunakan Efficient Net-B2 untuk ekstraksi fitur mendalam.
2. Menganalisis efektivitas metode Efficient Net-B2 dalam mengekstraksi fitur mendalam (*deep features*) dari citra daun tanaman kacang tanah guna meningkatkan kualitas deteksi penyakit.
3. Mengevaluasi akurasi dan performa algoritma Extreme Gradient Boost (XGBoost) dalam mengklasifikasikan penyakit daun tanaman kacang tanah berdasarkan fitur yang diekstraksi menggunakan EfficientNet-B2.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Memberikan hasil kinerja dari EfficientNet-B2 dalam melakukan ekstraksi fitur penyakit tanaman daun kacang tanah.
2. Menghasilkan model klasifikasi berbasis hybrid yang menggabungkan keunggulan ekstraksi fitur dari EfficientNet-B2 dan akurasi klasifikasi dari algoritma XGBoost, sehingga dapat digunakan untuk tugas klasifikasi multi-kelas penyakit tanaman secara efisien.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem klasifikasi citra pertanian, serta membuka peluang eksplorasi penggunaan model hybrid lain pada bidang serupa.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap terfokus dan terarah, beberapa batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas deteksi dan klasifikasi penyakit pada tanaman kacang tanah berdasarkan citra daun yang berfokus pada 5 jenis kelas yaitu 4 jenis kondisi daun tanaman kacang tanah yang terdampak penyakit (bercak daun awal, bercak daun lanjut, karat daun , dan kekurangan nutrisi) dan satu kondisi daun tanaman kacang tanah yang tidak terdampak penyakit (sehat).
2. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber terbuka seperti Kaggle dan Reel, dengan jumlah data yang mencakup 5 jenis

penyakit daun tanaman kacang tanah.

3. Proses pengolahan citra dan klasifikasi hanya menggunakan metode Extreme Gradient Boost (XGBoost) dan EfficientNet-B2.
4. Sistem yang dikembangkan tidak mencakup tindakan pengendalian penyakit, melainkan hanya memberikan hasil deteksi dan klasifikasi penyakit.