

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta berperan sebagai sumber karbohidrat dan protein utama setelah padi[1]. Kabupaten Cilacap merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Tengah dengan tingkat produksi jagung yang relatif tinggi, meskipun belum termasuk daerah dengan produksi terbesar di tingkat provinsi. Tingkat produksi jagung di suatu wilayah dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik aspek teknis budidaya maupun faktor lingkungan[2]. Di antara berbagai faktor yang memengaruhi produksi jagung, unsur iklim seperti curah hujan, suhu udara, kelembapan, serta durasi penyinaran matahari memiliki kontribusi yang signifikan terhadap proses pertumbuhan dan tingkat produktivitas tanaman jagung[3][4]. Meskipun demikian, kondisi iklim bersifat dinamis dan pada periode tertentu dapat mengalami anomali atau kejadian ekstrem, seperti kenaikan suhu, kekeringan, maupun curah hujan yang berlebihan, sehingga berpotensi menimbulkan fluktuasi produksi jagung dari waktu ke waktu[5]. Hubungan antarvariabel iklim tersebut memiliki karakter yang kompleks, saling memengaruhi, dan cenderung bersifat nonlinier. Kondisi ini menyebabkan proses analisis serta prediksi produksi jagung yang dilakukan secara manual maupun dengan pendekatan statistik konvensional menjadi kurang mampu menangkap pola hubungan yang sebenarnya secara akurat[6][7][8].

Machine learning merupakan pendekatan komputasional yang memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi pola dari data historis, seperti variabel iklim dan hasil panen, sehingga mampu menghasilkan model prediksi dengan tingkat ketepatan yang lebih baik[9]. Dalam bidang pertanian, metode ini telah banyak dimanfaatkan dalam penelitian prediksi produksi karena kemampuannya dalam merepresentasikan hubungan antarvariabel yang kompleks dan bersifat nonlinier secara lebih efektif[10]. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa algoritma *machine learning* mampu menghasilkan tingkat kesalahan prediksi yang lebih rendah dibandingkan metode statistik konvensional, seperti regresi linear. Salah satu model *machine learning* yang menunjukkan kinerja sangat optimal adalah algoritma *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost)[11][12][13].

XGBoost merupakan algoritma *ensemble* berbasis *decision tree* yang menggunakan pendekatan *gradient boosting*, dirancang untuk memberikan efisiensi komputasi dan kecepatan proses yang tinggi[14]. Algoritma ini memiliki kemampuan yang unggul dalam memodelkan pola nonlinier antarvariabel iklim seperti suhu, curah hujan, kelembapan, lama penyinaran, serta indeks fenomena

iklim global seperti ONI (*Oceanic Niño Index*), sehingga mampu menghasilkan prediksi dengan tingkat presisi yang lebih tinggi dibandingkan algoritma lainnya[7][15][16].

Meskipun XGBoost memiliki kemampuan unggul dalam memodelkan pola nonlinier dan interaksi kompleks antarvariabel, performa model sangat dipengaruhi oleh pemilihan *hyperparameter*. Optimasi *hyperparameter* dilakukan untuk meningkatkan performa masing-masing model, termasuk XGBoost, dengan tujuan memperoleh prediksi yang lebih akurat dan stabil[17][18][19][20]. Penentuan nilai *hyperparameter* yang optimal, seperti jumlah pohon (*n_estimators*), kedalaman maksimum pohon (*max_depth*), *learning rate*, serta parameter regularisasi, dilakukan melalui proses optimasi menggunakan metode *Random Search*[21]. Pendekatan ini memungkinkan model menangkap pola nonlinier dan interaksi kompleks antarvariabel iklim secara lebih efektif, sekaligus mengontrol kompleksitas model sehingga dapat meminimalkan risiko *overfitting* dan meningkatkan kemampuan generalisasi dalam menghasilkan prediksi[22][23].

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diketahui bahwa fluktuasi produksi jagung dipengaruhi oleh faktor iklim yang bersifat dinamis serta memiliki hubungan yang kompleks antarvariabelnya. Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan metode *machine learning* untuk melakukan prediksi produksi pertanian, namun penerapan algoritma XGBoost pada prediksi produksi jagung yang disertai dengan proses optimasi *hyperparameter* secara sistematis masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa penerapan model XGBoost yang dioptimasi menggunakan metode *Random Search*, sehingga diharapkan mampu menghasilkan model prediksi yang lebih akurat dan stabil. Selain itu, model yang dihasilkan juga diimplementasikan dalam sistem prediksi berbasis *web* sehingga dapat digunakan secara lebih praktis sebagai alat bantu dalam mendukung perencanaan produksi jagung.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang, maka didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh optimasi *hyperparameter* terhadap kinerja model XGBoost pada prediksi produksi jagung?
2. Bagaimana model XGBoost yang telah dioptimasi dapat diintegrasikan ke dalam sistem prediksi produksi jagung berbasis *web* agar dapat digunakan secara efisien sebagai alat bantu perencanaan produksi?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah membahas mengenai :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada komoditas Jagung, dengan data yang digunakan mencakup variabel independen (lama penyinaran matahari, curah hujan, suhu, kelembaban, dan Indeks ENSO) dan variabel dependen (produksi jagung) selama 5 tahun secara bulanan, serta hanya mencakup wilayah Kabupaten Cilacap, sehingga generalisasi hasil terbatas pada dataset tersebut..
2. Proses optimasi dalam penelitian ini difokuskan pada penyesuaian lima *hyperparameter* model XGBoost, yaitu *n_estimators*, *max_depth*, *learning_rate*, *subsample*, dan *colsample_bytree* dengan menggunakan metode *Random Search* untuk memperoleh performa model yang optimal dalam melakukan prediksi produksi jagung.
3. Model yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan model prediksi yang mempelajari pola dari data historis produksi jagung dan variabel iklim periode 2020–2024.
4. Model prediksi diimplementasikan dalam sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *framework FastAPI*.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah diatas adalah:

1. Mengetahui sejauh mana optimasi *hyperparameter* pada algoritma XGBoost dapat meningkatkan akurasi prediksi produksi jagung.
2. Mengetahui cara integrasi model XGBoost yang telah dioptimasi ke dalam sistem prediksi produksi jagung berbasis web.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai pengaruh optimasi *hyperparameter* pada algoritma XGBoost dalam prediksi produksi jagung.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengkaji penerapan algoritma *machine learning* untuk prediksi hasil pertanian berbasis data iklim dan fenomena cuaca global.

Manfaat praktis dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui cara menerapkan dan mengoptimasi algoritma XGBoost untuk prediksi produksi jagung.
2. Mengetahui proses integrasi model *machine learning* ke dalam sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman *Python*.
3. Sebagai alat bantu perencanaan produksi jagung berbasis web yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi prediksi hasil panen bagi instansi terkait seperti BMKG dan Dinas Pertanian.