

KLASIFIKASI PENYAKIT PADI MELALUI CITRA DAUN MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES

Rahmi¹, Rizal Adi Saputra^{2*}

^{1,2}Universitas Halu Oleo Kampus Bumi Tridharma Andounohu; Jalan H.E.A. Mokodompit, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara 93232;04001-3194108

Riwayat artikel:

Received: 16 Januari 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

Citra Daun, Klasifikasi, Naive Bayes, Penyakit Padi, Tanaman

Correspondent Email:

rizaladisaputra@uho.ac.id

Abstrak. Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang tergantung pada sektor pertanian, khususnya produksi padi, menyoroti pentingnya mendeteksi dan mengidentifikasi penyakit pada tanaman padi. Penelitian ini mengusulkan metode *Naive Bayes* untuk klasifikasi penyakit padi melalui analisis citra daun. Fokusnya adalah membandingkan akurasi dengan dan tanpa penerapan augmentasi data. Dengan menggunakan dataset "*Classification of Rice Diseases Using Leaf Images*" dari Kaggle, model *Naive Bayes* mencapai akurasi 76.0%, dengan prediksi tingkat keyakinan 100.0% terhadap kategori "*blight*" pada contoh tertentu. Hasil ini menunjukkan potensi metode *Naive Bayes* dalam prediksi penyakit padi secara efisien. Pengembangan selanjutnya dapat melibatkan peningkatan jumlah *dataset* dan eksplorasi teknik augmentasi data untuk meningkatkan akurasi. Penelitian ini memberikan kontribusi positif pada ketahanan pangan dan ekonomi Indonesia.

Abstract. The economic growth of Indonesia, heavily reliant on the agricultural sector, especially rice production, underscores the significance of detecting and identifying diseases in rice plants. This study proposes the *Naive Bayes* method for classifying rice diseases through leaf image analysis. The focus is on comparing accuracy with and without the application of data augmentation. Utilizing the dataset "*Classification of Rice Diseases Using Leaf Images*" from Kaggle, the *Naive Bayes* model achieves an accuracy of 76.0%, with a prediction confidence level of 100.0% for the "*blight*" category in a specific example. These results highlight the potential of the *Naive Bayes* method in efficiently predicting rice diseases. Further development could involve increasing the dataset size and exploring data augmentation techniques to enhance accuracy. This research makes a positive contribution to the food security and economy of Indonesia.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia sangat bergantung pada sektor pertanian, khususnya produksi padi, yang merupakan sumber pangan utama bagi penduduk Indonesia. Beras, sebagai hasil utama dari panen padi, memiliki peran strategis dalam mencukupi kebutuhan pangan masyarakat dengan konsumsi terbesar.

Kegagalan produksi padi dapat menyebabkan gejala ekonomi dan politik, seperti yang terjadi pada tahun 2021 dimana hasil survei Kerangka Sampel Area (KSA) mencatat penurunan produksi padi sebesar 2.30 persen dan penurunan produksi beras sebanyak 0,45% dibandingkan tahun sebelumnya [1].

Penurunan produksi padi tidak hanya disebabkan oleh faktor cuaca atau lingkungan saja, tetapi juga oleh serangan hama dan penyakit yang menyerang tanaman padi. Kabupaten Madiun, Jawa Timur, pada tahun 2022 mengalami penurunan produksi padi akibat serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) [2]. Penyakit pada tanaman padi, terutama yang menyerang daun, dapat disebabkan oleh bakteri dan jamur [3]. Masyarakat awam seringkali mengalami kesulitan dalam membedakan jenis penyakit yang menyerang daun padi [4].

Pentingnya mendeteksi dan mengidentifikasi penyakit pada tahap awal menjadi kunci dalam mencegah penurunan hasil produksi. Metode pengenalan penyakit pada daun tanaman padi menggunakan penglihatan manusia memiliki kelemahan, terutama ketika gejala penyakit sudah lanjut. Gejala yang hampir serupa antar penyakit membuat pengenalan manual menjadi sulit dan kurang akurat [5]. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu memberikan solusi yang cepat dan akurat.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah pengolahan citra berbasis metode *Naive Bayes*. *Naive Bayes* adalah metode klasifikasi yang berbasis pada teorema *Bayes* dan mengasumsikan independensi antara fitur-fitur (daun) yang diamati [6]. Metode ini telah terbukti efektif dalam beberapa aplikasi klasifikasi, termasuk dalam bidang pengolahan citra. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Naive Bayes* untuk prediksi penyakit padi melalui analisis citra daun. Dengan demikian, diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam memprediksi penyakit pada tanaman padi, memberikan kontribusi positif terhadap ketahanan pangan dan ekonomi Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan menilai kinerja metode *Naive Bayes* dalam prediksi penyakit pada tanaman padi melalui analisis citra daun. Fokus utama penelitian ini adalah membandingkan tingkat akurasi antara metode *Naive Bayes* dengan penerapan dan tanpa penerapan augmentasi data.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, fokus utama adalah prediksi penyakit pada tanaman padi melalui

citra daun menggunakan metode *Naive Bayes*. Pada tinjauan pustaka ini, kami akan membahas beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan pengenalan penyakit pada tanaman padi, khususnya dengan menggunakan metode *Machine Learning* [7]. Raj Kumar dan rekan-rekannya juga melakukan penelitian yang melibatkan sejumlah metode klasifikasi, termasuk *Support Vector Machine* (SVM), *Naive Bayes*, *Logistic Regression*, *Random Forest*, *Decision Tree*, *Linear Discriminant Analysis* (LDA), dan *Principal Component Analysis* (PCA) [8]. Selain itu, mereka melakukan klasifikasi penyakit daun pada tanaman padi dengan mengimplementasikan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) [9]. Penelitian ini dilaksanakan oleh Arif Akbar Huda, Bayu Setiaji, dan Fajar Rosyid Hidayat pada tahun 2022, dan menggunakan total 240 citra sebagai *dataset* penelitian.

Selain dari pendekatan *machine learning*, terdapat metode lain yang dikenal sebagai *deep learning*, yang terbukti lebih efektif dalam pengenalan citra dibandingkan dengan metode *machine learning* konvensional. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Yudicy Amelia dan rekan-rekannya pada tahun 2018 melibatkan perbandingan antara kedua metode ini dengan menggunakan *dataset* penyakit kanker payudara [10]. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa *deep learning* memberikan performa yang lebih baik dibandingkan dengan *machine learning*. Dalam penelitian lainnya, Alex Sander Simbolon dan timnya menyimpulkan bahwa algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) memberikan hasil terbaik [11]. Algoritma CNN juga berhasil mengungguli metode *Support Vector Machine* (SVM) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) [12]. Dari serangkaian penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan *deep learning* dalam pengolahan citra memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan *machine learning* tradisional.

Perkembangan ini mengindikasikan bahwa *deep learning*, khususnya melalui penggunaan algoritma CNN, telah menjadi pilihan utama dalam pengenalan dan analisis citra. Meskipun fokus penelitian ini adalah pada pendekatan *Naive Bayes* untuk memprediksi penyakit pada tanaman padi melalui citra daun, penting untuk mencatat bahwa *deep learning* telah

memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan performa pengenalan citra pada berbagai bidang, termasuk di dalamnya identifikasi penyakit pada tanaman.

Dengan penelitian ini, penulis bertujuan untuk menggali potensi metode *Naive Bayes* dalam konteks pengenalan penyakit pada tanaman padi melalui analisis citra daun. Dengan mempertimbangkan dan membandingkan hasil penelitian-penelitian terdahulu, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan prediksi penyakit pada tanaman padi.

3. METODE PENELITIAN

Teknik Klasifikasi merupakan suatu model dalam data mining yang digunakan untuk memprediksi label kategori pada data. Kategori tersebut direpresentasikan dengan nilai yang sesuai dengan kebutuhan analisis. Tujuan utama dari klasifikasi, sejalan dengan *data mining*, adalah untuk memprediksi label kelas dari suatu data. Dalam setiap Teknik Klasifikasi, suatu algoritma pembelajaran digunakan untuk membangun model yang dapat memenuhi kebutuhan antara atribut dan label kelas dalam data *input*.

Model klasifikasi dibangun berdasarkan himpunan atribut dan label kelas pada data pelatihan (*training set*). Setiap *record* dalam training set merupakan kumpulan atribut yang memiliki kelas tertentu. Model tersebut terdiri dari atribut kelas, yang merupakan fungsi dari nilai atribut lainnya. Evaluasi keakuratan model biasanya dilakukan dengan menggunakan *data test*, yang dibagi menjadi *Data Training* untuk membangun model dan *Data Test* untuk memvalidasi [13].

Dalam konteks penelitian ini, metode klasifikasi yang digunakan adalah *Naive Bayes Classifier*. *Naive Bayes* merupakan pengklasifikasi probabilitas yang didasarkan pada Teorema Bayes. Keunikan dari *Naive Bayes* terletak pada asumsi bahwa setiap atribut bersifat bebas (*independent*). Algoritma ini dapat dilatih secara efisien dalam pembelajaran terawasi dan memiliki keuntungan karena membutuhkan sejumlah kecil data pelatihan untuk memperkirakan parameter yang diperlukan untuk klasifikasi.

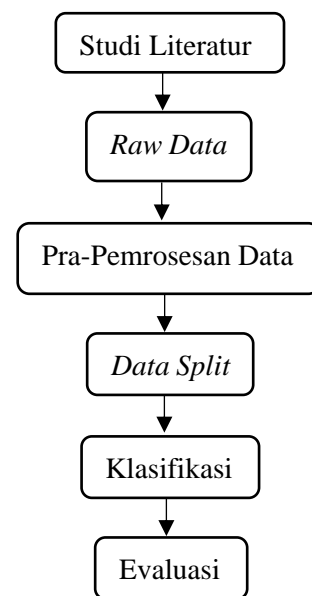
Naive Bayes Classifier cocok untuk digunakan dalam penelitian ini karena mampu

mengatasi permasalahan prediksi penyakit pada tanaman padi melalui citra daun dengan efisien, terutama ketika data pelatihan terbatas. Kelebihannya terletak pada kemampuannya memperkirakan parameter klasifikasi dengan jumlah data pelatihan yang relatif kecil. Dengan asumsi independensi antaratribut, *Naive Bayes* dapat memberikan hasil prediksi penyakit pada tanaman padi dengan akurasi yang memadai [14].

Berikut adalah rancangan penelitian yang diusulkan:

A. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis mengusulkan perbandingan metode klasifikasi untuk dataset "*Classification of Rice Diseases Using Leaf Images*". Metodologi penelitian ini mencakup langkah-langkah berikut:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

a. Studi Literatur

Berdasarkan rancangan penelitian pada Gambar 1, langkah-langkah penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang topik penelitian, terutama terkait penyakit pada daun padi. Studi literatur menjadi landasan untuk merumuskan konsep dan kerangka kerja penelitian.

b. Raw Data

Setelah mendapatkan pemahaman dari studi literatur, penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan *raw data* yang mencakup citra daun padi, baik yang sehat maupun yang terinfeksi penyakit. Data mentah ini menjadi dasar utama dalam pembentukan model *data mining* untuk prediksi penyakit pada daun padi.

c. Pra-Pemrosesan Data

Langkah selanjutnya adalah pra-pemrosesan data, di mana *raw data* yang telah terkumpul diolah agar sesuai dengan kebutuhan model. Pra-pemrosesan melibatkan langkah-langkah seperti normalisasi, ekstraksi fitur, dan penyesuaian format data untuk memastikan kegunaan optimal oleh model data mining.

d. Data Split

Setelah pra-pemrosesan data, dataset dibagi menjadi dua *subset*: *data training* dan *data testing*. *Data training* digunakan untuk melatih model, sementara *data testing* digunakan untuk menguji dan memvalidasi kinerja model. Proses pelatihan model melibatkan pengenalan pola dari *data training*, sehingga model dapat mengidentifikasi ciri-ciri yang relevan terkait penyakit pada daun padi. Setelah melalui tahap pelatihan, model yang telah dibentuk digunakan untuk memprediksi data yang belum diketahui. Hasil prediksi tersebut kemudian diuji kebenarannya dengan menggunakan *data testing*. Jika hasil prediksi belum optimal, penelitian ini mencakup proses pengaturan ulang, termasuk penyesuaian parameter, guna meningkatkan kinerja model.

e. Klasifikasi Menggunakan Model Algoritma Naïve Bayes

Algoritma *Naïve Bayes* adalah suatu algoritma klasifikasi bayesian yang sederhana, menggunakan *Teorema Bayes* untuk menghitung probabilitas kumpulan kejadian. Dasarnya adalah *Teorema Bayes*, yang menjelaskan cara probabilitas suatu peristiwa dievaluasi berdasarkan pengetahuan sebelumnya tentang kondisi yang mungkin terkait dengan peristiwa tersebut. Metode ini umumnya diterapkan

dalam klasifikasi data dan menggunakan rumus persamaan *Teorema Bayes* untuk perhitungannya. Di bawah ini merupakan rumus persamaan perhitungan *Teorema Bayes*:

$$P(Y|X) = \frac{P(X|Y) \times P(Y)}{P(X)} \quad (1)$$

Keterangan:

$P(Y|X)$: probabilitas hipotesis Y, mengingat X itu seperti kejadian yang telah terjadi.

$P(X)$: probabilitas kejadian X

$P(Y)$: probabilitas kejadian Y

$P(X|Y)$: probabilitas hipotesis X jika diberi nilai Y tetap.

f. Evaluasi

Langkah terakhir dalam alur penelitian ini adalah evaluasi. Pengukuran kinerja model dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana model mampu menghasilkan prediksi yang akurat terkait penyakit pada daun padi. Keseluruhan, penelitian ini menunjukkan siklus iteratif yang melibatkan studi literatur, pengumpulan *raw data*, pra-pemrosesan data, pembagian data, pelatihan model, prediksi, validasi, pengukuran kinerja, dan pengaturan ulang jika diperlukan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan model prediksi yang optimal dalam mengklasifikasikan data terkait penyakit pada daun padi.

B. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data
Peneliti memanfaatkan sumber daya dari *Kaggle*, berdasarkan dataset "*Classification of Rice Diseases Using Leaf Images*," yang terdiri dari tiga kelas penyakit pada daun padi, yaitu *blast*, *blight*, dan *tungro*. Dataset ini berfungsi sebagai sumber daya utama dalam penelitian, memberikan informasi terkait klasifikasi penyakit pada daun padi melalui citra daun.

C. Analisis Data

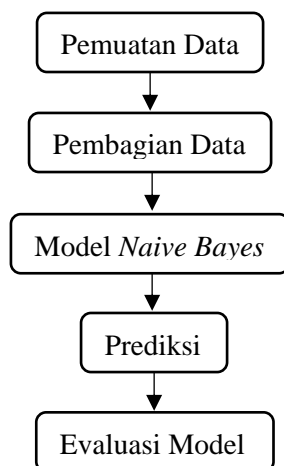
Dalam upaya mencapai tujuan analisis data pada penelitian ini, peneliti memilih untuk menggunakan pendekatan analisis data kualitatif. Pendekatan ini digunakan ketika angka-angka dan perhitungan menggunakan rumus memiliki relevansi yang signifikan terhadap penelitian ini. Fokus utama penulis

adalah pada analisis kualitatif yang melibatkan klasifikasi penyakit pada daun padi melalui citra daun. Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis memilih metode klasifikasi *Naïve Bayes* sebagai pendekatan utama. Metode ini dipilih karena kecocokannya dengan karakteristik data dan kemampuannya dalam mengklasifikasikan citra daun padi berdasarkan pola yang ditemukan pada data pelatihan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dataset dalam penelitian ini terdiri dari atribut yang mencakup karakteristik citra daun padi, seperti Struktur Daun, Warna Daun, Ukuran Daun, Kepadatan Daun, dan Bentuk Daun. Total data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 500, dengan rincian 240 data yang bersumber dari *Kaggle.com* dan 260 data diperoleh melalui pengambilan langsung di sebuah persawahan di Desa Sendang Mulia Sari. Jumlah data pelatihan adalah 400, sedangkan jumlah data pengujian adalah 100. Dari data yang telah diperoleh pada tahap pemrosesan data, metode pemodelan yang digunakan adalah klasifikasi menggunakan algoritma *Naïve Bayes*. Hal ini berkaitan dengan kasus klasifikasi penyakit pada daun padi, dengan tiga jenis penyakit utama, yaitu *Blast*, *Blight*, dan *Tungro*.

A. Proses Algoritma Flowchart



Gambar 2. Proses Algoritma *Flowchart*

Berikut adalah penjelasan mengenai proses algoritma flowchart di atas:

a. Pemuatan Data

Pada tahap ini, dilakukan proses memuat data yang akan digunakan untuk melatih dan menguji model *Naïve Bayes*. Data yang dimuat terdiri dari 500 citra daun padi, yang telah dikategorikan menjadi tiga kelas penyakit utama, yaitu *blast*, *blight*, dan *tungro*. Rinciannya adalah 200 citra daun padi terinfeksi *blast*, 220 citra daun padi terinfeksi *blight*, dan 80 citra daun padi terinfeksi *tungro*.

b. Memisahkan Data Pelatihan dan Data Pengujian

Data dipisahkan menjadi dua bagian: data pelatihan untuk melatih model dan data pengujian untuk mengevaluasi kinerja model. Dimana terdapat 400 data digunakan untuk pelatihan model (*Data Training*), sementara 100 data lainnya digunakan untuk pengujian (*Data Testing*).

c. Membuat Model *Naïve Bayes*

Pada tahap ini, model *Naive Bayes* dibangun menggunakan data training yang telah dibagi sebelumnya untuk mengklasifikasikan penyakit daun padi ke dalam tiga kategori: *blast*, *blight*, dan *tungro*.

d. Membuat Prediksi

Setelah proses pelatihan model, langkah berikutnya adalah menggunakan model tersebut untuk melakukan prediksi terhadap data testing.

e. Evaluasi Model

Tahap evaluasi model dilakukan untuk mengukur kinerja model dalam mengklasifikasikan penyakit padi menjadi tiga kategori yang telah ditentukan sebelumnya: *blast*, *blight*, dan *tungro*. Beberapa metrik evaluasi umum yang digunakan mencakup akurasi, presisi, recall dan F1-score.

The model is 76.0% accurate

	Precision	Recall	F1-score	Support
blast	0.90	0.65	0.75	40
blight	0.92	0.82	0.87	44
tungro	0.44	0.88	0.58	16

accuracy			0.76	100
macro avg	0.75	0.78	0.73	100
Weighted avg	0.83	0.76	0.78	100

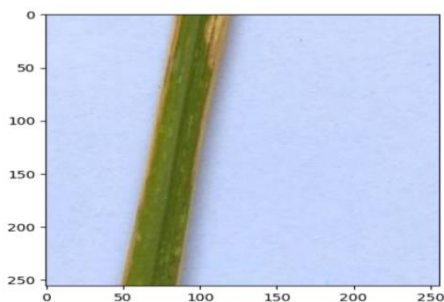
Gambar 3. Hasil Akurasi

Model Naive Bayes yang diterapkan untuk mengklasifikasikan penyakit pada tanaman padi mencapai akurasi keseluruhan sebesar 76.0%. Angka ini menunjukkan bahwa 76.0% dari prediksi yang dilakukan benar untuk semua kategori, termasuk blast, blight, dan tungro. Nilai presisi mencerminkan kemampuan model untuk mengidentifikasi dengan benar setiap penyakit: 90% presisi untuk blast, 92% untuk blight, dan 44% untuk tungro. Nilai recall mencerminkan efektivitas model dalam menangkap instansi setiap penyakit dalam dataset, dengan tingkat recall masing-masing adalah 65% untuk blast, 82% untuk blight, dan 88% untuk tungro. Skor F1, yang seimbang antara presisi dan recall, adalah 75% untuk blast, 87% untuk blight, dan 58% untuk tungro. Rata-rata tertimbang mempertimbangkan ukuran sampel yang berbeda-beda di setiap kategori, menghasilkan rata-rata tertimbang F1-score sebesar 78.0%. Metrik-metrik ini secara bersama-sama memberikan wawasan tentang kinerja model, menyoroti kelebihan dan area yang perlu diperbaiki dalam klasifikasi penyakit padi melalui citra daun.

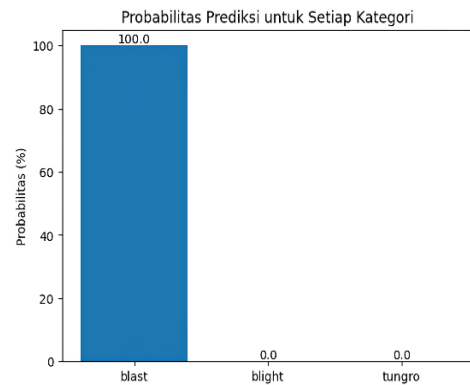
f. Hasil Prediksi

Melakukan prediksi untuk satu contoh gambar dan menampilkan hasil prediksi beserta probabilitas untuk setiap kategori penyakit.

1) Blast



Gambar 4.a Blast



Gambar 4.b Probabilitas Blast

Output :

blast = 100%

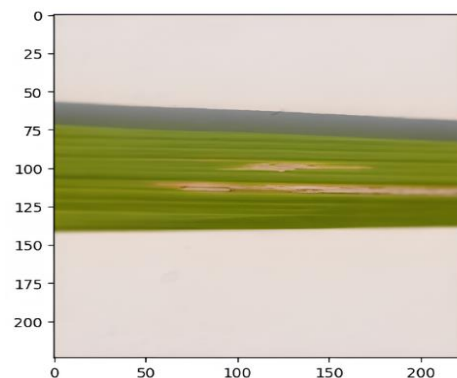
blight = 0.0%

tungro = 0.0%

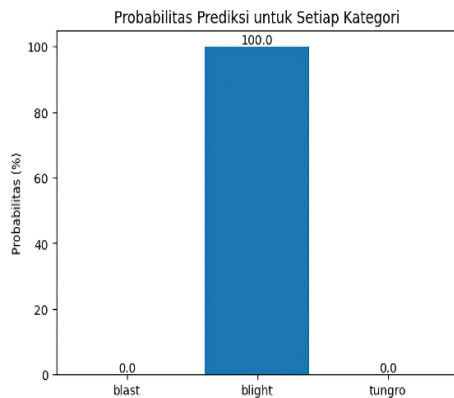
The predicted image is : blast

Hasil prediksi dari model klasifikasi menunjukkan bahwa citra yang diamati memiliki tingkat keyakinan sebesar 100.0% terhadap kategori "blast", sementara kategori "blight" dan "tungro" memiliki tingkat keyakinan masing-masing sebesar 0.0%. Oleh karena itu, model menyimpulkan bahwa citra tersebut dapat diklasifikasikan sebagai citra yang terinfeksi oleh penyakit "blast". Tingkat keyakinan yang tinggi ini menandakan kepercayaan model yang kuat terhadap prediksinya terkait dengan kategori "blast".

2) Blight



Gambar 5.a Blight



Gambar 5.b Probabilitas *Blight*

Output :

blast = 0.0%

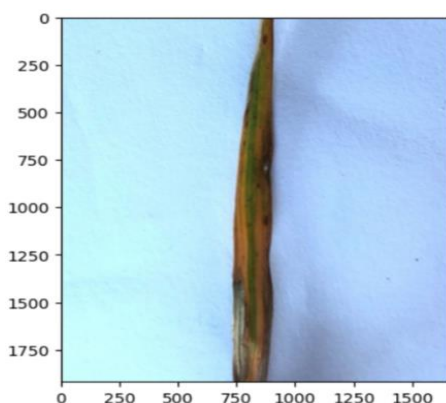
blight = 100%

tungro = 0.0%

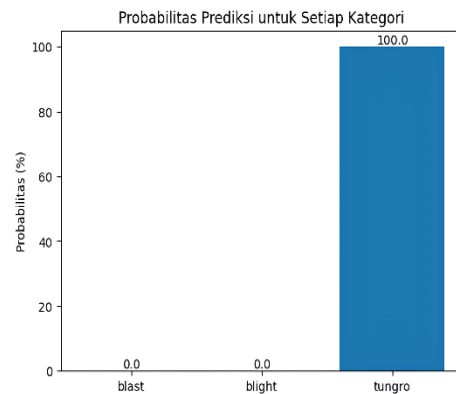
The predicted image is : *blight*

Hasil prediksi dari model klasifikasi menunjukkan bahwa citra yang diamati memiliki tingkat keyakinan 100.0% terhadap kategori "*blight*", sementara kategori "*blast*" dan "*tungro*" memiliki tingkat keyakinan sebesar 0.0%. Oleh karena itu, model menyimpulkan bahwa citra tersebut dapat diklasifikasikan sebagai citra yang terinfeksi oleh penyakit "*blight*". Tingkat keyakinan yang tinggi ini menandakan kepercayaan model yang kuat terhadap prediksinya terkait dengan kategori "*blight*".

3) *Tungro*



Gambar 6.a *Tungro*



Gambar 6.b Probabilitas *Tungro*

Output :

blast = 0.0%

blight = 0.0%

tungro = 100%

The predicted image is : *tungro*

Hasil prediksi dari model klasifikasi menunjukkan bahwa citra yang diamati diklasifikasikan dengan tingkat keyakinan tertinggi (100.0%) pada kategori "*tungro*". Sementara itu, tingkat keyakinan untuk kategori "*blast*" dan "*blight*" adalah 0.0%. Oleh karena itu, model menyimpulkan bahwa citra tersebut dapat diklasifikasikan sebagai citra yang terinfeksi oleh penyakit "*tungro*". Tingkat keyakinan yang tinggi ini mencerminkan kepercayaan yang kuat dari model terhadap prediksinya terkait dengan kategori "*tungro*".

5. KESIMPULAN

- Penelitian ini berhasil menghasilkan model klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes* dengan akurasi sebesar 76.0%, menunjukkan kemampuan yang baik dalam memprediksi kategori penyakit pada daun padi melalui citra daun. Prediksi tingkat keyakinan 100.0% terhadap kategori "*blight*" pada contoh tertentu juga memberikan bukti kuat akan kehandalan model dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman padi.
- Pengembangan Selanjutnya:
 - Meskipun model *Naïve Bayes* telah memberikan hasil yang positif, terdapat potensi untuk pengembangan selanjutnya.

- 2) Peningkatan akurasi dapat dicapai dengan meningkatkan jumlah dan keragaman dataset, serta dengan penyesuaian parameter yang lebih detail.
- 3) Penggunaan teknik augmentasi data juga dapat dieksplorasi untuk meningkatkan keberagaman *dataset*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan memberikan kontribusi selama proses penelitian ini, termasuk pada saat pengambilan dan pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021," Badan Pusat Statistik, Jul. 12, 2022. <https://www.bps.go.id/publication/2022/07/12/c52d5cebe530c363d0ea4198/luas-panen-danproduksi-padi-di-indonesia-2021.html> (accessed Oct. 22, 2022).
- [2] L. R. Stevani, "Produksi padi di Madiun turun akibat serangan OPT," *Antarajatim*, Aug. 10, 2022.
- [3] A. Walascha, A. Febriana, D. Saputri, D. Sri, N. Haryanti, and R. Tsania, "Review Artikel : Inventarisasi Jenis Penyakit yang Menyerang Daun Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)," pp. 471–477, 2021.
- [4] A. Jinan, B. H. Hayadi, and U. P. Utama, "Journal of Computer and Engineering Science Volume 1, Nomor 2, April 2022 Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron)," vol. 1, no. April, pp. 37–44, 2022.
- [5] E. Anggiratih, S. Siswanti, and S. K. Octaviani, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Model Deep Learning Efficientnet B3 Dengan Transfer Learning," no. 1, pp. 75–83, 2021, doi: 10.30646/sinus.v19i1.526.
- [6] L. Hernando and A. Avaldo, "Implementasi Fuzzy Logic pada Alat Pemisah Buah Tomat," *J. Sains dan Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 55–61, 2022, doi: 10.22216/jsi.v8i2.1637.
- [7] Y. Zhong and M. Tong, "Rice Leaf Disease Image Classifications Using KNN Based On GLCM Feature Extraction Rice Leaf Disease Image Classifications Using KNN Based On GLCM Feature Extraction," 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1641/1/012080.
- [8] R. Kumar, G. Baloch, A. B. Buriro, and J. Bhatti, "Fungal Blast Disease Detection in Rice Seed using Machine Learning," vol. 12, no. 2, pp. 248–258, 2021, [Online]. Available: www.ijacsa.thesai.org.
- [9] A. A. Huda, B. Setiaji, and F. R. Hidayat, "Implementasi Gray Level Co- Occurrence Matrix (GLCM) Untuk," vol. 9, 2022, [Online]. Available: www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode.
- [10] Y. Amelia, P. Eosina, and F. A. Setiawan, "Perbandingan Metode Deep Learning Dan Machine Learning Untuk Klasifikasi (Ujicoba Pada Data Penyakit Kanker Payudara)," *Inova-Tif*, vol. 1, no. 2, p. 109, 2018, doi: 10.32832/inova-tif.v1i2.5449.
- [11] A. S. Simbolon, N. I. Pangaribuan, and N. M. Aruan, "Analisis Sentimen Aplikasi E-Learning Selama Pandemi Covid-19 Dengan Menggunakan Metode Support Vector Machine Dan Convolutional Neural Network," *Seminastika*, vol. 3, no. 1, pp. 16–25, 2021, doi: 10.47002/seminastika.v3i1.236.
- [12] M. F. Naufal, "Comparative Analysis of Image Classification Algorithm for," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 311–318, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184553.
- [13] H. Hermanto, A. Mustopa, and A. Y. Kuntoro, "Algoritma Klasifikasi Naive Bayes Dan Support Vector Machine Dalam Layanan Komplain Mahasiswa," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 211–220, 2020, doi: 10.33480/jitk.v5i2.1181.
- [14] Lutfi, M. (2018). Klasifikasi Kualitas Mutu Jagung dengan Menggunakan Metode Decision Tree Pada Dinas Pertanian Bojonegoro. 8(1), doi:10.35891/agx.v9i1.1360