

Implementasi Algoritma *Support Vector Machine* dalam Klasifikasi Biji Jagung Berondong dan Biji Jagung Pakan Ayam

^{1st} Rini Beatrix Laurentzia
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if21.rinilaurentzia@mhs.ubpkarawang.ac.id

^{2nd} Sutan Faisal
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
sutan.faisal@ubpkarawang.ac.id

^{3rd} Cici Emilia Sukmawati
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
cici.emilia@ubpkarawang.ac.id

^{4th} Ahmad Fauzi
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
afauzi@ubpkarawang.ac.id

Abstract— Jagung merupakan komoditas penting dalam sektor pangan dan pakan ternak, dengan varietas yang memiliki karakteristik fisik yang berbeda. Salah satu tantangan di lapangan adalah membedakan biji jagung berondong dan biji jagung pakan ayam secara akurat, terutama ketika perbedaan visualnya sangat tipis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi berbasis citra menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk membedakan kedua jenis jagung tersebut. Dataset yang digunakan terdiri dari 400 citra biji jagung dengan dua kelas, yaitu jagung berondong dan jagung pakan ayam. Tahapan penelitian meliputi prapemrosesan citra, segmentasi, serta ekstraksi fitur menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), dengan enam fitur utama: kontras, energi, homogenitas, korelasi, varians, dan dissimilarity. Model SVM diuji dengan beberapa jenis kernel, dan evaluasi dilakukan menggunakan confusion matrix. Hasil akurasi klasifikasi biji jagung berondong dan biji jagung pakan dengan algoritma SVM mencapai 68,18% dengan pembagian data 80:20 dan menggunakan kernel Polynomial. Hasil akurasi ini menunjukkan bahwa SVM belum cukup andal dalam melakukan klasifikasi, masih terdapat ruang untuk perbaikan, terutama dalam menggunakan tuning parameter SVM.

Kata Kunci: Support Vector Machine (SVM), Jagung Berondong, Jagung Pakan Ayam, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), Klasifikasi Citra.

I. PENDAHULUAN

Jagung memiliki berbagai jenis dengan karakteristik dan kegunaan berbeda. Berdasarkan jenisnya, jagung dibagi menjadi 6 jenis [1], yaitu jagung manis, jagung berondong (*popcorn*), jagung gigi kuda yang digunakan untuk pakan ternak, jagung mutiara, jagung pod, dan jagung ketan. Namun jagung pakan ayam dan jagung berondong memiliki bentuk yang paling mirip dibandingkan jenis lainnya. Terkait kemiripan itu, jagung berondong dan jagung pakan ayam cocok untuk diteliti dengan membandingkan perbedaan visual secara lebih mendalam.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik [2], harga jagung pakan yang lebih murah dibanding jagung berondong. Hal ini mendorong sebagian oknum untuk melakukan kecurangan. Bagaimana jika ada penjual nakal yang menambahkan kuantitas jagung berondong dengan jagung pakan? Dimana jika jagung pakan yang seharusnya tidak baik untuk dikonsumsi oleh manusia ikut tercampur dalam jagung berondong [3].

Selain permasalahan tersebut, dalam proses pengolahan jagung, pemisahan manual membutuhkan waktu lebih lama dengan kuantitas yang tidak konsisten. Hal ini dikarenakan keterbatasan manusia dan perbedaan persepsi dari masing-masing pengamat [4]. Padahal, pemisahan yang tidak akurat berpotensi menyebabkan penurunan kualitas dan keamanan produk [5]. Permasalahan ini menyoroti kebutuhan akan solusi berbasis teknologi dimana dapat memberikan hasil klasifikasi yang lebih cepat dan akurat [6].

Penelitian mengenai klasifikasi jagung telah banyak dilakukan seperti penelitian Chandra & Sembiring [5] dimana membuat model klasifikasi kualitas biji jagung dengan hasil akurasi mencapai 91,85% dengan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor*. Juga dalam penelitian Suhendra [7] terbukti bahwa metode *Support Vector Machine (SVM)* berhasil mengklasifikasi citra penyakit daun jagung dengan hasil akurasi sebesar 99,5%.

Berdasarkan penguraian di atas, diperlukan suatu model yang memiliki kemampuan untuk mengklasifikasi biji jagung berondong dan biji jagung pakan ayam. Dengan menggunakan teknologi machine learning, penelitian ini akan mengukur akurasi hasil klasifikasi melalui penggunaan Algoritma *Support Vector Machine (SVM)*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan sistem pendukung keputusan yang lebih efektif dan efisien bagi petani maupun konsumen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jagung

Jagung (*Zea mays*) adalah tumbuhan serealia yang berasal dari Amerika Tengah dan kini menjadi salah satu tanaman pangan penting

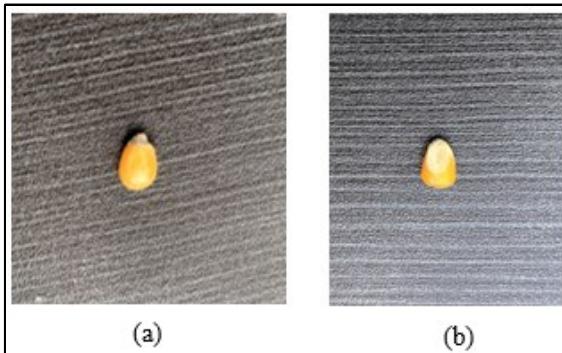
di dunia[6]. Jagung digunakan sebagai sumber karbohidrat utama di banyak negara dan memiliki banyak manfaat, mulai dari konsumsi langsung, bahan baku industri, hingga pakan ternak. Termasuk di Indonesia, jagung menjadi alternatif penting sebagai bahan pangan setelah beras[8].

a) **Jagung Berondong (Jagung Popcorn)**

Jagung yang digunakan untuk membuat *popcorn* adalah jagung mutiara (*flint corn*), tetapi dalam bentuk varietas khusus yang disebut jagung *popcorn* (*Zea mays everta*) [9].

b) **Jagung Pakan Ayam**

Jagung yang paling umum digunakan untuk jagung pakan adalah jagung gigi kuda (dent corn). Nama "dent" berasal dari lekukan kecil (seperti gigi) di bagian atas bijinya yang terjadi karena penyusutan lapisan pati lunak saat biji mengering[6].



Gambar 1 (a) Biji jagung berondong dan (b) Biji jagung pakan ayam

B. Machine Learning

Machine learning merupakan komponen dari *artificial intelligence* yang berfokus pada pemahaman pola, dimana memungkinkan komputer untuk menemukan solusi optimal dari data secara otomatis[10]. Dengan pemahaman ini, komputer digunakan untuk membuat prediksi, mengambil keputusan, atau menyelesaikan tugas-tugas yang kompleks tanpa harus diprogram secara eksplisit.

C. Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) merupakan algoritma *machine learning* yang didasarkan pada prinsip statistik dan digunakan untuk tugas klasifikasi. Algoritma ini bekerja dengan menentukan hyperplane terbaik yang dapat memisahkan dua kelompok data, serta mengandalkan support vector selama proses pelatihan [8]. Penggunaan kernel memungkinkan pemetaan data ke dimensi yang lebih tinggi, sehingga meningkatkan performa klasifikasi.

D. Pengolahan Citra Digital

Pemrosesan gambar atau gambar dengan proses numerik dari gambar adalah apa yang disebut pemrosesan citra. Salah satu metode pemrosesan citra menggunakan komputer sebagai perangkat lunak adalah untuk memproses masing-masing *pixel* dari gambar. Inilah yang disebut pengolahan citra digital atau *digital image processing*[10]. Setelah gambar diubah ke dalam bentuk digital, selanjutnya proses pengolahan gambar dapat diterapkan pada gambar.

E. Segmentasi

Segmentasi adalah bagian penting dari analisis citra otomatis, terutama karena pada tahap ini objek atau elemen lain yang diinginkan diekstraksi dari gambar untuk pemrosesan selanjutnya. Proses membagi citra menjadi sejumlah area homogen yang sama dikenal sebagai segmentasi[11]. *Thresholding* merupakan metode segmentasi yang umum digunakan, yaitu metode untuk membedakan objek dari latar belakang dengan menetapkan ambang batas (*threshold*) tertentu.

F. Ekstraksi Fitur

Satu aspek pengurangan dimensi adalah ekstraksi fitur, di mana satu set data mentah awal dibagi dan dikurangi menjadi grup yang lebih mudah dikelola sehingga lebih mudah untuk mengolahnya. Metode statistik yang digunakan untuk mengevaluasi tekstur gambar *digital* adalah *Co-occurrence Matrix Level Gray (GLCM)*. GLCM menghitung frekuensi munculnya pasangan piksel dengan nilai intensitas tertentu berdasarkan jarak dan orientasi tertentu dengan mengukur hubungan spasial antara pasangan piksel dengan nilai intensitas tertentu dalam beberapa arah (0° , 45° , 90° , dan 135°).[12].

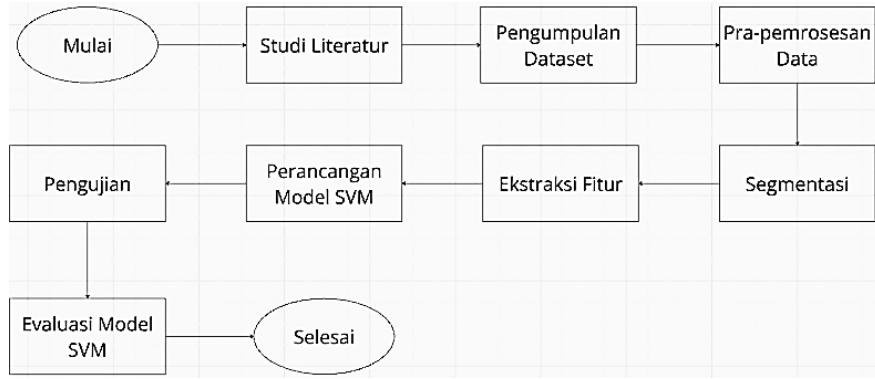
G. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan metode evaluasi performa klasifikasi berbentuk tabel yang mencatat hasil prediksi model terhadap data aktual. Matriks ini memuat nilai *True Positive*, *False Positive*, *True Negative*, dan *False Negative* yang digunakan untuk menghitung metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* [9].

III. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini dijalankan secara tersruktur guna mencapai hasil dan tujuan yang telah ditetapkan. Berikut

merupakan tahapan proses penelitian ini:



Gambar 2 Prosedur Penelitian

A. Studi Literatur

Penelitian diawali dengan kajian literatur dari buku dan jurnal relevan yang mendukung konsep klasifikasi citra, ekstraksi fitur GLCM, serta algoritma SVM.

B. Pengumpulan dataset

Akuisisi gambar adalah proses pertama dalam pengolahan gambar. Hasilnya adalah gambar digital yang disimpan di disk komputer. Dataset terdiri dari 400 citra jagung dengan dua kelas, yaitu 200 citra jagung berondong dan 200 citra jagung pakan ayam. Pra-pemrosesan data.

C. Pra-Pemrosesan Dataset

Tahapan pra-pemrosesan meliputi *resizing* (256×256 piksel), augmentasi, *grayscale*, peningkatan kontras (histogram equalization/CLAHE), dan segmentasi. Fitur diekstraksi menggunakan GLCM.

D. Pemodelan SVM

Data dibagi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Model SVM dilatih dengan kernel linier untuk membedakan citra biji jagung berondong dan biji jagung pakan ayam berdasarkan fitur yang sudah diekstraksi.

E. Evaluasi Model

Setelah model SVM dilatih, dilakukan evaluasi kinerja model menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* memberikan gambaran kinerja model dalam mengklasifikasikan citra ke dalam dua kelas: jagung berondong dan jagung pakan ayam. Untuk mengevaluasi kinerja model, *confusion matrix* meliputi :

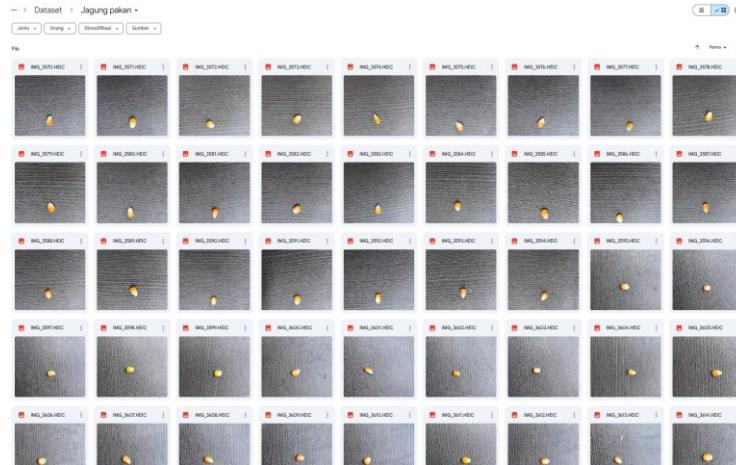
- Accuracy* : Persentase prediksi yang benar oleh model.
- Precision* : Mengukur ketepatan klasifikasi untuk kelas positif (misalnya, biji jagung berondong).
- Recall* : Mengevaluasi kemampuan model untuk mengidentifikasi semua instance kelas positif.
- F1-score* : Standar harmonis antara precision dan recall yang menampilkan gambaran seimbang mengenai kinerja model.

IV. HASIL PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sistem yang mampu mengklasifikasi biji jagung berondong dan biji jagung pakan ayam. Sistem ini menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan ekstraksi fitur menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM). Tahapan proses perancangan meliputi pengumpulan data, pra-pemrosesan citra, segmentasi, ekstraksi fitur, pelatihan model, dan pengujian performa sistem.

A. Pengumpulan Data

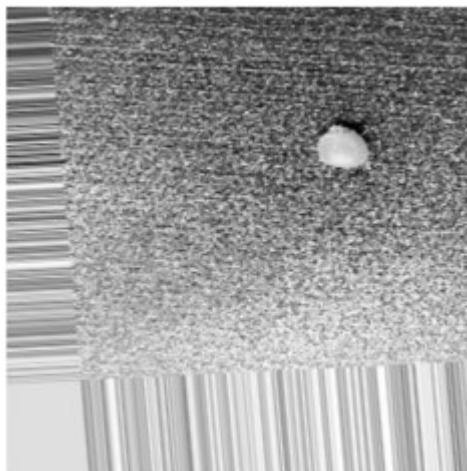
Akuisisi citra difoto menggunakan kamera handphone, yaitu menggunakan Iphone 13 dengan kamera Utama (*Wide*) 12 MP, *aperture f/1.6*, sensor besar dengan *sensor-shift optical image stabilization (OIS)*. Pengambilan gambar diambil per biji jagung dengan latar belakang hitam dengan pencahayaan yang baik tanpa ada bayangan. Kemudian setelah difoto, foto diunggah ke *Google Drive* dengan 2 folder. Untuk menunjang penelitian, dataset yang digunakan sebanyak 400 data dengan sebaran data citra biji jagung pakan ayam sebanyak 200 citra dan biji jagung berondong sebanyak 200 citra. Dalam dataset ini ditemukan ukuran citra yang berbeda-beda sehingga memerlukan tahapan pra-pemrosesan data.



Gambar 3 Pengumpulan dataset

B. Prapemrosesan Data

Praproses dataset bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum tahap analisis, sehingga data siap digunakan dalam proses ekstraksi fitur dan pelatihan model. Seluruh citra terlebih dahulu diubah ukurannya menjadi 256×256 piksel agar memiliki resolusi seragam. Selanjutnya augmentasi data dilakukan dengan rotasi, *zoom*, dan pembalikan vertikal menggunakan *ImageDataGenerator* guna memperkaya variasi dataset. Selanjutnya, citra dikonversi ke format keabuan (8-bit) untuk menyederhanakan representasi visual. Kontras dioptimalkan menggunakan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* guna menonjolkan detail penting tanpa memperbesar noise. Deteksi tepi menggunakan Segmentasi *Thresholding* diterapkan untuk mengidentifikasi batas objek yang relevan. Setelah itu, fitur citra diekstraksi menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* untuk menghasilkan fitur-fitur untuk mempermudah proses klasifikasi.



Gambar 4 Contoh Prapemrosesan Data

C. Hasil Pemodelan *Support Vector Machine*

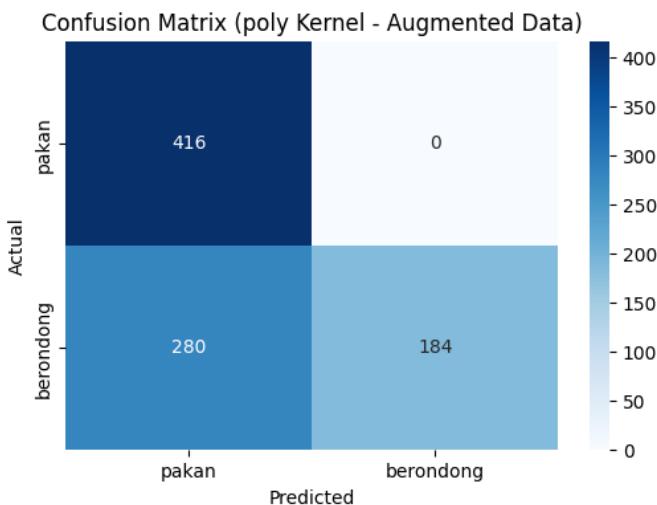
Pemodelan dilakukan setelah seluruh tahapan praproses data selesai, dimulai dengan membagi dataset menjadi dua bagian: data latih dan data uji, dimana proporsi masing-masing 80% dan 20%. Pembagian ini dilakukan menggunakan fungsi *train_test_split* dari *scikit-learn*, dengan parameter *random_state* ditetapkan untuk menjaga konsistensi hasil. Langkah ini penting untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi model terhadap data yang belum pernah ada sebelumnya serta mencegah *overfitting*.

Setelah proses pembagian data, dilakukan pelatihan model klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* membandingkan antara *kernel linear*, *kernel Radial Basis Function (RBF)*, dan *kernel Polynomial*. Data fitur hasil ekstraksi kemudian dinormalisasi menggunakan metode Z-score melalui *StandardScaler*. Dengan menggunakan perintah *model.predict(X_test_scaled)*, model mengeluarkan hasil klasifikasi untuk masing-masing sampel dalam data uji. Hasil pengujian ini kemudian digunakan dalam tahap selanjutnya yaitu evaluasi model, untuk mengukur efektivitas model dalam membedakan antara jagung berondong dan jagung pakan.

D. Evaluasi Model dengan *Confusion Matrix*

Proses Setelah model *Support Vector Machine* dilatih menggunakan data setelah diaugmentasi yaitu menjadi 2.400 data dengan proporsi 80% (1920 data latih) dan distribusi kelas yang seimbang (960 jagung pakan & 960 jagung berondong) dan data pengujian dengan proporsi 20% (480 data uji) dan distribusi kelas yang seimbang (416 jagung pakan & 464 jagung berondong). Langkah selanjutnya adalah mengevaluasi performa model terhadap data uji (test set) menggunakan *confusion matrix*. Evaluasi ini bertujuan

untuk mengukur seberapa jauh mana model dapat melakukan generalisasi terhadap data baru yang tidak dilihat sebelumnya selama proses pelatihan. *Confusion matrix* menghasilkan gambaran visual mengenai bagaimana model mengklasifikasikan data, dengan menunjukkan hasil dari jumlah prediksi yang benar dan salah dalam masing-masing kelas (misalnya biji jagung berondong dan biji jagung pakan ayam).



Gambar 5 Heatmap Confusion Matrix

Berdasarkan Gambar 6, berikut keterangannya:

- True Positive (TP)* = 416: Sebanyak 416 citra jagung pakan berhasil diklasifikasikan dengan benar sebagai jagung pakan oleh model.
- True Negative (TN)* = 184: Sebanyak 184 citra jagung berondong diklasifikasikan dengan benar sebagai jagung berondong oleh model.
- False Positive (FP)* = 280: Sebanyak 280 citra jagung berondong salah diklasifikasikan sebagai jagung pakan oleh model.
- False Negative (FN)* = 0: Tidak ada citra jagung pakan yang salah diklasifikasikan sebagai jagung berondong oleh model.

Berdasarkan hasil evaluasi model SVM setelah dilakukan augmentasi data, diperoleh nilai akurasi sebesar 68.18%, yang berarti sebanyak 598 dari 880 citra pada data uji berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model. Nilai akurasi ini menunjukkan kinerja umum model dalam membedakan citra jagung pakan dan jagung berondong setelah proses augmentasi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Algoritma Support Vector Machine (SVM) bekerja dengan memisahkan dua kelas (biji jagung berondong dan biji jagung pakan ayam) melalui hyperplane dan hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma SVM dapat menangani klasifikasi data citra dengan baik, terutama ketika menggunakan kernel *Polynomial*, yang mampu menangkap hubungan non-linear antara fitur tekstur dan label kelas.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, hasil akurasi tertinggi klasifikasi biji jagung berondong dan biji jagung pakan dengan algoritma SVM mencapai 68,18% dengan pembagian data 80:20 dan menggunakan kernel *Polynomial*. Hasil akurasi ini menunjukkan bahwa SVM belum cukup andal dalam melakukan klasifikasi, masih terdapat ruang untuk perbaikan, terutama dalam menggunakan tuning parameter SVM.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini merupakan bagian dari penelitian Tugas Akhir yang dilakukan oleh Rini Beatrix Laurentzia yang berjudul “Klasifikasi Biji Jagung Berondong Dan Biji Jagung Pakan Ayam Menggunakan *Support Vector Machine (SVM)*” Penelitian ini dibimbing oleh Bapak Sutan Faisal, M.Kom dan Ibu Cici Emilia Sukmawati, M.Kom.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lea Lyliana, “6 Jenis Jagung di Indonesia, Tidak Semua Bisa Dimasak,” Kompas.com. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/food/read/2021/03/01/103700975/6-jenis-jagung-di-indonesia-tidak-semua-bisa-dimasak>
- [2] B. P. S. (BPS), “Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi tahun 2023-2024,” BPS. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>
- [3] A. T. Nahroni, N. Haryuni, and Y. Alam, “Pengaruh Waktu Sangrai Terhadap Kadar Air, Konsentrasi Aflatoksin Dan Kualitas Fisik Jagung Untuk Pakan Ternak,” *J. Sci. Nusant.*, vol. 3, no. 3, pp. 91–97, 2023, doi: 10.28926/jsnu.v3i3.1177.
- [4] E. Supriyadi, A. Basuki, and R. Sigit, “Klasterisasi Kualitas Beras Berdasarkan Citra Pecahan Bulir Dan Sebaran Warna,” *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 105, 2021, doi: 10.35314/isi.v6i1.1657.
- [5] D. Chandra and S. Sembiring, “Meningkatkan Efisiensi Pemrosesan Citra Untuk Klasifikasi Kualitas Biji Jagung Berbasis

- Tekstur,” *J. Ilm. Multidisiplin Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 60–73, 2024, [Online]. Available: <https://geloraciptanusantara.org/jurnal/index.php/jimik/article/view/167>
- [6] S. Siaulhak, “Sistem Klasifikasi Buah Jagung Dengan Menggunakan Metode Image Processing Pengelolaan Citra Digital,” *D'computare J. Ilm. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 13, no. 2, pp. 33–41, 2023, [Online]. Available: <https://dcomputare.org.ftkom.uncp.ac.id/index.php/jurnal/article/view/68>
- [7] J. Teknologi Informasi, R. Suhendra, and I. Juliwardi, “Identifikasi dan Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan Support Vector Machine,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–35, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.utu.ac.id/JTI>
- [8] M. Net, “Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Klasifikasi Tinggi Tanaman Jagung dengan Menggunakan Image dan,” 2024.
- [9] W. Z. Sukma, D. F. Asfan, and A. A. Jakfar, “Analisis perhitungan harga pokok produksi popcorn menggunakan metode full costing di UKM Tegal Watu,” *Agrointek*, vol. 17, no. 4, pp. 944–950, 2023, doi: 10.21107/agrointek.v17i4.15720.
- [10] B. Siswoyo, Z. A. Abas, A. N. C. Pee, R. Komalasari, and N. Suyatna, “Ensemble machine learning algorithm optimization of bankruptcy prediction of bank,” *IAES Int. J. Artif. Intell.*, vol. 11, no. 2, pp. 679–686, 2022, doi: 10.11591/ijai.v11.i2.pp679-686.
- [11] F. Marpaung, F. Aulia, and R. C. Nabila, *Computer Vision Dan Pengolahan Citra Digital*. 2022. [Online]. Available: www.pustakaaksara.co.id
- [12] M. I. Mustofa, M. T. Furqon “Penggunaan Metode Ekstraksi Fitur Tekstur Gray Level Co-ocurrence Matrix dan K-Nearest Neighbor untuk Identifikasi Jenis Penyakit Tanaman Apel,” *Jptiik*, vol. 6, no. 9, pp. 4451–4458, 2022, [Online]. Available: <https://jptiik.multi.web.id/index.php/j-ptiik/article/view/11598>