

---

## DETEKSI DAN KLASIFIKASI MANFAAT MORINGA OLIEVERA UNTUK KESEHATAN MENGGUNAKAN TEKNIK MACHINE LEARNING DAN IMAGE PROCESSING

**Meinahen Budi Bansoma**  
**Universitas Citra Bangsa, Kupang**  
e-mail: patointer12@gmail.com

**Abstract:** *Moringa Olivera (MO) is a plant that offers numerous health benefits. In recent years, the leaves, seeds, and flowers of Moringa have been traditionally used in medicine. The leaves of Moringa Olivera contain various nutrients such as vitamins, minerals, amino acids, beta carotene, antioxidants, and other beneficial compounds. These compounds have the potential to help treat a range of diseases. Therefore, there is limited research available that classifies the specific content of these compounds in Moringa leaves. In this study, the traditional benefits of MO for treating diseases will be classified using Machine Learning (ML) techniques. Before classification, image processing steps such as preprocessing, segmentation, and feature extraction are performed to create an image dataset. As a result, 381 images of Moringa Olivera are categorized into two groups: 167 dry MO images and 214 wet MO images. The dataset is then organized based on the compound content and the diseases that can be treated. The next step involves using the SVM model to classify the images based on the benefit label, with 15 different disease categories. The SVM model achieves a training accuracy of 0.9078947368421053 and a testing accuracy of 0.8026315789473685, which are higher than those achieved by a regression classification model.*

**Keywords:** *Detection, Classification, Moringa Olivera, Machine Learning, Image Processing.*

**Abstrak:** *Moringa Olivera (MO) merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat bagi dunia Kesehatan. Dalam beberapa dekade terakhir daun, biji, dan bunga MO telah banyak dimanfaatkan secara tradisional dalam melakukan pengobatan. Bagian daun MO mengandung Vitamin, Mineral, Asam Amino, Beta Karoten, Antioksidan, dan masih banyak lagi. Kandungan senyawa ini yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai penyakit. Namun, masih minim penelitian yang dilakukan untuk melakukan klasifikasi kandungan senyawa dari daun kelor. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan klasifikasi manfaat MO untuk mengobati penyakit secara tradisional menggunakan Teknik *Machine Learning* (ML). Pada penelitian ini sebelum dilakukan klasifikasi maka akan dilakukan pengolahan citra seperti preprocessing, segmentasi, dan ekstraksi untuk mendapatkan dataset citra. Hasilnya 381 citra MO dapat dibentuk menjadi suatu dataset berdasarkan dua kaegori yaitu 167 MO kering dan 214 MO basah. Dataset yang telah terbentuk kemudian dikumpulkan berdasarkan kandungan senyawa yang dimiliki dan penyakit yang dapat diobati. Tahapan selanjutnya menggunakan model SVM untuk melakukan klasifikasi berdasarkan label manfaat dengan 15 kelas penyakit. Hasilnya akurasi model pelatihan SVM sebesar 0,9078947368421053 dan pengujian sebesar 0,8026315789473685 lebih baik dari model klasifikasi regresi.*

**Kata kunci:** *Deteksi, Klasifikasi, Moringa Olivera, Machine Learning, Image Processing.*

**PENDAHULUAN**

Kelor atau lebih dikenal dengan

*Moringa Oleifera* (MO) merupakan tumbuhan yang mempunyai banyak kegunaan baik sebagai kesehatan ataupun bisa dijadikan makanan karena mempunyai kandungan nutrisi sangat baik dan bervariasi (Kelor Terhadap Kesehatan Masyarakat Riza Adrianoor Saputra et al., 2021; Santi et al., 2022; Saputra et al., n.d.; Srirahayu et al., n.d.). *World Health Organization* (WHO) sebagai organisasi kesehatan dunia, menyatakan bahwa mengonsumsi MO dapat membantu perkembangan tubuh serta bisa dijadikan sebagai bahan pengobatan tradisional untuk berbagai penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh (Srirahayu et al., n.d.) di Indonesia menunjukkan bahwa dengan mengonsumsi MO bisa meningkatkan imunitas dan mengurangi resiko terkena virus pada masa pandemic Covid – 19. Dari penelitian ini menemukan bahwa dalam tanaman MO terdapat beberapa nutrisi penting seperti Vitamin, Mineral, Asam Amino, Beta Karoten, Antioksidan, nutrieds, Anti Inflamasi, dan Asam Lemak Omega 3 dan 6. Sedangkan hasil dari ekstrak air daun MO menunjukkan bahwa terdapat senyawa aktif alkaloid, saponin, tannin, fenol, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida. Hal serupa juga ditemukan oleh penelitian (Santi et al., 2022; Saputra et al., n.d.) berdasarkan uji Fitokima membuktikan bahwa kelor memiliki kandungan senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan untuk mengobati beberapa penyakit.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengetahui manfaat MO bagi Kesehatan, pada penelitian (Angelina et al., 2021; Kelor Terhadap Kesehatan Masyarakat Riza Adrianoor Saputra et al., 2021; Kishore Kumar et al., 2022; Rosli & Yusop, 2022; Susanti et al., n.d.; Tafu & Jideani, 2022; Wardana et al., 2022) menemukan bahwa MO dapat dimanfaatkan untuk mengobati penyakit gangguan penglihatan, penumpukan lemak pada liver, Beri-beri, dermatis, kulit kering, rambut pecah-pecah, pendarahan gusi, anemia, osteoporosis, periodontitis dan mengatasi gangguan malnutrisi pada anak atau stunting.

Xu. Y., dkk (Xu et al., 2022) pada penelitiannya menemukan bahwa MO juga dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk memperpanjang rentang hidup, dan meningkatkan toleransi stress *Caenorhabditis elegans*. Berdasarkan kedua komponen itu pada penelitian ini menyimpulkan bahwa MO dapat juga dimanfaatkan sebagai obat anti penuaan. Hal yang berbeda di tunjukan pada penelitian (Shalaby et al., 2022) manfaat MO yang didapat dari senyawa sintesis hijau nanopartikel (NP) logam menunjukan efek positif bagi Kesehatan. Hasil dari penelitian ini adalah khasiat MO dapat dimanfaatkan sebagai anti tumor, anti inflamasi, anti pasmodik, diuretic, anti hipertensi, anti diabetes, anti jantung, dan anti kanker. Sedangkan Gambo. A., dkk (Gambo et al., 2021) mengambil studi kasus pada Nigeria yang teridentifikasi mengalami epidemi HIV terbesar kedua di dunia menemukan bahwa HIV banyak dipengaruhi oleh malnutrisi.

Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan mengonsumsi MO bisa mengurangi malnutrisi pada ODHA. Hal ini dipengaruhi karena pada kelor terdapat kandungan nutrisi dan unsur hara yang sangat berperan positif dalam mengurangi efek malnutrisi. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa MO mempunyai begitu banyak manfaat dalam bidang Kesehatan. Namun, karena pemanfaatannya masih tradisional maka menurunkan kualitas daun MO pada saat akan dipanen, hal ini berpengaruh pada kandungan nutrisi dan senyawa kelor (Gambo et al., 2021; Santi et al., 2022; Shalaby et al., 2022). Sedangkan dalam pemanfaatan kandungan nutrisi dan senyawa yang akan digunakan kedalam beberapa pengobatan penyakit juga masih dilakukan secara tradisional. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan MO terhadap Kesehatan dengan menggunakan teknologi (Sugiharto et al., 2022; Tafu & Jideani, 2022).

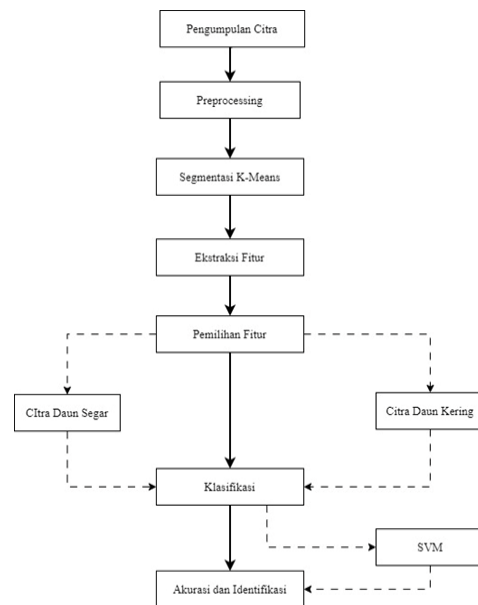
Perkembangan teknologi pada saat ini banyak diaplikasikan menggunakan algoritma *Machine Learning* (ML) dan *Image Prosesing* (IP) karena hasil analisis

yang didapat menunjukkan dampak yang positif, baik untuk mengklasifikasi ataupun mendeteksi berbagai macam kondisi tanaman di lingkungan manusia. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam mengembangkan sistem deteksi dan klasifikasi dengan tingkat akurasi yang lebih baik (Ennoui et al., 2021). Ennoui, A., dkk melakukan penelitian terhadap penyakit tanaman dengan memanfaatkan Teknik preprocessing sebagai proses pendeteksian tanaman dan *Support Vector Machine* (SVM) akan mengklasifikasikan penyakit tanaman tersebut. Dalam penelitian ini beberapa Teknik dari preprocessing telah digunakan seperti dekomposisi multiskala, transformasi ruang warna, penyaringan, pemangkasan, perataan, serta segmentasi dimanfaatkan untuk mengekstrak Region of Interest (ROI). Hasil dari metode yang diterapkan pada penelitian ini mendapatkan tingkat akurasi yang sangat baik. Sedangkan Thimmegowda, T., dkk melakukan penelitian terhadap kualitas daun tembakau yang diawetkan. Pada penelitian ini setelah dilakukan perbandingan terhadap beberapa metode machine vision, maka diputuskan menggunakan metode hybrid berbasis clustering dalam mendeteksi citra UAV dari tanaman tembakau.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan hasil akurasi yang baik dalam memanfaatkan nutrisi dan senyawa MO untuk mengobati beberapa jenis penyakit di bidang Kesehatan melalui pengobatan secara herbal. Menurut [30] kadungan nutrisi daun MO sangat bermanfaat dan bisa diolah baik dalam bentuk daun MO segar dan daun MO kering yang dibuat menjadi bubuk. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan kandungan nutrisi daun MO yang sudah dikeringkan lebih tinggi dari daun MO basah. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diidentifikasi bentuk dan tekstur dari tanaman MO kering maupun segar.

## METODE

Pada penelitian ini akan dilakukan dengan memperhatikan beberapa tahapan yang akan digunakan untuk menjawab tujuan penelitian pada daun MO. Gambar 1 menunjukkan tahapan-tahapan apa saja yang digunakan dalam mendeteksi daun MO serta mengklasifikasi nutrisi daun MO kedalam jenis penyakit yang dapat diobati secara herbal.



**Gambar 1 Alur Metodologi yang akan digunakan**

### Akuisisi Citra

Akuisisi Citra dilakukan dengan metode observasi dan dokumentasi pada 300 sampel citra. Tahapan akuisisi citra meliputi observasi, dokumentasi, dan pemilihan citra pasca panen. Setelah terpilih citra yang akan digunakan, kemudian akan dijadikan sebagai dataset dari citra daun MO. Pada penelitian ini dataset terbagi kedalam dua kelas yaitu kelas daun MO segar dan kelas daun MO kering. Dataset dikumpulkan disaat selesai dipanen kemudian akan di foto menggunakan kamera ponsel atau kamera DSLR dengan resolusi 12 megapiksel dan berlatar belakang putih. Berikut contoh citra daun MO yang akan di tampilkan pada gambar 2 (Ferdinand & Al Maki, 2022; Kethineni & Pradeepini, 2023; Kumar et al., 2021).



**Gambar 2 Daun MO Segar dan Kering**

Pada penelitian ini terdapat 2 kelas dataset dari citra daun Gambar 2. Daun MO Segar dan Kering yang akan digunakan sebagai pelatihan dan pengujian. Tabel 1 memberikan informasi mengenai jumlah citra dari masing-masing kelas.

**Tabel 1 Jumlah Dataset Citra Daun MO**

Kelas	Jumlah
Daun Kelor Segar	150
Daun Kelor Kering	150
<b>Total</b>	<b>300</b>

### Preprocessing

Pada tahapan ini dilakukan bertujuan untuk menghilangkan noise pada citra yang mengandung distorsi yang tidak diinginkan, memperkuat beberapa fitur gambar, serta meningkatkan kualitas pada citra daun MO. Teknik *image processing* seperti *image enhancement* dan *segmentation* akan diterapkan. Pada penelitian ini resolusi citra daun ditetapkan pada 128x128 piksel. Untuk mendapatkan hasil dengan akurasi yang tinggi, maka citra daun RGB akan diubah menjadi citra daun grayscale. Kemudian akan diproses untuk melakukan proses penyingkapan noise, mengkonversi citra, serta mengkategorikan ciri-ciri citra (seperti sumbu mayor, sumbu minor, tinggi, lebar, luas, keliling, eksentrisitas, sentroid, magnitudo, fase deskripsi fourier). Filter Median akan digunakan untuk menghilangkan noise, sedangkan dalam hal meningkatkan kontras akan menggunakan teknik histogram pada citra untuk memodifikasi kontras serta

melakukan pemerataan pada kontras. Tahapan ini juga akan diterapkan pendekatan dekomposisi citra berbasis *Partial Differential Equations (PDE)* untuk mendapatkan komponen objek dan komponen tekstur. Metode terakhir pada tahapan ini adalah akan digunakan distribusi probabilitas dalam hal membangun matriks kejadian dari citra daun (Ennoui et al., 2021; Ferdinand & Al Maki, 2022; Kethineni & Pradeepini, 2023; Flor et al., 2020; Sugumar et al., 2019).

### Segmentasi K-Means

Segmentasi citra merupakan pengelompokan citra berdasarkan piksel pada citra yang memiliki sifat homogen pada atributnya. Dengan menerapkan proses segmentasi maka akan lebih memudahkan peneliti dalam melakukan analisa pada citra daun MO. Pada penelitian ini pendekatan segmentasi berbasis K-Means akan diterapkan dalam meningkatkan hasil segmentasi pada citra daun MO. Proses segmentasi K-Means akan digunakan untuk menentukan dua nilai ROI dengan memperhatikan warna, obyek dan tekstur pada pola citra daun MO. Hasil dari dua klasifikasi akan membantu mengidentifikasi dengan tepat bentuk serta pola dari citra daun kelor segar dan kering serta akan meningkatkan hasil akurasi klasifikasi secara signifikan. Sedangkan persamaan K-Means dinyatakan dalam (1) (Ennoui et al., 2021; Kethineni & Pradeepini, 2023; Rehman et al., 2020).

$$fit = \hat{a}_{i=1}^k \hat{a}_{x_j, y_j, s_j} d(C_i, X_j) \quad (1)$$

### Ekstraksi Fitur

Penerapan tahapan ekstraksi fitur bertujuan untuk mendeskripsikan dan melakukan pencarian pada fitur setelah mendapatkan hasil melalui segmentasi. Pada tahapan ini tiga fitur umum akan digunakan yaitu: warna, tekstur dan bentuk (Ennoui et al., 2021; Ferdinand & Al Maki, 2022; Kethineni & Pradeepini, 2023; Kini et al., 2023).

### Fitur Warna

Fitur warna diterapkan untuk mengenali warna pada daun MO dan akan direpresentasikan ke citra daun MO. Berdasarkan penelitian (Kini et al., 2023; Madhavan et al., 2021) maka dalam mendapatkan fitur warna dari daun kelor akan di terapkan pendekatan mask segmentasi pada citra yang telah diakuisisi. Dalam mengkategorikan fitur warna, maka akan dihitung standar deviasi ( $\sigma$ ) dan mean ( $\mu$ ) dari intensitas setiap kanal RGB, kurtosis( $\sigma$ ), dan kemiringan( $\theta$ ) daun. Persamaan untuk menghitung fitur warna adalah sebagai berikut refrensi:

$$m = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - m)^2} \quad (3)$$

$$q = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - m)^3}{MN s^3} \quad (4)$$

$$g = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - m)^4}{MN s^4} - 3 \quad (5)$$

Dimana, M dan N adalah ukuran citra dan  $P_{ij}$  adalah intensitas.

### Fitur Tekstur

Pada ekstraksi fitur tekstur dilakukan berdasarkan enam langkah yang digunakan pada penelitian (Kini et al., 2023; Madhavan et al., 2021). Pendekatan *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan *Angular Second Moment (ASM)* digunakan untuk menguji homogenitas tekstur pada citra, kontras citra, *Inverse Different Moment (IDM)* menguji homogenitas tekstur, Entropy untuk mengukur ketidakhomogen tekstur citra dan Korelasi digunakan dalam melakukan pengujian pada derajat ketergantungan liner dari citra daun. Sedangkan untuk mengidentifikasi ke enam langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$ASM = \sum_{i,j=1}^N P_{i,j}^2 \quad (6)$$

$$Dissimilarity = \sum_{i,j=1}^{N-1} P_{i,j} |i - j| \quad (7)$$

$$Contrast = \sum_{i,j=1}^{N-1} P_{i,j} (i - j)^2 \quad (8)$$

$$Homogeneity = \sum_{i,j=1}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i - j)^2} \quad (9)$$

$$Correlation = \sum_{i,j=1}^{N-1} P_{i,j} \frac{(i - m_i)(j - m_j)}{\sqrt{(s_i^2)(s_j^2)}} \quad (10)$$

$$Entropy = \sum_{i,j=1}^{N-1} P_{i,j} (-\ln P_{i,j}) \quad (11)$$

### Fitur Bentuk

Dalam melakukan ekstraksi fitur bentuk daun berdasar penelitian (Kini et al., 2023; Madhavan et al., 2021) maka pada penelitian ini akan memanfaatkan fitur morfologi untuk mendapatkan informasi global dari citra daun MO. Penerapan morfologi akan dilakukan berdasarkan fitur luas, lebar, tinggi, keliling, perimeter, aspek rasio, sumbu mayor dan sumbu minor.

### Klasifikasi

Pada tahapan terakhir akan dilakukan identifikasi kandungan nutrisi dan senyawa pada citra daun MO segar dan kering untuk diklasifikasi kedalam penyakit yang dapat diobati secara herbal. Pendekatan SVM akan digunakan untuk memprediksi menggunakan dataset citra daun MO yang telah diekstrak kemudian akan diklasifikasi kedalam jenis-jenis penyakit yang diderita manusia dengan memperhatikan kandungan senyawa dan nutrisi dari daun kelor kering dan segar (Ennoui et al., 2021; Ferdinand & Al Maki, 2022; Kethineni & Pradeepini, 2023; Madhavan et al., 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Akuisisi Citra





Pada penelitian ini untuk

mendapatkan dataset dari daun MO maka akan digunakan 381 citra. Kumpulan citra ini akan dikelompokkan kedalam dua kategori, yaitu daun MO kering sebanyak 167 citra, dan MO basah sebanyak 214. Total keseluruhan citra dari dua kelompok tersebut adalah 381 citra.

**Preprocessing**

Tahapan preprocessing diterapkan dengan tujuan meningkatkan kualitas citra yang telah dikumpulkan agar dapat disesuaikan dengan tahapan-tahapan berikutnya. Tabel 2. Menunjukkan hasil dari Teknik preprocessing yang telah diterapkan pada citra.

**Tabel 2 Hasil Preprocessing**

Item	Citra Awal	Hasil Preprocessing
Daun Kering		
Daun Basah		

**Hasil Eksperimen**

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengolahan citra untuk membentuk suatu kumpulan dataset dari nilai citra MO kering maupun segar. Pertama dilakukan segmentasi citra untuk menghitung nilai ROI dari citra MO kering dan segar. Kemudian akan dilanjutkan dengan mengekstraksi fitur dari citra untuk menghitung nilai fitur warna, objek dan tekstur. Tabel 3. Menunjukkan nilai fitur dari citra MO baik kering maupun segar.

**Tabel 3 Fitur Citra MO Kering dan Segar**

No	Item	MO Kering	MO Segar
1	ROI Warna	169,336	160,196

2	ROI Objek	495456	486552
3	ROI Tekstur	632161	486552
4	Mean R	182,235	152,618
5	Mean G	176,350	176,899
6	Mean B	149,424	151,072
7	Kurtosis	2,874	-1,555
8	Theta	57,312	0
9	Area	495119	486534
10	Width	780	1040
11	Height	1040	780
12	Perimeter	6657,788	5959,270
13	Aspect Ratio	0,750	1,333
14	Major Axis Length	1367,564	1407,024
15	Minor Axis Length	1041,091	1060,130

**Tabel 4 Nilai Centroid Distance**

Item	Centroid	Absolute count
Avg. within centroid distance_cluster_0	0,065	186
Avg. within centroid distance_cluster_1	0,155	80
Avg. within centroid distance_cluster_2	0,350	58
Avg. within centroid distance_cluster_3	0,136	43
Avg. within centroid distance_cluster_4	0,045	9
Avg. within centroid distance_cluster_5	0,340	4
Avg. within centroid distance	0,138	380

**Tabel 5 hasil statistik dari pengelompokan dataset citra MO**

No	Item	Average	Deviation
1	ROI Warna	0,639	0,208
2	ROI Objek	0,137	0,126
3	ROI Tekstur	0,321	0,230
4	Mean R	0,612	0,188
5	Mean G	0,622	0,195
6	Mean B	0,633	0,242
7	Kurtosis	0,050	0,072
8	Theta	0,745	0,303
9	Area	0,360	0,103
10	Width	0,468	0,100
11	Height	0,554	0,157
12	Perimeter	0,577	0,167
No	Item	Average	Deviation

13	Aspect Ratio	0,182	0,107
14	Major Axis Length	0,515	0,150
15	Minor Axis Length	0,781	0,172

**Pembahasan**

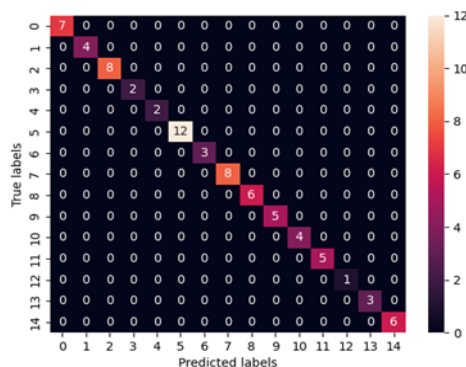
**Klasifikasi**

Hasil dataset citra MO kering dan basah yang telah diperoleh dengan beberapa tahapan pengolahan citra kemudian dikelompokkan kedalam kandungan-kandungan senyawa yang terdapat pada citra MO baik kering ataupun basah, sehingga dapat dilakukan klasifikasi berdasarkan jenis penyakit yang dapat diobati secara tradisional menggunakan model SVM. Dalam melakukan evaluasi klasifikasi berdasarkan model SVM dataset telah dibagi menjadi dataset pelatihan sebesar 60% dan 40% untuk validasi. Pada penelitian ini model SVM berbasis data

multi-kelas akan digunakan berdasarkan 15 bentuk penyakit yang dapat diobati menggunakan senyawa yang terkandung dalam daun MO kering ataupun segar. Tahap pertama dilakukan dengan metode klasifikasi SVM adalah membagi dataset kedalam dua bagian yaitu pelatihan dan validasi kemudian menentukan label sebagai parameter dari kelas yang akan diklasifikasi. Tahap kedua menggunakan kernel *sigmoid* dengan  $C = 100$  untuk melakukan klasifikasi. Hasil dari tahap pelatihan berupa akurasi berdasarkan metrik akurasi dari sklearn milik python. Selanjutnya kemudian akan dilakukan validasi pengujian menggunakan metrik akurasi. Hasilnya juga menampilkan tingkat akurasi dari dua kategori yaitu test dan validasi. Untuk mengevaluasi seberapa baik model SVM dalam memprediksi maka akan dibandingkan dengan model regresi logistic berdasarkan data multi-kelas.

**Tabel 6 Rincian perbandingan akurasi model**

Model	Pelatihan	Pengujian
SVM	0,9078947368421053	0,8026315789473685
Regresi	0,5986842105263158	0,5131578947368421



**Gambar 3 Matriks Konfusi**

Gambar 3 merupakan matrik konfusi 2x2 yang telah dibangun berdasarkan 15 kelas yang dikategorikan kedalam label sebenarnya dan label prediksi dari dataset.

**SIMPULAN**

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengklasifikasi manfaat senyawa dari daun MO kedalam beberapa penyakit yang dapat diobati. Pada penelitian ini citra MO yang digunakan adalah 381 yang dibagi kategorikan kedalam dua yaitu 167 daun MO kering dan daun MO basah sebanyak 214. Citra yang telah dipilih kemudian dilakukan tahapan pengolahan citra seperti: preprocessing, segmentasi, dan ekstraksi citra yang akan membentuk satu kumpulan dataset. Dalam mengolah citra dataset kemudian akan dilakukan pengelompokan berdasarkan segmentasi K-Means untuk melihat nilai centroid dari data serta menormalisasikan data. Hasil dari dataset kemudian diisi dengan kandungan-kandung senyawa yang dimiliki dari daun MO kering ataupun segar. Setelah dataset telah terbentuk kemudian akan dilanjutkan untuk melakukan klasifikasi

menggunakan model SVM dan regresi berbasis data multi-kelas. Hasilnya menunjukan bahwa akurasi kinerja pelatihan dan pengujian dari model SVM meningkat sebesar 0,309210526 dan 0,289473684. Matriks konfusi juga menunjukan bahwa model klasifikasi dari dataset sudah lebih baik, karena semua data berada pada diagonal. Berdasarkan hasil uji ini dapat dinyatakan model SVM dalam melakukan klasifikasi lebih baik dari model regression. Namun, perbandingan hasil ini hanya dilakukan pada satu model saja. Oleh karena itu, untuk penelitian kedepan bisa dilakukan perbandingan ke dalam beberapa model dari machine learning ataupun depth learning untuk lebih meningkatkan kinerja hasil akurasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dwike, M., Santi, S., Yasa, G. T., & Nugraha, I. S. (n.d.). Volume 1 Nomor 2 (2022) Desember Pemanfaatan Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam) sebagai Bahan Obat Tradisional Utilization of Moringa Leaf (*Moringa Oleifera* Lam) as A Traditional Medicine. <https://ejournal.politeknikkesehatankartinibali.ac.id/index.php/pkm>
- Srirahayu, D., Atul Fuadah, Lu, Lestari, S., Purwati, Y., Harun, N., Kuniasih, N., & Muhammadiyah Ciamis, Stik. (N.D.). Benefits Of Moringa Leaves During The Covid-19 Pandemic.
- Saputra, A., Arfi, F., & Yulian, M. (N.D.). *LITERATURE REVIEW: ANALISIS FITOKIMIA DAN MANFAAT EKSTRAK DAUN KELOR (Moringa Oleifera)*. Kelor Terhadap Kesehatan Masyarakat Riza Adrianoor Saputra, M., Santoso, U., Heiriyani, T., Wahdah, R., Andi Syarifuddin, N., Aminda Putri, K., Navira, A., & Aisyah, N. (2021). The Miracle Tree. 1(2), 54–62. <https://doi.org/10.20527/ilung.v1i2>
- Xu, Y., Chen, G., & Guo, M. (2022). Potential Anti-aging Components From Moringa oleifera Leaves Explored by Affinity Ultrafiltration With Multiple Drug Targets. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.854882>.
- Tafu, N. N., & Jideani, V. A. (2022). Proximate, Elemental, and Functional Properties of Novel Solid Dispersions of Moringa oleifera Leaf Powder. *Molecules*, 27(15). <https://doi.org/10.3390/molecules27154935>.
- Shalaby, E. A., Shanab, S. M. M., El-Raheem, W. M. A., & Hanafy, E. A. (2022). Biological activities and antioxidant potential of different biosynthesized nanoparticles of Moringa oleifera. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23164-2>.
- Susanti, R., Biologi, J., & Negeri Semarang Jl Raya Sekaran, U. (n.d.). IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF Moringa oleifera SEBAGAI ANTIINFLAMASI MELALUI LIGAN PADA TOLL-LIKE RECEPTOR SIGNALING PATHWAY UNTUK PREDIKSI PENCEGAHAN STUNTING SECARA IN SILICO <http://www.swisstargetprediction.ch>.
- Angelina, C., Swasti, Y. R., & Sinung Pranata, F. (2021). PENINGKATAN NILAI GIZI PRODUK PANGAN DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN KELOR (*Moringa Oleifera*): REVIEW Increased Nutritional Value Of Food Products With The Addition Of Moringa Leaf Powder: A Review (Vol. 15, Issue 01).
- Luthfiyani, D., Pradana, C., Revina, R., Rifkia, V., & Kedokteran, F. (N.D.). Pelatihan Pembuatan Teh Daun Kelor Sebagai Antioksidan Dan Pencegah Diabetes Bagi Masyarakat Kampung Utan Depok.
- Wen, Y., Li, W., Su, R., Yang, M., Zhang, N., Li, X., Li, L., Sheng, J., & Tian, Y. (2022). Multi-Target Antibacterial Mechanism of Moringin From Moringa oleifera

- Seeds Against *Listeria monocytogenes*. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.925291>.
- Ennoui, A., Sihamman, N. O., Sabri, M. A., & Aarab, A. (2021). Early Detection and Classification Approach for Plant Diseases based on MultiScale Image Decomposition. *Journal of Computer Science*, 17(3), 284–295. <https://doi.org/10.3844/JCSSP.2021.284.295>.
- Ahmed, M., & Ahmed, A. (2023). Palm tree disease detection and classification using residual network and transfer learning of inception ResNet. *PLoS ONE*, 18(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282250>.
- Thimmegowda, T. G. M., & Jayaramaiah, C. (2023). Cluster-based segmentation for tobacco plant detection and classification. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 12(1), 75–85. <https://doi.org/10.11591/eei.v12i1.4388>.
- Rehman, H. U., Anwar, S., & Tufail, M. (2020). Machine vision based plant disease classification through leaf imagining. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 25(4), 437–444. <https://doi.org/10.18280/isi.250405>.
- John, S., & Rose, A. L. (2021). MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN PLANT DISEASE DETECTION AND CLASSIFICATION - A STATE OF THE ART. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 65(3), 362–372. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-65-38>.
- Ferdinand, Y., & al Maki, W. F. (2022). Broccoli leaf diseases classification using support vector machine with particle swarm optimization based on feature selection. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 8(3), 337–348. <https://doi.org/10.26555/ijain.v8i3.951>.
- Raju, H., & Narasimhaiah, V. K. (2023). Insights on assessing image processing approaches towards health status of plant leaf using machine learning. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 12(2), 884–891. <https://doi.org/10.11591/ijai.v12.i2.p884-891>.
- Orchi, H., Sadik, M., Khaldoun, M., & Sabir, E. (2023). Automation of Crop Disease Detection through Conventional Machine Learning and Deep Transfer Learning Approaches. *Agriculture (Switzerland)*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/agriculture13020352>.
- Vishnoi, V. K., Kumar, K., Kumar, B., Mohan, S., & Khan, A. A. (2023). Detection of Apple Plant Diseases Using Leaf Images Through Convolutional Neural Network. *IEEE Access*, 11, 6594–6609. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3232917>.
- Madhavan, M. V., Thanh, D. N. H., Khamparia, A., Pande, S., Malik, R., & Gupta, D. (2021). Recognition and classification of pomegranate leaves diseases by image processing and machine learning techniques. *Computers, Materials and Continua*, 66(3), 2939–2955. <https://doi.org/10.32604/cmc.2021.012466>.
- Kethineni, K., & Pradeepini, G. (2023). Identification of Leaf Disease Using Machine Learning Algorithm for Improving the Agricultural System. *Journal of Advances in Information Technology*. <https://doi.org/10.12720/jait.14.1.122-129>.
- Iparraguirre-Villanueva, O. (n.d.). Jaringan Syaraf Konvolusional Identifikasi Penyakit pada Tanaman Pangan berdasarkan [www.ijacsa.thesai.org](http://www.ijacsa.thesai.org).
- Abuhayi, B. M., & Mossa, A. A. (2023). Coffee disease classification using Convolutional Neural Network based on feature concatenation. *Informatics in Medicine Unlocked*, 39.

- <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101245>.
- Citra Rani, K., & Deasy Rosita Dewi, A. (2019). MODUL PELATIHAN KANDUNGAN NUTRISI TANAMAN KELOR Disusun oleh.
- Firman Syahputra, A., Indra Prasetyo, B., & Elsa Shafira, A. (2023). Klasifikasi Tingkat Dehidrasi Berdasarkan Warna Urin Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 12(01).
- Setiawan, Y., & Basri, M. (2023). APLIKASI PENGENALAN BENTUK DAN SUARA HEWAN BERBASIS AUGMENTED REALITY. In *JURNAL SINTAKS LOGIKA* (Vol. 3, Issue 1). <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylog>6.
- Sidik, A. P., Amin, M., & Wilana, A. (n.d.). PERANCANGAN KLASIFIKASI KUALITAS BUAH JERUK BERDASARKAN WARNA.
- Ode, W., Aulia, N., Hidayat, W., & Baso, F. (n.d.). Analisis Dan Perancangan Desain Aplikasi Keamanan Data Berbasis Teks Menggunakan Algoritma RSA. <https://journal.diginus.id/index.php/dencoding>.
- Kumar, M., Gupta, S., Gao, X. Z., & Singh, A. (2019). Plant Species Recognition Using Morphological Features and Adaptive Boosting Methodology. *IEEE Access*, 7, 163912–163918. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2952176>.
- Peng, Y., & Wang, Y. (2019). Prediction of the chlorophyll content in pomegranate leaves based on digital image processing technology and stacked sparse autoencoder. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1720–1732.
- Adams, J., Qiu, Y., Xu, Y., & Schnable, J. C. (2020). Plant segmentation by supervised machine learning methods. *Plant Phenome Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.1002/ppj2.20001>.
- Andrews, S., Ramesh, K., Nandhakumar, T., Kamalraj, T., & Ragupathi, P. (2019). Plant variety and weed growth identification: Trending towards machine learning. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2), 6232–6237. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B3293.078219>.
- Sugumar, D., Harshavarthan, V., Kavisri, S., Aezhisai Vallavi, M. S., & Vanathi, P. T. (2019). Citrus classification and grading using machine learning algorithms. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 2616–2621. <https://doi.org/10.35940/ijtee.I9349.0881019>.
- Flor, J., Oraño, V., Maravillas, E. A., Jordan, C., & Aliac, G. (2020). Classification of Jackfruit Fruit Damage Using Color Texture Features and Backpropagation Neural Network. 10(5).
- Shabari Shedthi, B., Siddappa, M., & Shetty, S. (2019). Identification of plant leaf disease using machine learning techniques. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 6077–6081. <https://doi.org/10.35940/ijrte.C5621.098319>.
- [John, S., & Joseph, A. L. R. P. (2023). Preprocessing of leaf images using brightness preserving dynamic fuzzy histogram equalization technique. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 12(3), 1149–1157.
- Raju, H., & Narasimhaiah, V. K. (2023). Insights on assessing image processing approaches towards health status of plant leaf using machine learning. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 12(2), 884–891. <https://doi.org/10.11591/ijai.v12.i2.p884-891>