



ARTICLE

Penerapan Metode Support Vector Machine Terhadap Klasifikasi Jenis Jambu Biji

Application of the Support Vector Machine Method to the Classification of Guava Types

Ferry Putrawansyah* dan Tri Susanti

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Pagar Alam, Pagar Alam, Indonesia

*Penulis Korespondensi: feypu@pagaralam.ac.id

(Disubmit 23-07-31; Diterima 23-08-14; Dipublikasikan online pada 24-02-05)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem Klasifikasi Jenis Jambu Biji dengan Metode Support Vector Machine dengan Image Processing di Dinas Pertanian Kota Pagar Alam. Penelitian ini dilatar belakangi dengan proses pengklasifikasian jenis jambu biji masih dilakukan secara konvensional dan belum terkomputerisasi, yakni pengklasifikasian jambu biji masih berdasarkan pengamatan, warna dan bentuk dari jambu biji. Hal ini tentu saja membutuhkan waktu yang lama dan masih sering terjadi kesalahan, sehingga penelitian ini dapat membantu pengklasifikasian jambu biji menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) dengan cepat. Sistem yang dibangun menggunakan Software MATLAB, dalam metode pengembangan sistem dalam penelitian ini adalah metode SDLC (Software Development Life Cycle), dimana tahapan meliputi analisis, desain, pengkodean dan pengujian, untuk metode pengujian menggunakan Confusion Matrix yang dibagi menjadi 2 yaitu data training dan data testing. Hasil dari penelitian ini yakni sistem Klasifikasi Jenis Jambu Biji dengan metode Support Vector Machine dengan Image Processing dimana pada 80 data training, menghasilkan 56 data berhasil dikenali dan 24 data tidak berhasil dikenali, sehingga mendapat persentase sebesar 70%. Kemudian setelah dilakukan holdout validation dengan 20 data testin, menghasilkan 16 data berhasil dikenali dan 4 data tidak berhasil dikenali, sehingga mendapat persentase sebesar 80%. Akhirnya sistem yang menerapkan support vector machine terhadap klasifikasi jambu biji dengan image processing mendapat akurasi yang tinggi.

Kata kunci: Image Processing, Jambu Biji, Support Vector Machine

Abstract

This study aims to produce a system of Classification of Guava Types with the Support Vector Machine Method with Image Processing at the Agriculture Service Office of Pagar Alam City. The background of this research is that the process of classifying guava species is still carried out conventionally and has not been computerized, that is, the classification of guava is still based on experience, color and shape of guava. Of course this takes a long time and errors often occur, so this research can help classify guava using the Support Vector Machine (SVM) method quickly. The system built using MATLAB Software, the system development method in this study is the SDLC (Software Development Life Cycle) method, where the stages include analysis, design, coding and testing, for the testing method using the Confusion Matrix which is divided into 2, namely training data and data testing. The results of this study are the Guava Type Classification system using the Support Vector Machine method with Image Processing where in 80 training data, 56 data were successfully recognized and 24 data were not recognized, so that a percentage of 70% was obtained. Then after holding out validation with 20 test data,

16 data were successfully recognized and 4 data were not recognized, so that a percentage of 80% was obtained. Finally, a system that applies a support vector machine to the classification of guava with image processing gets high accuracy.

KeyWords: Image Processing, Guava, Support Vector Machine

1. Pendahuluan

Artificial Intelligence yaitu kecerdasan buatan telah mengalami perkembangan pesat. di Indonesia, teknologi AI dikembangkan sang seluruh perusahaan rintisan (*startup*) berbasis teknologi yang memperlihatkan kemudahan bagi rakyat dalam memenuhi kebutuhan hayati. AI yang sudah tumbuh bertahun-tahun lalu menghasilkan perubahan besar terhadap sektor industri. *Artificial intelligence* merupakan suatu kecerdasan buatan yang terintegrasi dengan sistem, secara umum teknisnya sistem AI akan secara otomatis dapat membaca gambar, suara maupun keinginan seseorang mengenai sesuatu. Kecerdasan buatan (AI) memungkinkan mesin untuk belajar dari pengalaman, menyesuaikan input-input baru dan melaksanakan tugas seperti manusia. Sebagian besar contoh AI yang bisa kita jumpai saat ini, mulai dari komputer yang bermain catur hingga mobil yang mengendarai sendiri yang sangat mengandalkan pembelajaran mendalam dan pemrosesan bahasa alamiah.

Seiring berkembangnya sistem kecerdasan buatan dalam berbagai bidang yakni salah satunya dalam bidang pertanian yang dapat mempermudah pihak instansi dalam melakukan pendataan, sehingga data yang diolah dapat menghasilkan sebuah informasi yang akurat. Salah satunya dalam pengolahan hasil pertanian dan perkebunan khususnya pada produksi jambu biji. Bidang tanaman buah ini merupakan salah satu komoditas penting yang menjadi dampak dari adanya perkembangan sistem dengan kecerdasan buatan, seperti sistem pengklasifikasian jambu biji dengan memanfaatkan pengolahan citra digital (*image processing*) menggunakan metode *support vector machine*.

Support Vector Machine (SVM) adalah salah satu algoritma pembelajaran mesin yang diperkenalkan oleh Vapnik, Boser dan Guyon serta dikembangkan oleh Boser pada tahun 1992. Permasalahan pada SVM adalah bagaimana memisahkan dua kelas dengan suatu fungsi yang diperoleh dari data *training* yang tersedia. Konsep klasifikasi dengan SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas data pada *input space* yang diperoleh dengan mengukur margin *hyperplane* dan mencari titik maksimalnya [1]. Pengenalan pola dalam istilah ilmu komputer terkhusus pada bidang pengolahan citra digital (*image processing*) merupakan teknik yang bertujuan untuk mengklasifikasikan citra digital yang telah diolah berdasarkan kesamaan atau kemiripan ciri yang dimilikinya. Citra digital merupakan suatu matriks yang terdiri dari baris dan kolom, di mana setiap pasangan indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra. Nilai matriksnya menyatakan nilai kecerahan titik tersebut. Titik-titik tersebut dinamakan elemen citra atau piksel (*picture element*) [2]. *Image processing* untuk digunakan dalam gambar dua dimensi oleh perangkat komputer digital. Menurut Gonzalez dan Woods, *image processing* atau pengolahan citra adalah proses pengambilan atribut-atribut sebuah gambar yang memiliki input dan outputnya.

Berdasarkan studi pendahuluan melalui wawancara, observasi dan dokumentasi pada Dinas Pertanian Kota Pagar Alam, saat ini pengklasifikasian jambu biji dilakukan berdasarkan pengalaman dan secara manual yaitu dengan cara di pilih secara langsung tanpa menggunakan sistem/alat untuk menentukan jenis jambu biji tersebut. Yakni dengan cara ditentukan berdasarkan warna, bentuk, dan besar atau kecilnya jambu biji untuk diklasifikasikan. Sehingga dalam hal tersebut memerlukan waktu yang lama sehingga banyak waktu yang terbuang dan tidak efektif. Dalam hal tersebut Dinas Pertanian kota Pagar Alam memerlukan suatu sistem untuk menentukan jenis jambu biji secara terkomputerisasi yang diharapkan dapat menjadi sistem penunjang kinerja supaya mempermudah masyarakat dan pihak Dinas Pertanian Kota Pagar Alam. Sistem klasifikasi jenis jambu biji adalah salah satu sistem yang dapat dijadikan sistem/alat untuk mempermudah pekerjaan dalam menentukan jenis jambu biji sesuai dengan karekteristik yang diberikan sehingga dalam melakukan pengklasifikasian dan pengecekan tentang jenis jambu biji yang menjadi lebih efisien dan efektif. Dari banyaknya inovasi yang bisa dibuat dengan memanfaatkan jenis jambu biji ini bisa menjadikan peluang usaha baru bagi para petani yang memanfaatkan lahan yang ada menjadikan tanaman jambu biji ini menjadi tanaman yang dibudidayakan untuk meningkatkan produktivitas para

petani di bidang pengolahan jambu biji. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana Menerapkan Metode *Support Vector Machine* Terhadap Klasifikasi Jenis Jambu Biji dengan *Image Processing*?. Kemudian Pokok permasalahan hanya membahas mengenai 2 jenis jambu biji, yakni : Jambu Biji Putih dan Jambu Biji Merah, Metode yang digunakan adalah *Support Vector Machine* Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan sistem adalah aplikasi Matlab. Pengujian menggunakan *Confusion Matrix* sehingga hasil penelitian ini menghasilkan sistem yang menerapkan Metode *Support Vector Machine* Terhadap Klasifikasi Jenis Jambu Biji dengan *Image Processing*.

2. Metode

2.1 Support Vector Machine

Support vector machine (SVM) merupakan metode klasifikasi yang diperkenalkan pertama kali oleh Vapnik pada tahun 1992. Pada dasarnya, metode ini bekerja dengan cara mendefinisikan batas antara dua kelas dengan jarak maksimal dari data yang terdekat. Untuk mendapatkan batas maksimal antar kelas maka harus dibentuk sebuah *hyperplane* (garis pemisah) terbaik pada *input space* yang diperoleh dengan mengukur margin *hyperplane* dan mencari titik maksimalnya. Margin merupakan jarak antara *hyperplane* dengan titik terdekat dari masing-masing kelas. Titik terdekat inilah yang disebut sebagai *support vector machine* (SVM). *Support vector machine* (SVM) dapat melakukan klasifikasi data yang terpisah secara linier (*linearlyseparable*) dan non-linier (*nonlinear separable*).

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas pada *input space*. *Pattern* yang merupakan anggota dari dua buah kelas : +1 dan -1 dan berbagi alternatif garis pemisah (*discrimination boundaries*). Margin adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan *pattern* terdekat dari masing-masing kelas. *Pattern* yang paling dekat ini disebut sebagai *support vector*. Usaha untuk mencari lokasi *hyperplane* ini merupakan inti dari proses pembelajaran pada SVM.

Data yang tersedia dinotasikan sebagai $i \in \mathcal{R}^d$ sedangkan label masing-masing dinotasikan $y_i \in \{-1, +1\}$ untuk $i = 1, 2, \dots, l$, yang mana l adalah banyaknya data. Diasumsikan kedua kelas -1 dan +1 dapat terpisah secara sempurna oleh *hyperplane* berdimensi d , yang didefinisikan pada persamaan (1):

$$\vec{W}_i \cdot \vec{X}_i + b = 0 \tag{1}$$

Pattern i yang termasuk kelas -1 (sampel negatif) dapat dirumuskan sebagai *pattern* yang memenuhi pertidaksamaan pada persamaan (2):

$$\vec{W}_i \cdot \vec{X}_i + b \leq -1 \tag{2}$$

Sedangkan *pattern* \vec{X}_i yang termasuk kelas +1 (sampel positif) memenuhi pertidaksamaan pada persamaan (3):

$$\vec{W}_i \cdot \vec{X}_i + b \geq +1 \tag{3}$$

Margin terbesar dapat ditemukan dengan memaksimalkan nilai jarak antara *hyperplane* dan titik terdekatnya, yaitu $1/\|\vec{W}_i\|$. Hal ini dapat dirumuskan sebagai *Quadratic Programming (QP) Problem*, yaitu mencari titik minimal persamaan dengan memperhatikan *constraint* persamaan, seperti terlihat pada persamaan (4).

$$\begin{aligned} \min \tau(w) &= \frac{1}{2} \|\vec{W}_i\|^2 \\ y_i(x_i \cdot w + b) - 1 &\geq 0, \forall_i \end{aligned} \tag{4}$$

Problem ini dapat dipecahkan dengan berbagai teknik komputasi, diantaranya dengan *Lagrange Multiplier* dengan persamaan pada persamaa (5).

$$L(w, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|\vec{W}_i\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i (y_i((x_i \cdot w + b) - 1)) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, l) \tag{5}$$

α_i adalah *Lagrange Multiplier*, yang bernilai nol atau positif ($\alpha_i \leq 0$). Nilai optimal dari persamaan dapat dihitung dengan meminimalkan L terhadap \vec{W}_i dan b , dan memaksimalkan L terhadap α_i . Dengan

memperhatikan sifat bahwa pada titik optimal gradient $L = 0$, persamaan dapat dimodifikasi sebagai maksimisasi problem yang hanya mengandung α_i , sebagaimana persamaan (6) berikut.

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i x_i - \sum_{i,j=1}^l \alpha_i \alpha_j y_i y_j x_i x_j \tag{6}$$

Dengan *Constraint* :

$$\alpha_i \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots, l) \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i \tag{7}$$

Dari perhitungan ini diperoleh α_i yang kebanyakan bernilai positif. Data yang berkorelasi dengan α_i yang positif inilah yang disebut *support vector* [1].

2.2 Confusion Matrix

Dalam proses pengujian ini adalah peneliti menggunakan *confusion matrix* yang dibagi menjadi dua yaitu data latih dan data uji. *Confusion matrix* adalah pengukuran performa untuk masalah klasifikasi *machine learning* di mana keluaran dapat berupa dua kelas atau lebih. *Confusion matrix* berupa tabel yang menyatakan klasifikasi jumlah data uji yang benar dan jumlah data uji yang salah. Tabel 1 berikut adalah perhitungan *confusion matrix* :

Tabel 1. *Confusion Matrix*

	Kelas prediksi	
	Positive	Negative
Kelas Sebenarnya	True	TP FN
	False	FP TN

Keterangan:

- TP (*True Positive*) = jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 1
- TN (*True Negative*) = jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0
- FP (*False Positive*) = jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1
- FN (*False Negative*) = jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0

Rumus *confusion matrix* untuk menghitung *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F-1 Score*(terlihat pada persamaan (8), (9),(10) dan (11)). Nilai akurasi merupakan perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan data. *Accuracy* menggambarkan seberapa akurat model dalam mengklasifikasikan dengan benar.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \tag{8}$$

Precision menggambarkan akurasi antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang telah diberikan oleh model.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \tag{9}$$

Recall atau *sensitivity* menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \tag{10}$$

F-1 Score menggambarkan perbandingan rata-rata *precision* dan *recall* yang dibobotkan. *Accuracy* tepat kita gunakan sebagai acuan performansi algoritma jika dataset memiliki jumlah data *False Negative* dan *False Positive* yang sangat mendekati. Namun, jika jumlahnya tidak mendekati, maka sebaiknya menggunakan *F-1* sebagai acuan.

$$F - 1 \text{ Score} = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \tag{11}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari penelitian telah didapatkan hasil yaitu bagaimana membangun sistem menerapkan metode *Support Vector Machine* Terhadap Klasifikasi Jenis Jambu Biji dengan *Image Processing*. Pengujian yang dilakukan pada sistem ini adalah pengujian *confusion matrix*. Pada penelitian ini penulis mempunyai data sejumlah 100 data jambu biji, 80 data digunakan sebagai data *training*, dan 20 sebagai data testing. Dari 80 data yang digunakan, masing-masing jenis Jambu Biji terwakili dengan 40 banyaknya jambu biji dalam 1 jenis. Penelitian kali ini akan menggunakan model *training* yang biasa digunakan pada banyak penelitian terkait klasifikasi ataupun identifikasi. Dalam model ini akan diuji dengan berbagai jumlah *hidden layer* dan jumlah *neuron* yang terkandung dalam layer tersebut untuk mendapatkan akurasi terbaik. Dan model ini pula akan digunakan dalam pengujian data tunggal untuk menunjukkan hasil dari klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini. Pemrograman sistem prediksi merupakan salah satu perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam bidang riset ilmu pengetahuan dan teknologi. Pada Penelitian ini *Software* yang digunakan yakni MATLAB, Adobe Photoshop. Pembuatan sistem prediksi jenis Jambu Biji ini dibuat dengan menggunakan metode *Support Vector Machine*. dilakukan Berdasarkan tahap pengembangan sistem metode waterfall yaitu analisis, desain, pembuatan kode program, pengujian dan pendukung (*support*) atau pemeliharaan (*maintenance*). Proses pengujian dilakukan untuk mengukur kevalidan sistem dengan pengujian *confusion matrix*.

3.1 Implementasi Sistem

Pada bagian ini memperlihatkan tampilan yang digunakan pada program dan cara menjalankannya, kemudian pembahasan mengenai fungsi-fungsi yang digunakan dan metode yang diterapkan.

3.1.1 Data Jambu Biji

Data Jambu Biji yang digunakan penulis pada penelitian ini yakni terdiri dari 2 jenis, jenis-jenis Jambu Biji tersebut ialah Jambu Biji Putih dan Jambu Biji Merah. Jambu Biji Merah umumnya berbentuk bulat dan oval, tanaman ini memiliki batang silindris yang tumbuh tegak, permukaan batang licin, bercabang dan berwarna coklat kehijauan. Daun jambu biji merupakan daun tunggal berbentuk oval dan berujung tumpul serta membulat di bagian pangkal.



Gambar 1. Data Jambu Biji Merah

Jambu Biji Putih berbentuk bulat, bulat agak lonjong, lonjong, dan daging buah berwarna putih ada yang merah tergantung pada varietasnya. Buah memiliki kulit tipis dan permukaannya halus sampai kasar. Buah yang telah masak dagingnya lunak, sedangkan yang belum masak dagingnya agak keras dan renyah.



Gambar 2. Data Jambu Biji Putih

3.1.2 Resizing Image Jambu Biji

Tahap selanjutnya yakni *resizing* semua ukuran gambar jambu biji. *Resizing* dilakukan untuk menyamakan semua ukuran gambar jambu biji, sehingga nantinya data jambu biji mempunyai ukuran yang sama secara merata. Ukuran *image* jambu biji yang digunakan ialah 130x130 *pixel*, 130 sebagai panjang dan lebar dari gambar yang di *resizing*. Tahap *resizing* dilakukan pada *software* Adobe Photoshop Cs3 dengan cara menginput satu per satu hasil foto jambu biji dari kamera *smartphone* ke dalam *software* Adobe Photoshop Cs3 dan diubah ukuran *pixel* gambar sesuai dengan yang telah ditentukan.

3.1.3 Grayscale Image Jambu Biji

Tahap selanjutnya yakni *grayscale image* jambu biji untuk melihat komposisi bentuk dari jambu biji yang menyerupai keasliannya. *Grayscale* adalah warna-warna *pixel* yang berada dalam rentang gradasi warna hitam dan putih. Mengkonversi citra asli menjadi *grayscale* yakni dengan perintah variable inputan “img_ - gray” dan menggunakan *Function File* “*rgb2gray*” program yang berisi formula matematika yang dapat memproses *input* data untuk menghasilkan *output* sebagai citra *grayscale*.

Untuk ekstraksi ciri nilai 2 neuron tersebut menggunakan *image* yang telah di konversi dari citra asli ke *grayscale*. Sehingga mendapat hasil berikut.

(a)

	1	2	3	4
1	0.9368	0.3828		
2	0.9732	0.5616		
3	0.9515	0.4907		
4	0.8956	0.3890		
5	0.9520	0.5220		
6	0.9641	0.3886		
7	0.9340	0.4546		
8	0.9348	0.4548		
9	0.9549	0.4800		
10	0.9266	0.3047		
11	0.9673	0.5450		
12	0.9404	0.4208		
13	0.9353	0.4263		
14	0.9509	0.4624		
15	0.9506	0.4497		
16	0.9418	0.4458		
17	0.9608	0.4265		
18	0.9557	0.5109		
19	0.9383	0.4016		
20	0.9724	0.4725		

(b)

	1	2	3	4
1	0.9340	0.4546		
2	0.9732	0.5616		
3	0.9515	0.4907		
4	0.9348	0.4548		
5	0.9520	0.5220		
6	0.9676	0.4081		
7	0.9712	0.2471		
8	0.9672	0.2924		
9	0.9468	0.3011		
10	0.9716	0.4019		
11	0.9686	0.3375		
12	0.9651	0.3030		
13	0.9755	0.3034		
14	0.9129	0.2463		
15	0.9622	0.2870		
16	0.9726	0.2509		
17	0.9225	0.2339		
18	0.9461	0.4430		
19	0.9766	0.3016		
20	0.9610	0.2562		

Gambar 3. (a) Ekstraksi Data Latih, (b) Ekstraksi Data Uji

Keterangan :

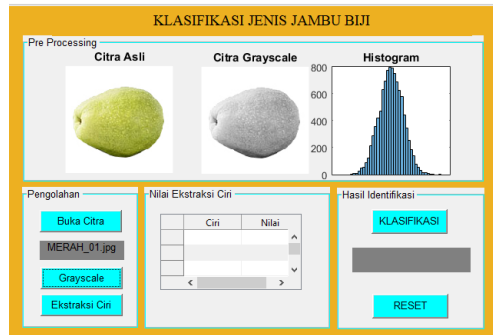
1. Energi merupakan besaran nilai *pixel* pada gambar.
2. *Correlation* merupakan nilai yang menunjukkan kekuatan dan arah hubungan linier.

3.1.4 Klasifikasi dengan Support Vector Machine (SVM)

Tahap selanjutnya yakni tahap klasifikasi terhadap jenis jambu biji untuk mengetahui kelas keluarannya. Tahapan klasifikasi dilakukan dengan menggunakan model SVM pada Matlab.

3.1.5 Proses Pengujian Data *Training*

Proses Pengujian Terhadap Data *Training* dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi pada program yang telah dibuat dengan data yang sudah ada. Tabel 2 berikut ini merupakan hasil uji data tersebut melalui aplikasi yang telah dibangun melalui aplikasi matlab.



Gambar 4. Proses Klasifikasi Jambu Biji dengan Apps Matlab

Proses pengujian data *training* dilakukan menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan data sebanyak 80 gambar dari 2 jenis jambu biji merah dan putih. Dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Tabel Pengujian Data Latih

No.	Gambar Asli	Hasil Pengenalan	Status
1	MERAH_01	'Jambu Biji Merah'	Benar
2	MERAH_02	'Jambu Biji Merah'	Benar
3	MERAH_03	'Jambu Biji Merah'	Benar
4	MERAH_04	'Jambu Biji Merah'	Benar
5	MERAH_05	'Jambu Biji Merah'	Benar
6	MERAH_06	'Jambu Biji Merah'	Benar
7	MERAH_07	'Jambu Biji Merah'	Benar
8	MERAH_08	'Jambu Biji Merah'	Benar
9	MERAH_09	'Jambu Biji Merah'	Benar
10	MERAH_10	'Jambu Biji Merah'	Benar
11	MERAH_11	'Jambu Biji Merah'	Benar
12	MERAH_12	'Jambu Biji Merah'	Benar
13	MERAH_13	'Jambu Biji Merah'	Benar
14	MERAH_14	'Jambu Biji Merah'	Benar
15	MERAH_15	'Jambu Biji Merah'	Benar
16	MERAH_16	'Jambu Biji Merah'	Benar
17	MERAH_17	'Jambu Biji Merah'	Benar
18	MERAH_18	'Jambu Biji Merah'	Benar
19	MERAH_19	'Jambu Biji Merah'	Benar
20	MERAH_20	'Jambu Biji Merah'	Benar
21	MERAH_21	'Jambu Biji Merah'	Benar
22	MERAH_22	'Jambu Biji Merah'	Benar
23	MERAH_23	'Jambu Biji Merah'	Benar
24	MERAH_24	'Jambu Biji Merah'	Benar
25	MERAH_25	'Jambu Biji Putih'	Salah
26	MERAH_26	'Jambu Biji Merah'	Benar
27	MERAH_27	'Jambu Biji Putih'	Salah
28	MERAH_28	'Jambu Biji Putih'	Salah
29	MERAH_29	'Jambu Biji Merah'	Benar
30	MERAH_30	'Jambu Biji Merah'	Benar
31	MERAH_31	'Jambu Biji Merah'	Benar
32	MERAH_32	'Jambu Biji Putih'	Salah
33	MERAH_33	'Jambu Biji Putih'	Salah
34	MERAH_34	'Jambu Biji Merah'	Benar
35	MERAH_35	'Jambu Biji Merah'	Benar
36	MERAH_36	'Jambu Biji Putih'	Salah
37	MERAH_37	'Jambu Biji Putih'	Salah
38	MERAH_38	'Jambu Biji Merah'	Benar

No.	Gambar Asli	Hasil Pengenalan	Status
39	MERAH_39	'Jambu Biji Putih'	Salah
40	MERAH_40	'Jambu Biji Merah'	Benar
41	PUTIH_01	'Jambu Biji Merah'	Salah
42	PUTIH_02	'Jambu Biji Putih'	Benar
43	PUTIH_03	'Jambu Biji Putih'	Benar
44	PUTIH_04	'Jambu Biji Putih'	Benar
45	PUTIH_05	'Jambu Biji Merah'	Salah
46	PUTIH_06	'Jambu Biji Merah'	Salah
47	PUTIH_07	'Jambu Biji Putih'	Benar
48	PUTIH_08	'Jambu Biji Merah'	Salah
49	PUTIH_09	'Jambu Biji Putih'	Benar
50	PUTIH_10	'Jambu Biji Putih'	Benar
51	PUTIH_11	'Jambu Biji Putih'	Benar
52	PUTIH_12	'Jambu Biji Putih'	Benar
53	PUTIH_13	'Jambu Biji Merah'	Salah
54	PUTIH_14	'Jambu Biji Putih'	Benar
55	PUTIH_15	'Jambu Biji Putih'	Benar
56	PUTIH_16	'Jambu Biji Putih'	Benar
57	PUTIH_17	'Jambu Biji Putih'	Benar
58	PUTIH_18	'Jambu Biji Putih'	Benar
59	PUTIH_19	'Jambu Biji Putih'	Benar
60	PUTIH_20	'Jambu Biji Putih'	Benar
61	PUTIH_21	'Jambu Biji Putih'	Benar
62	PUTIH_22	'Jambu Biji Putih'	Benar
63	PUTIH_23	'Jambu Biji Merah'	Salah
64	PUTIH_24	'Jambu Biji Putih'	Benar
65	PUTIH_25	'Jambu Biji Putih'	Benar
66	PUTIH_26	'Jambu Biji Putih'	Benar
67	PUTIH_27	'Jambu Biji Putih'	Benar
68	PUTIH_28	'Jambu Biji Putih'	Benar
69	PUTIH_29	'Jambu Biji Putih'	Benar
70	PUTIH_30	'Jambu Biji Putih'	Benar
71	PUTIH_31	'Jambu Biji Putih'	Benar
72	PUTIH_32	'Jambu Biji Putih'	Benar
73	PUTIH_33	'Jambu Biji Putih'	Benar
74	PUTIH_34	'Jambu Biji Putih'	Benar
75	PUTIH_35	'Jambu Biji Putih'	Benar
76	PUTIH_36	'Jambu Biji Putih'	Benar
77	PUTIH_37	'Jambu Biji Putih'	Benar
78	PUTIH_38	'Jambu Biji Putih'	Benar
79	PUTIH_39	'Jambu Biji Putih'	Benar
80	PUTIH_40	'Jambu Biji Merah'	Salah

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa dari 80 gambar, 65 gambar benar diklasifikasikan, dan 15 gambar salah. Program klasifikasi ini bisa dikatakan baik jika dilihat dari pengujian di atas.

Evaluasi Model Performa Menggunakan *Confusion Matrix*

Confusion matrix adalah pengukuran performa untuk masalah klasifikasi *machine learning* di mana keluaran dapat berupa dua kelas atau lebih. *Confusion matrix* berupa tabel (seperti terlihat pada Tabel3) yang menyatakan klasifikasi jumlah data uji yang benar dan jumlah data uji yang salah.

Tabel 3. Tabel Evaluasi Model *Confusion Matrix*

Confusion Matrix		Kelas Hasil Prediksi	
		Positive	Negative
Kelas Sebenarnya	True	TP=56	FN=0
	False	FP=24	TN=0

Keterangan :

- TP (True Positive) = Jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 1
- TN (True Negative) = Jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0
- FP (False Positive) = Jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1
- FN (False Negative) = Jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0

Rumus *confusion matrix* untuk menghitung *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F-1 Score*. Nilai akurasi merupakan perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan data. *Accuracy* menggambarkan seberapa akurat model dalam mengklasifikasikan dengan benar.

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\
 &= \frac{65 + 0}{65 + 0 + 0 + 15} \times 100\% \\
 &= \frac{65}{80} \times 100\% \\
 &= 81,25\%
 \end{aligned}$$

Precision menggambarkan akurasi antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang telah diberikan oleh model.

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \\
 &= \frac{65}{65 + 24} \times 100\% \\
 &= 81,25\%
 \end{aligned}$$

Recall atau *sensitivity* menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi.

$$\begin{aligned}
 Recall &= \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \\
 &= \frac{65}{65 + 0} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

F-1 Score menggambarkan perbandingan rata-rata *precision* dan *recall* yang dibobotkan. *Accuracy* tepat kita gunakan sebagai acuan performansi algoritma jika dataset memiliki jumlah data *False Negative* dan *False Possitive* yang sangat mendekati (*symmetric*). Namun, jika jumlahnya tidak mendekati, maka sebaiknya menggunakan *F1-Score* Sebagai acuan.

$$\begin{aligned}
 F - 1 \text{ Score} &= \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \\
 &= \frac{2 \times 1 \times 0,81}{1 + 0,81} \\
 &= \frac{1,62}{1,81} \\
 &= 0,89 \times 100\% \\
 &= 89\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil evaluasi model *confusion matrix* di atas, diketahui akurasi yakni sebesar 81,25 %, pada *Precision* 81,25 %, Pada *Recall* 100% dan pada *F-1 Score* mendapat hasil sebesar 89 % dengan pengujian dari 80 data *training* jenis jambu biji.

3.1.6 Pengujian Terhadap Data Testing

Setelah dilakukan pelatihan pada program dengan data yang sudah ada, maka langkah selanjutnya yakni melakukan pengujian terhadap data uji. Proses pengujian dilakukan menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan akurasi tertinggi sebelumnya.

Data yang diujikan sebanyak 20 data testing gambar jenis jambu biji. Tabel 4 berikut ini merupakan hasil uji data tersebut.

Tabel 4. Tabel Pengujian Data Uji

No.	Gambar Asli	Hasil Pengenalan	Status
1	MERAH_41	Jambu Biji Merah	Benar
2	MERAH_42	Jambu Biji Merah	Benar
3	MERAH_43	Jambu Biji Merah	Benar
4	MERAH_44	Jambu Biji Merah	Benar
5	MERAH_45	Jambu Biji Merah	Benar
6	MERAH_46	Jambu Biji Merah	Benar
7	MERAH_47	Jambu Biji Putih	Salah
8	MERAH_48	Jambu Biji Putih	Salah
9	MERAH_49	Jambu Biji Putih	Salah
10	MERAH_50	Jambu Biji Merah	Benar
11	PUTIH_41	Jambu Biji Putih	Benar
12	PUTIH_42	Jambu Biji Putih	Benar
13	PUTIH_43	Jambu Biji Putih	Benar
14	PUTIH_44	Jambu Biji Putih	Benar
15	PUTIH_45	Jambu Biji Putih	Benar
16	PUTIH_46	Jambu Biji Putih	Benar
17	PUTIH_47	Jambu Biji Putih	Benar
18	PUTIH_48	Jambu Biji Merah	Salah
19	PUTIH_49	Jambu Biji Putih	Benar
20	PUTIH_50	Jambu Biji Putih	Benar

Dari Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa dari 20 data testing, menghasilkan 16 data berhasil diklasifikasikan dengan benar, dan 4 data yang tidak berhasil diklasifikasikan. Program klasifikasi ini bisa dikatakan baik jika dilihat dari pengujian di atas.

Evaluasi Model Performa Menggunakan *Confusion Matrix*

Tabel 5. Tabel Evaluasi Model *Confusion Matrix*

Confusion Matrix	Kelas Hasil Prediksi		
	Positive	Negative	
Kelas Sebenarnya	True	TP=16	TN=0
	False	FP=4	FN=0

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\
 &= \frac{16 + 0}{16 + 0 + 0 + 4} \times 100\% \\
 &= \frac{16}{20} \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \\
 &= \frac{16}{16 + 4} \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Recall} &= \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{18}{18 + 0} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F - 1 \text{ Score} &= \frac{2 \times \text{Recall} \times \text{Precision}}{\text{Recall} + \text{Precision}} \\ &= \frac{2 \times 1 \times 0,8}{1 + 0,8} \\ &= \frac{1,6}{1,8} \\ &= 0,88 \times 100\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

Dari hasil evaluasi model *confusion matrix* di atas, diketahui akurasi yakni sebesar 80 %, pada Precision 80 %, Pada Recall 100 % dan pada F-1 Score mendapat hasil sebesar 88 % dengan pengujian dari 20 data testing.

4. Simpulan

Dari analisa dan pembahasan yang dilakukan Peneliti pada bab-bab sebelumnya, Peneliti menarik kesimpulan bahwa: Sistem klasifikasi ini dapat membantu pengguna (user) untuk mempermudah dalam pengklasifikasian informasi tentang jenis jambu biji dengan algoritma Support Vector Machine, Sistem klasifikasi ini juga dapat dijadikan sebagai media penerapan intelegensi seorang ahli atau pakar dalam menentukan klasifikasi jenis jambu biji dengan algoritma Support Vector Machine.

Dalam hasil program klasifikasi jambu biji dengan algoritma Support Vector Machine yang dicocokkan pada perhitungan manual didapat hasil untuk akurasi data training sebesar 70% terhadap 80 data training. Kemudian setelah dilakukan proses pengolahan pada interface kemudian didapat akurasi data testing sebesar 80% terhadap 20 data testing.

Model jaringan syaraf tiruan yang dihasilkan sudah mampu mengenali jenis jambu biji dengan sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji data yang datanya tidak tergabung dalam proses training mampu mengenali 16 yang bernilai benar dan 4 yang bernilai salah.

Ucapan Terima kasih

Ucapkan terima kasih kepada mereka yang berperan aktif dalam penelitian ini yakni Fadilah Sandy Maulani, Kepala P3M Institut Teknologi Pagar Alam dan Juga Rektor Institut Teknologi Pagar Alam

Pustaka

- [1] A. H. Hasibuan, T. Zebua And K. R. Hondro, "Penerapan Metode Sobel Edge Detection Dan Image Processing Untuk Mengetahui Diameter Apel Fuji Menggunakan Aplikasi Matlab," Jurikom (Jurnal Riset Komputer), Pp. 450-454, 2020.
- [2] A. Sadli, "Simulasi Pengenalan Karakter Menggunakan Neural Network," Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi, P. 90, 2018.
- [3] F. Annisa , S. Susanti And T. Gultom, "Karakterisasi Tanaman Jambu Biji Di Desa Namoriam Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara," Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya, P. 8, 2018.
- [4] K. Malik, "Klasifikasi Jenis Jambu Biji Berdasarkan Tekstur Daun Menggunakan Convolutional Neural Networks (Cnn)," Njca, P. 27, 2021.

- [5] S. R. Husna, "Penerapan Learning Vector Quantization (Lvq) Untuk Klasifikasi Daun Mangga Menggunakan Modified Direction Feature (Mdf)," Skripsi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, P. Ii 21, 2019.
- [6] L. Khalid, J. And Y. Widiastiwi, "Implementasi Learning Vector Quantization (Lvq) Untuk Model Identifikasi Mangga Matang Alami," Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer Dan Aplikasinya (Se-namika), Pp. 607-608, 2020.
- [7] Irhami, C. Anwar And M. Kemalawaty, "Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Dengan Mengkaji Jenis Varietas Dan Suhu Pengeringan," Jurnal Teknologi Pertanian, Pp. 33-44, 20
- [8] F. P. F. R. R. M. Alfis Arif, "Penerapan Neural Network Menggunakan Metode Learning Quantization Untuk Klasifikasi Ubi Jalar," Jusikom : Jurnal Sistem Komputer Musirawas, Vol. 7 No.2 Tahun 2023, Pp. 156-167, 2023.
- [9] N. C. Dewi, F. Putrawansyah, and D. Puspita, "Implementasi Algoritma FP-Growth Pada E-Commerce Kopi Pagar Alam Menggunakan Framework Codeigniter," Indones. J. Comput. Sci., vol. 10, no. 2, 2021.
- [10] N. C. D. Ferry Putrawansyah, "Implementasi Algoritma K-Means dengan menggunakan Metode Profile Matching Pada Alumni STT Pagar Alam," Jurnal Ilmiah Binary, vol. 3 No 2, 2021