

Penerapan Metode Segmentasi Gabor Filter dan Algoritma Support Vector Machine untuk Pendeteksian Penyakit Daun Tomat

Muhamad Habibullah*, Hisyam Fahmi, Erna Herawati

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Indonesia

muhamadhabibullah98@gmail.com*, hisyam.fahmi@uin-malang.ac.id, faridatul_mahya@uin-malang.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pemrosesan sebuah formulasi yang dapat kita berikan pada daun tomat yang terkena penyakit. *Gabor Filter* merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi tekstur menggunakan parameter frekuensi dan orientasi. Algoritma Support Vector Machine (SVM) merupakan algoritma untuk pengklasifikasian dari penyakit daun tomat. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengetahui keakuratan dari segmentasi Gabor Filter dan Algoritma Support Vector Machine untuk mendeteksi penyakit daun tomat. Penginputan akan melalui *preprocessing* RGB ke Greyscale sebelum diproses menggunakan *Gabor Filter*. Proses Gabor Filter ini mensegmentasi gambar untuk menghasilkan nilai *magnitude*. Hasil dari nilai *magnitude* citra disini akan terlihat dan akan masuk ke tahap proses klasifikasi menggunakan SVM, algoritma SVM bertujuan untuk mencari *hyperlane* terbaik pada daun tomat yang telah disegmentasi untuk memisahkan kelas pada input space. Penerapan metode SVM dengan klasifikasi *class* daun tomat dengan menghitung nilai *energy* dan *entropy* hasil ekstrasi, dengan dibantu 12 fitur yakni: *CiriR*, *Ciri G*, *CiriB*, *Standart DeviasiR*, *Standart DeviasiG*, *Standart DeviasiB*, *SkewnessR*, *SkewnessG*, *SkewnessB*, *Mean*, *Energy*, *Entropy* hal ini digunakan untuk proses klasifikasi yang lebih sederhana dengan tingkat akurasi tinggi. Proses klasifikasi penyakit daun tomat dengan data uji sebanyak 600 citra berhasil mendapatkan nilai akurasi sebesar 74,1667%. Guna mempermudah kinerja petani dalam memprediksi penyakit daun tomat.

Kata kunci: frekuensi; orientasi; gabor filte; greyscale; RGB; SVM.

Abstract

This research discusses about processing a formulation that we can give to diseased tomato leaves. Gabor Filter is a method used to detect textures using frequency and orientation parameters. The Support Vector Machine (SVM) algorithm is an algorithm that can be used classifying tomato leaf diseases. The purpose of this research is to determine the accuracy of the Gabor Filter segmentation and the Support Vector Machine Algorithm for detecting tomato leaf disease to facilitate farmers in analyzing diseases on tomato leaves. The input will go through pre-processing of RGB pixels to Greyscale ones before being processed using Gabor Filter. This Gabor Filter process segments the image to produce a magnitude value. The results of the image magnitude values here will be seen and will enter the classification process using SVM. The SVM algorithm aims to find the best hyperlane on tomato leaves that have been segmented to separate classes in the input space. The application of the SVM method with class classification of tomato leaves by calculating the energy value and entropy of the extraction results, assisted by 12 features, namely: *CiriR*, *Feature G*, *FeatureB*, *Standard DeviationR*, *Standard DeviationG*, *Standard DeviationB*, *SkewnessR*, *SkewnessG*, *SkewnessB*, *Mean*, *Energy*, *Entropy* are used to the simplity classification process with a high degree of accuracy. The process of classification of tomato leaf disease with test data of 600 images managed to get an accuracy value of 74.1667%. In order to facilitate the performance of farmers in predicting tomato leaf disease.

Keywords: frequency; orientation; greyscale; machine learning; RGB; SVM.

PENDAHULUAN

Salah satu tanaman hortikultura yang ada di Indonesia yaitu tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*). Tomat salah satu buah yang permintaannya terus meningkat dari waktu ke waktu di Indonesia banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, dan [1]. Produk tomat terkena

banyak kondisi yang menyebabkan kerugian besar dan menurunnya kualitas tomat. Penyakit daun busuk (hawar daun) atau dapat disebut dengan *late blight* merupakan salah satu penyakit utama yang menyerang tomat. Penyakit *early blight* (bercak kering) juga merupakan penyakit lain yang dapat menyerang tomat secara umum. Sehingga perlu dilakukan identifikasi pada daun tomat untuk dapat mengetahui kondisi yang menyerang tanaman tomat [2].

Kondisi tomat bisa dikaitkan menggunakan cara yang penuh rona terkait menggunakan pabrik tomat itu sendiri, misalnya yang ditunjukkan pada penelitian [3]. Dilihat berdasarkan bentuk dan tekstur daunnya, dia menulis bahwa penyakit tomat merupakan titik yang paling sempurna buat dipakai pada klasifikasi daun. Meski demikian, disparitas bentuk daun tomat belum begitu terdeteksi sang manusia, terutama petani biasa. Dengan demikian, contoh ini bisa membantu menggambarkan keluhan belat tomat yang berdasarkan dalam *support vector machine* [4] dan metode *gabor filter* memakai pelaksanaan Matlab [5]. Selanjutnya, *output* dari eksplorasi tadi bisa dikembangkan lagi ke dalam bentuk pelaksanaan lainnya, misalnya web atau bentuk lainnya, yang prinsipnya gampang dipakai sang pengguna, termasuk jua petani yang awam.

Mengidentifikasi jenis-jenis penyakit yang menyerang tanaman tomat yang aplikatif bagi petani saat ini sehingga pengendalian penyakit dapat dikelola dengan akurat, cepat dan tepat. Identifikasi ini diharapkan dapat memudahkan petani untuk mengendalikan penyebaran penyakit tanaman tomat dengan maksud dan tujuan membudidayakan tanaman tomat tercapai. Ada banyak cara yang bisa dilakukan petani, tetapi membedakan penyakit daun seperti jamur, bercak daun, dan penyakit busuk daun bisa menjadi kesalahan, karena hanya menggunakan cara manual atau terlihat. Akibatnya, petani menggunakan obat-obatan yang tidak tepat sehingga dapat menjadikan faktor menurunnya hasil panen petani tersebut.

Metode - Metode yang terdapat saat ini dan dapat digunakan untuk membuat pengklasifikasi *Machine Learning* sangat banyak. Metode tersebut dapat digunakan dengan memeriksa klasifikasi jenis penyakit menggunakan SVM [6], *Naive Bayes*, ANN, *Decision Trees*, dan *Random Forests*. Metode tersebut memiliki kekuatan dan kelemahannya masing-masing. Sehingga, penulis memutuskan untuk menggunakan metode SVM. Beberapa objek dan data yang dipakai mempunyai keragaman yang sangat kompleks yang menghipnotis kinerja suatu sistem. Oleh lantaran itu, diharapkan sistem titik lahir buat memperoleh liputan atau karakteristik pembeda yang membedakan satu objek menggunakan objek lainnya [7].

Kajian terkait menggunakan judul pengklasifikasian daun mangga, salam, dan sawo memakai metode *naive bayes* menyatakan bahwa sistem *naive bayes* relatif seksama buat diterapkan dalam masalah pembagian terstruktur mengenai ini menggunakan taraf akurasi sebanyak 86,68% [8]. Pada penelitian ini citra terlebih dahulu dimasukkan dalam mode RGB, kemudian diubah menjadi citra *grayscale* sebagai proses *preprocessing* sebagai input *segmentasi Gabor Filter*, kemudian proses ekstraksi Gabor Filter untuk dapat diketahui nilai magnitude objeknya berupa daun tomat. Proses analisis tekstur pada umumnya menggunakan *filter gabor* [9]. Contoh penggunaannya pada segmentasi citra batik berdasarkan fitur tekstur menggunakan metode *gabor filter* dan *K Mean Clustering* mendapat hasil persentase sebesar 80%. Banyak metode yang telah digunakan oleh para peneliti untuk klasifikasi salah satunya metode yang menggunakan algoritma *support vector machine* (SVM) [10]. Sistem tersebut dapat melakukan klasifikasi dengan mendapatkan *hyperplane* terbaik yang memisahkan antara kedua kelas tersebut. Berdasarkan hasil pengujian [1], metode *Support Vector Machine* (SVM) dapat mengevaluasi jeruk matang dengan tingkat keberhasilan 80%.

METODE

Data dan Sumber Data

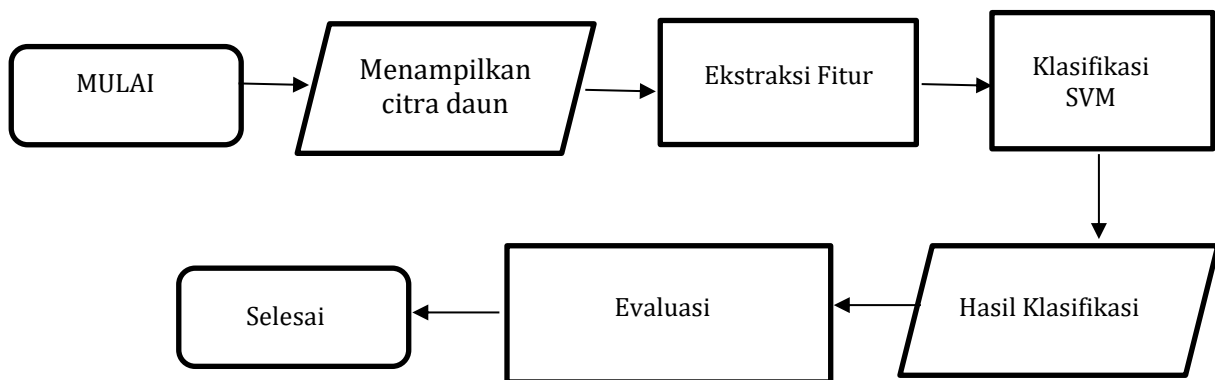
Data yang digunakan berasal dari *www.kaggle.com* dengan nama *New Plant Diseases Dataset* yang di dalamnya berbentuk gambar, memiliki format warna RGB dan format gambar .jpg, jumlah sebanyak 600, memiliki ukuran piksel 256 x 256. Kelas target dalam penyakit daun tomat dan pembagian jumlah data yang akan digunakan dalam penelitian ini ada sepuluh [10].

Tabel 1. Jumlah Data Set dari beberapa Penyakit Daun

No	Penyakit Daun	Jumlah Dataset	Dataset Training	Dataset Testing
1	Daun Tomat Normal	200	160	40
2	Penyakit Daun Busuk	200	160	40
3	Jamur Daun	200	160	40

Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini memiliki urutan langkah-langkah dalam memecahkan masalah. Mulai dari pemilihan dataset yang akan digunakan kemudian melakukan tahap *preprocessing dataset* [11]. Mentransformasi gambar mode RGB ke *Greyscale*. Setelah melakukan transformasi gambar maka langkah selanjutnya mengekstraksi gambar yang sudah menjadi *Grayscale* menggunakan Gabor Filter. Maka akan didapatkan gambar yang telah melalui proses ekstraksi yang disebut *Magnitude*. Stelah mendapatkan nilai magnitude langkah selanjutnya Mengklasifikasi nilai *Gabor Filter* Citra dengan mencari nilai energi dan entropy. Sebelum ke langkah berikutnya pengkodean label kelas untuk menentukan kelas uji juga diperlukan dalam pemrosesan gambar ini. Setelah membagi label pada sampel data gambar tersebut. Selanjutnya menghitung tingkat akurasi berdasarkan citra daun tomat uji yang dipakai.



Gambar 1. FlowChart Alur Penelitian

1. *Input Image*

Input Image merupakan proses memasukkan gambar sampel yang akan kita proses ke dalam program Matlab yang telah kita buat.

2. Mentransformasi gambar dari mode RGB ke *Greyscale*

Transformasi citra dari mode RGB ke *Greyscale* supaya mempermudah dalam pemrosesan ke tahap selanjutnya. Sesudah citra daun tomat di input yang kemudian dilakukan konversi ke dalam bentuk *grayscale* dengan proses awal mencari nilai matriks RGB dengan bantuan program MATLAB. Proses dilakukan pada semua sampel gambar untuk mencari nilai *image Greyscale* berikut merupakan rumus untuk mengonversi gambar RGB menjadi *Greyscale*.

$$(x, y) = (0.21 \times R) + (0.71 \times G) + (0.07 \times B) \tag{1}$$

Keterangan:

- R = Nilai Matriks Red
- G = Nilai Matriks Green
- B = Nilai Matriks Blue

3. Mengekstraksi gambar yang sudah menjadi *Grayscale* menggunakan *Gabor Filter*

Langkah selanjutnya yakni menghitung nilai rata-rata (mean) dari nilai *Greyscale* yaitu dengan menjumlah keseluruhan nilai matriks daun tomat busuk kemudian

dibagikan dengan jumlah nilai data. Di sini kita menggunakan contoh matriks 2x2.

$$R = \frac{R(0,0) + R(0,1) + R(1,0) + R(1,1)}{4}$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi nilai *grayscale* citra daun tomat busuk dengan *gabor filter* sesuai dengan koordinat citranya. Adapun rumus *gabor filter*nya sebagai berikut [12]:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} (e^{\{\frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y}\}} + e^{(2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta))})$$

4. Mengklasifikasi nilai *Gabor Filter* Citra

klasifikasi menggunakan SVM dengan mencari contoh perhitungan nilai energy dan *entropy* pada 2x2 piksel dari masing-masing dataset citra ekstraksi *gabor filter* dengan rumus di bawah ini:

1. Energi

$$\sum_{i,j} P_{\theta}(i,j)^2 \tag{2.5}$$

2. Entropy

$$\sum_{i,j} P_{\theta}(i,j) \log_2 P_{\theta}(i,j) \tag{2.6}$$

5. Pelabelan kelas untuk menentukan *class* data uji

Pelabelan di sini bertujuan untuk memberikan tanda atau memprediksikan sampel gambar untuk mempermudah dalam pengelompokan dengan bantuan program.

No.	Penyakit Daun	Class
1.	Daun Busuk	1
2.	Daun Berjamur	2
3.	Daun Normal/Sehat	3

6. Akurasi

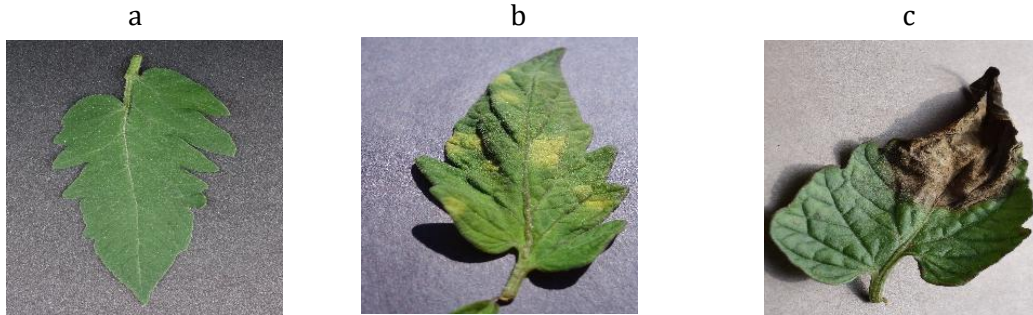
Menghitung tingkat akurasi ini berguna untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan dari proses pendeteksian penyakit daun ini. Menghitung tingkat akurasi berdasarkan citra daun tomat uji yang dipakai dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah klasifikasi benar}}{\text{jumlah data}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Processing

1. *Input Image*, pada proses ini dilakukan penginputan gambar pada program yang telah dibuat. Gambar yang akan diinput memiliki resolusi 256x256 dengan berformat .jpg yang memiliki jumlah dataset Daun Normal 200 gambar, Jamur 200 gambar, Busuk 200 gambar. Berikut gambaran data yang akan diinput *processing*.



Gambar 2. a. Daun Normal, b. Daun Jamur, c. Daun Busuk

2. *Konversi Citra RGB ke Greyscale*, pada proses konversi citra ini dilakukan untuk mempermudah pengidentifikasian tekstur warna pada dataset yang di input. Citra daun tomat di input yang kemudian dilakukan konversi ke dalam bentuk *grayscale* dengan proses awal mencari nilai matriks RGB dengan bantuan program MATLAB. Perhitungan manual dalam pemrosesan gambar RGB ke *Greyscale* [13]. selanjutnya ialah melakukan *grayscale* yang nantinya dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$(x,y) = (0.21 \times R) + (0.71 \times G) + (0.07 \times B)$$



x/y	0	1
0	145 120 7	115 205 35
1	98 13 170	62 110 25

Gambar 3. Citra Daun Busuk Dan Contoh Nilai Pixel 2x2



x/y	0	1
0	116,14	172,15
1	41,71	92,87

Gambar 4. Citra *Greyscale* Daun Busuk Dan Contoh Nilai Pixel 2x2

3. *Ekstraksi Citra Menggunakan Gabor Filter*, pada proses Ekstraksi fitur atau ekstraksi ciri pada umumnya digunakan dalam penelitian adalah ekstraksi ciri bentuk, ekstraksi ciri tekstur, dan ekstraksi ciri warna. Dalam penelitian ini, semua pendekatan dapat menggunakan ekstraksi ciri tekstur yang sangat baik. Tekstur dapat didefinisikan sebagai korelasi antara nilai intensitas piksel yang berdekatan dan berulang dalam rentang

hubungan yang lebih luas [14]. pada proses *ekstraksi citra* menggunakan *Gabor Filter* ada beberapa langkah yang harus dilakukan. Sebelum mengekstrak dataset berupa gambar tadi perlu dilakukan menghitung nilai rata-rata (mean) dari nilai *Greyscale* yaitu dengan menjumlah keseluruhan nilai matriks daun tomat busuk kemudian dibagikan dengan jumlah nilai data. Berikut rumus menghitung rata-rata/MEAN dari contoh nilai matriks *Greyscale 2x2*:

$$R = \frac{R(0,0) + R(0,1) + R(1,0) + R(1,1)}{4}$$

Tabel 2. Contoh Nilai Matriks RGB 2x2

x/y	0	1
0	145	115
	120	205
	7	35
1	98	62
	13	110
	170	25

Dari contoh perhitungan diatas didapatkan sampel nilai MEAN R (*Red*) = 105, MEAN G (*Green*) = 112, dan MEAN B (*Blue*) = 59,25. Dan untuk nilai MEAN per penyakit daun didapatkan Mean Daun Busuk = 105,717, Mean Daun Berjamur = 162,89 dan Mean Daun Normal = 56,61.

Setelah didapatkan nilai MEAN langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi nilai *grayscale* citra daun tomat busuk dengan *gabor filter* sesuai dengan koordinat citranya. Adapun rumus *gabor filter*nya sebagai berikut:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} (e^{\frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y}} + e^{(2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta))})$$

Selanjutnya dilakukan ekstraksi nilai *grayscale* citra daun dengan *gabor filter* sesuai dengan koordinat citranya.

Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 0,0$

Diketahui:

Koordinat: $G(x, y) = 116,14$

$\theta = 30^\circ$ atau $(0,1667 * \pi)$

$\beta\theta = 30^\circ$

$\mu_0 = F = 0,707 \text{ Hz}$

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

$$\sigma_y = \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)}$$

$$\Leftrightarrow \sigma_y = \frac{0,5486}{2,170 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971$$

Berikutnya mencari nilai σ_x dengan persamaan

$$\sigma_x = \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})}$$

$$\sigma x = \frac{0,5486 \times 4}{2,1071 \times 1} = 1.041$$

Setelah itu untuk memudahkan perhitungan, kita mencari nilai $\mu_0(x\cos\theta + y\sin\theta)$ menggunakan nilai yang sudah diketahui dengan persamaan diatas

$$= 0,707(158,647) = 112$$

Setelah diketahui seluruh nilai yang dicari, masukkan ke persamaan *Gabor* di bawah ini untuk mencari nilai *gabor*.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y} \right\}} + e^{(2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta))} \right)$$

$$= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{116,14}{1,041} + \frac{116,14}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 112)} \right)$$

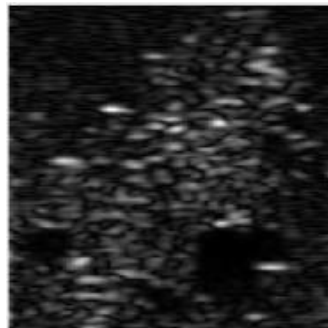
$$= 0,159(231 + 703) = 148,59$$

Langkah selanjutnya setelah nilai Mean dan nilai Gabor sudah diketahui maka mencari nilai pixel dengan menghitung $Mean/G(x,y)$

$$= 105,717/148,59 = 0,71$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada semua koordinat matriks yang telah didapatkan di awal. Dikarenakan kita mengambil sampel matriks 2x2 maka koordinat yang akan dicari yaitu: $x, y = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$

Berdasarkan pada perhitungan di atas, didapatkan dataset citra daun tomat busuk hasil ekstraksi *gabor filter* pada 4 pixel, selbihnya dilakukan proses perhitungan yang sama pada semua pixel yaitu 0,71, 1,9, 0,48 dan 0,879.



Kor	Daun Tomat	
	Busuk	
x/y	0	1
0	0,71	0,48
1	1,9	0,879

Gambar 5. Hasil Citra *Magnitude* dan Hasil Contoh Pixel Daun Busuk Ekstraksi *Gabor Filter* Pixel 2x2

Tabel 3. Data Contoh Nilai Citra Daun Tomat Ekstraksi *Gabor filter* pixel 2x2

Kor	Daun Tomat Normal		Kor	Daun Tomat Jamur		Kor	Daun Tomat Busuk	
	x/y	0		1	x/y		0	1
0	0,324	1,471	0	0,677	0,844	0	0,71	0,48
1	4,615	0,875	1	0,853	0,780	1	1,9	0,879

Classifier

Pada proses ini dilakukan proses pencarian dari sekumpulan model dan karakteristik untuk dideskripsikan dengan baik dan tidak ambigu, memisahkan data satu sama lain, dan menyatakan

suatu objek menjadi tipe tertentu dan juga diklasifikasikan, dan dikenal sebagai pembelajaran terkontrol.

Konsep SVM dibenarkan dengan cara sederhana yang dapat dikatakan sebagai upaya terbaik yang diuji dan bertindak sebagai pembatas kelas yang baik untuk dua input yang benar. (Aulia dkk, 2015). Setelah didapatkan nilai ekstraksi citra daun tomat 2x2 pixel menggunakan metode *gabor filter*, selanjutnya adalah melakukan klasifikasi menggunakan algoritma SVM. Klasifikasi dari sebuah SVM dapat dilakukan dengan mencari nilai energi dan entropi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{i,j} P_{\theta}(i,j)^2 \\ &= (0,712) + (1,92) + (0,482) + (0,922) \\ &= 0,504 + 3,61 + 0,230 + 0,846 \\ &= 5,19 \end{aligned}$$

Perhitungan *entropy* dilakukan pada setiap kelas pada variabel bebas, setelah

$$\begin{aligned} & \sum_{i,j} P_{\theta}(i,j) \log_2 P_{\theta}(i,j) \\ &= (0,71 \log 0,71) + (1,9 \log 1,9) + (0,48 \log 0,48) + (0,92 \log 0,92) \\ &= 0,105 + 0,529 + (-0,153) + (-0,033) \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada tabel di bawah, dapat dijelaskan bahwa kondisi daun tomat busuk memiliki nilai *energy* dan *entropy* lebih dari 0 dan pada daun tomat busuk diberikan kelas (1). Daun tomat berjamur diberikan kelas (2). Daun tomat normal diberikan kelas (3).

Tabel 4. Perhitungan Nilai Energi dan Entropy

Nilai Energi (x)	Nilai Entropy (x)	Class(y)	Keterangan
5,19	0,82	1	Daun Busuk
2,645	-0,318	2	Daun Berjamur
20,32	3,103	3	Daun Normal

Pada contoh ini diterapkan nilai energi dan entropy yang nantinya akan menjadi nilai untuk melakukan klasifikasi SVM *one againts all*. Adapun rumus dari SVM *one againts all* adalah sebagai berikut:

$$\text{Klasifikasi} = \pm \left(\sum_i a_i * y_i K(x_i, X) \right) + b$$

Sebelum melakukan klasifikasi menggunakan SVM terlebih dahulu menggunakan pelatihan dan pencarian *Hyperlane*. Karena terdapat dua fitur *x* yaitu *x1* (nilai energi) dan *x2* (nilai entropy) maka akan digunakan dua bobot *w1* dan *w2*. Selanjutnya meminimalkan margin dengan rumus:

$$y_i(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b) \geq 1$$

$$1(5,19 w_1 + 0,82w_2 + b) \geq 1 \rightarrow 5,19 w_1 + 0,82w_2 + b \geq 1 \quad (1)$$

$$2(2,645 w_1 - 0,318w_2 + b) \geq 1 \rightarrow 3,29 w_1 - 0,636w_2 + b \geq 1 \quad (2)$$

$$3(20,32 w_1 + 3,103w_2 + b) \geq 1 \rightarrow 60,96 w_1 + 3,309w_2 + b \geq 1 \quad (3)$$

$$w_1 = 5,19 + 3,29 + 60,96 = 69,44$$

$$w_2 = 0,82 - 0,636 + 3,309 = 3,493$$

kemudian mencari nilai bias (b) berdasarkan hasil pencarian nilai w seperti berikut:

$$\begin{aligned} & 5,19 (69,44) + 0,82(3,493) + b = 1 \\ & 3,29 (69,44) - 0,636(3,493) + 2b = 1 \\ & \frac{588,8512+0,642712+3b=2}{60,96 (69,44)+3,309(3,493)+3b=1} + \\ & \frac{4821,9136+12,201049+6b=3}{} \end{aligned}$$

$$b = \frac{3 - 4821.9136 - 12.201049}{6} = -805.0335$$

Setelah didapatkan nilai bias (b) sebesar -805.0335 selanjutnya dilakukan pengujian klasifikasi.

Tabel 5. Tabel Mode SVM Yang Di Hasilkan

No.	Klasifikasi	Class	Bias	Mu	Sigma
1.	Busuk	1	-0.6865	[5.8433,3.0573]	[0.8280,0.4358]
2.	Jamur	2	0.8532	[5.8433,3.0573]	[0.8280,0.4359]
3.	Normal	3	-1.7708	[5.8433,3.0573]	[0.8280,0.4358]

Proses Pengujian Klasifikasi SVM

Pada proses ini, pertama yang dilakukan ialah melakukan teknik *greyscale*, kemudian ekstraksi citra daun tomat busuk *grayscale* dengan *gabor filter*, hasil ekstraksi citra *gabor filter* di tentukan energy dan entropynya menggunakan metode SVM.

Tabel 6. Pengujian Klasifikasi SVM

No	Nilai Energi	Nilai Entropy	Class
1	5,19	0,82	1
2	3,29	0,636	2
3	20,32	3,103	3
4	6,96	1,11	??

Selanjutnya dilakukan pendekatan klasifikasi untuk menentukan class data uji sebagai berikut:

$$K = 1 e^{(1||[6,96 \ 1,11]-[5,19 \ 0,82]||^2)}$$

$$= 1.794$$

$$K = 2 e^{(2||[6,96 \ 1,11]-[3,29 \ 0,636]||^2)}$$

$$= 7.401$$

$$K = 3 e^{(3||[6,96 \ 1,11]-[20,32 \ 3,103]||^2)}$$

$$= 1281.467$$

$$K = [1.794 \ 7.401 \ 1281.467]$$

$$\text{Klasifikasi} = \text{sum}(\text{kernel}(K)) + b$$

$$= 1290,662 + (-805.0335)$$

$$= 485,629$$

Berdasarkan dari uji klasifikasi, data uji citra daun tomat di atas masuk ke dalam *class 3* di mana data uji citra daun tomat yang masuk ke dalam 3 merupakan citra daun busuk.

Hasil Pengujian

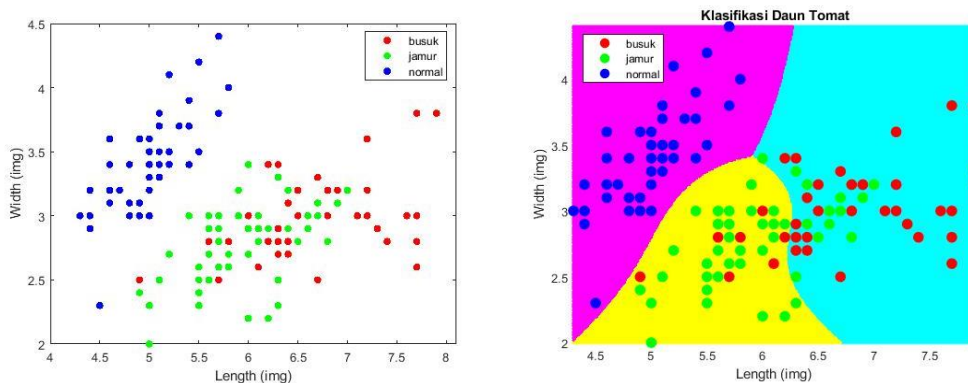
1	34	4	2
2	4	34	2
3	18		22
	1	2	3

Predicted Class

Gambar 6. Hasil Tabulasi dari dataset

Gambar di atas menunjukkan bahwa ukuran matriks 3×3 dengan label 1 menunjukkan daun busuk, label 2 menunjukkan daun jamur dan label 3 menunjukkan daun normal. Kotak matriks yang berwarna biru menunjukkan data benar sesuai prediksi sejumlah 90 gambar daun tomat. Kotak matriks yang berwarna merah, merah muda dan putih menunjukkan data salah tidak sesuai prediksi sejumlah 30 gambar daun tomat.

Hasil Pengujian *Hyper Plane with Area and Non Area*

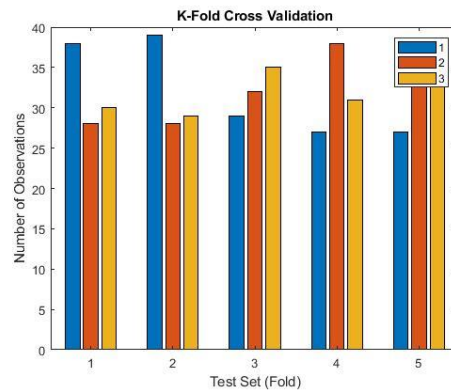


Gambar 7. Grafik Hyper Plane Non Area Dan With Area

Dari gambar Grafik Hyper Plane di atas didapatkan 3 wilayah pembagian klasifikasi penyakit daun. Untuk wilayah berwarna Ungu merupakan wilayah untuk Daun Tomat Normal, Yang dapat dilihat bahwa keseluruhan titik biru pendeteksian terdeteksi Daun Tomat Normal. Untuk wilayah berwarna kuning merupakan wilayah pendeteksian penyakit Daun tomat Berjamur. Yang dapat dilihat lebih dari setengah sampel daun berjamur terdeteksi benar. Untuk wilayah berwarna biru tosca merupakan wilayah pendeteksian penyakit daun busuk. Yang dapat dilihat lebih dari setengah sampel daun busuk terdeteksi benar.

Hasil Pengujian Cross Validation

Berdasarkan dari hasil pengujian klasifikasi citra daun tomat uji yang terdiri dari 3 jenis penyakit yaitu normal, jamur dan busuk. Data hasil pengujian disajikan menggunakan confusion matriks yang sesuai dengan prediksi dan aktual dari gambar tersebut. Berikut confusion matriks pengujian data: Selanjutnya perhitungan tingkat akurasi menggunakan *cross validation* berdasarkan citra daun tomat uji yang dipakai. Pada penelitian ini, menggunakan $k = 5$ untuk perhitungan *cross validation* dengan:



Gambar 8. Pembagian Jumlah Database Testing K-Fold Cross Validation

Akurasi

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh tingkat akurasi keseluruhan pada pengujian daun tomat dengan menggunakan cross validasi sebesar 74,1667%. Penerapan sistem ini adalah untuk mengidentifikasi penyakit daun tomat berdasarkan tekstur daun dan mengklasifikasikan daun tomat. Dengan menggunakan bentuk digital maka objek daun tomat dapat dilakukan pengolahan citra digital [15], untuk memungkinkan mesin atau komputer dapat mengenali citra layaknya penglihatan manusia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan mengklasifikasi penyakit daun tomat dari citra daun tomat menggunakan metode Gabor Filter [14] dan SVM dapat diperoleh kesimpulan bahwa penerapan metode Gabor filter dengan ekstraksi citra daun tomat yang ditransformasi menjadi citra *grayscale* dan *magnitude* dapat diklasifikasikan dengan cukup akurat menggunakan SVM. Penerapan metode SVM dengan klasifikasi *class* daun tomat dengan menghitung nilai *energy* dan *entropy* hasil ekstraksi, dengan dibantu 12 fitur yakni: *Ciri warna R*, *Ciri warna G*, *Ciri warna B*, *Standart deviasi R*, *Standart deviasi G*, *Standart deviasi B*, *Skewness R*, *Skewness G*, *Skewness B*, *Mean*, *Energy*, *Entropy* hal ini disebabkan oleh proses klasifikasi yang lebih sederhana dengan tingkat akurasi tinggi. Proses klasifikasi penyakit daun tomat dengan data uji sebanyak 600 citra berhasil mendapatkan nilai akurasi sebesar 74,1667%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Arief, "Klasifikasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode SVM," *J. Ilmu Komput. dan Desain Komun. Vis.*, vol. 4, 2019.
- [2] N. P. Ningsih, E. Suryadi, L. Darmawan Bakti, dan B. Imran, "Klasifikasi Penyakit Early Blight Dan Late Blight Pada Tanaman Tomat Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Cnn Berbasis Website," *J. Kecerdasan Buatan dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 3, hal. 27–35, 2022.
- [3] A. Mungki, P. P. Arhandi, dan N. A. Ariditya, "Identifikasi Penyakit Pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur," *J. Inform. Polinema*, 2020.
- [4] R. A. Safitri, S. Nurdiani, D. Riana, dan S. Hadianti, "Klasifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Metode Orde 1 dengan Algoritma Multi Support-Vector Machines," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 21, no. 2, hal. 167–172, 2019, doi: 10.31294/p.v21i2.6526.
- [5] R. P. Putra, Rahmadwati, dan O. Setyawati, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Kedelai Melalui Tekstur Daun dengan Metode Gabor Filter," *J. EECCIS*, vol. 12, no. 1, hal. 40–46, 2018.
- [6] I. M. Parapat dan M. T. Furqon, "Penerapan Metode Support Vector Machine (SVM) Pada Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak," vol. 2, no. 10, hal. 3163–3169, 2018.
- [7] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi, 2010.
- [8] A. R. Hermawan, A. E. Wibowo, D. A. F, D. F. Ningrum, dan N. S. Liman, "Pengklasifikasian

- Daun Mangga , Salam Dan Sawo Dengan Menggunakan Metode Naive Bayes,” *Progr. Stud. Inform. Progr. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer, Univ. Brawijaya*, 2009.
- [9] P. Raharjo, “Pengenalan Ekspresi Wajah Berbasis Filter Gabor Dan Backpropagation Neural Network,” *J. EECCIS*, vol. 4, no. 1, hal. 12–17, 2010.
- [10] Shylesh, “Tomato Leaf Disease - Shylesh,” *Kaggle*, 2020. .
- [11] N. Arista, R. R. Yacoub, D. Suryadi, F. Imansyah, dan J. Marpaung, “Prapengolahan Citra Menggunakan Filter Gabor Berbasis Graphical User Interface (Gui) Untuk Pengenalan Wajah,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, 2016, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/52586>.
- [12] L. Leonardo, “Penerapan Metode Filter Gabor Untuk Analisis Fitur Tekstur Citra Pada Kain Songket,” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, hal. 120, 2020, doi: 10.30865/json.v1i2.1942.
- [13] C. N. Santi, “Turn Color Images Into GrayScale and Binary Imagery,” *Teknol. Inf. Din.*, vol. 16, no. 1, hal. 14–19, 2011.
- [14] M. Muchtar dan L. Cahyani, “Klasifikasi Citra Daun dengan Metode Gabor Co-Occurence,” *J. Sist. Inf.*, vol. 7, 2016.
- [15] A. Kadir dan A. Susanto, *Teori dan aplikasi pengolahan citra*, no. May. Yogyakarta: Andi, 2013.