

**DETEKSI PENYAKIT DAUN TOMAT MENGGUNAKAN
GABOR FILTER DAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR
MACHINE***

SKRIPSI

**OLEH
MUHAMAD HABIBULLAH
NIM. 18610032**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**DETEKSI PENYAKIT DAUN TOMAT MENGGUNAKAN
GABOR FILTER DAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR
MACHINE***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh:
Muhamad Habibullah
NIM. 18610032**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

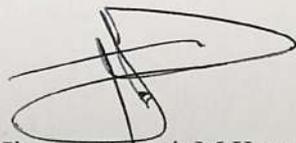
**DETEKSI PENYAKIT DAUN TOMAT MENGGUNAKAN
GABOR FILTER DAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR
MACHINE**

SKRIPSI

**Oleh
Muhamad Habibullah
NIM. 18610032**

Telah Disetujui Untuk Diuji
Malang, 5 Juni 2023

Dosen Pembimbing I



Hisyam Fahmi, M.Kom.
NIP. 19890727 201903 1 018

Dosen Pembimbing II



Erna Herawati, M.Pd.
NIDT. 19760723201802012222

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

**DETEKSI PENYAKIT DAUN TOMAT MENGGUNAKAN
GABOR FILTER DAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR
MACHINE**

SKRIPSI

Oleh
Muhamad Habibullah
NIM. 18610032

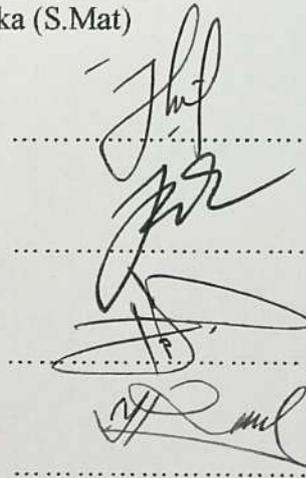
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal, 19 Juni 2023

Ketua Penguji : Juhari, M.Si.

Anggota Penguji I : Muhammad Khudzaifah, M.Si.

Anggota Penguji II : Hisyam Fahmi, M.Kom.

Anggota Penguji III : Erna Herawati, M.Pd.



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Habibullah

NIM : 18610032

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Deteksi Penyakit Daun Tomat Menggunakan *Gabor Filter* Dan
Algoritma Support Vector Machine

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhamad Habibullah

NIM. 18610032

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

خَيْرُكُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ

“Sebaik-baiknya orang di antara kamu adalah orang yang belajar Al-Qur’an dan mengajarkannya”

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua penulis bapak (Alm) Agus Wahyudi dan ibu Eti Kusmiati serta keluarga, guru dan teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan, nasehat serta motivasi, sehingga menjadikan alasan bagi penulis untuk selalu semangat dalam berproses.

KATA PENGANTAR

Assalamu'allaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Penulis memanjatkan puji syukur kehadirat Allah S.W.T atas rahmat, taufik, dan hidayahnya, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana matematika dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selama proses pembuatan skripsi ini, penulis banyak mendapat banyak arahan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Hisyam Fahmi, M.Kom, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan, dukungan serta perbaikan demi kebaikan penyusunan skripsi.
5. Erna Herawati, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan serta perbaikan kepada penulis.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
7. Orang tua dan seluruh keluarga.
8. Isna Anisatun Sofia yang selalu menjadi support system saya, Afida, Bagas dan Grup Apani yang selalu membantu dalam segala kesulitan.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca serta dapat digunakan sebagai pelengkap dalam ilmu pengetahuan matematika khususnya dalam bidang matematika terapan.

Malang, 19 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR JUDUL	i
DAFTAR PENGAJUAN	iii
DAFTAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Definisi Istilah	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
2.1 Teori Pendukung.....	7
2.1.1 Citra Digital.....	7
2.1.2 Representasi Citra Digital	8
2.1.3 Citra Warna	8
2.1.4 Citra Grey Scale	8
2.1.5 Citra Biner.....	9
2.1.6 Pengolahan Citra	10
2.1.7 Format File Citra.....	12
2.1.8 Ekstraksi Fitur	12
2.1.9 Klasifikasi	14
2.1.10Tumbuhan Tomat.....	18
2.1.11Penyebab Penyakit Daun Tomat	18
2.1.12Jenis Penyakit Daun Tomat.....	19
2.2 Kajian Integrasi.....	21
2.3 Kajian Topik Dengan Teori Pendukung.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Data dan Sumber Data.....	26
3.3 Teknik Analisis Data	26
3.4 Flowchart	28
BAB IV PEMBAHASAN	30
4.1 Analisis Data.....	30
4.1.1. Dataset Citra Daun Tomat.....	30
4.1.2. Konversi Citra RGB ke <i>Grayscale</i>	31
4.1.3. Ekstraksi Citra Menggunakan <i>Gabor filter</i>	36
4.1.4. Ekstraksi Fitur Warna	60
4.1.5. Vektor Fitur.....	64
4.1.6. Proses Pelatihan SVM.....	65
4.1.7. Proses Pengujian Klasifikasi SVM	66

4.2. Hasil Pengujian.....	68
4.2.1 Hasil Pengujian Berdasarkan Target.....	68
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Hyper Plane with Area and Non Area</i>	69
4.2.3 Hasil Pengujian Cross Validation	70
4.2.4 Akurasi	71
4.3 Kajian Integrasi.....	71
BAB V PENUTUP.....	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	75
RIWAYAT HIDUP	81

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jumlah Data Set Dari Beberapa Penyakit Daun.....	26
Tabel 3.2	Pelabelan Class Penyakit Daun Tomat	28
Tabel 4.1	Hasil Pixel 2x2 Greyscale Sampel Daun Busuk	26
Tabel 4.2	Hasil Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Normal	26
Tabel 4.3	Hasil Nilai Pixel 2x2 <i>Greyscale</i> Sampel Daun Tomat Normal	27
Tabel 4.4	Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Berjamur	28
Tabel 4.5	Nilai Pixel 2x2 <i>Greyscale</i> Sampel Daun Tomat Berjamur	29
Tabel 4.6	Contoh Pixel Citra Daun Tomat Busuk Ekstraksi <i>Gabor Filter</i>	35
Tabel 4.7	Contoh Pixel Citra Daun Tomat Normal	40
Tabel 4.8	Contoh Pixel Citra Daun Tomat Berjamur	46
Tabel 4.9	Data Contoh Nilai Citra Daun Tomat Ekstraksi <i>Gabor Filter</i>	46
Tabel 4.10	Perhitungan Nilai <i>Energi</i> Dan <i>Entropy</i>	48
Tabel 4.11	Tabel Sampel Nilai 12 Fitur Dari 5 Image.....	49
Tabel 4.12	Tabel Mode SVM Yang Di Hasilkan.....	50
Tabel 4.13	Pengujian Klasifikasi SVM.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Representasi Citra	7
Gambar 2.2	Representasi Citra Greyscale	7
Gambar 2.3	Representasi Citra Biner.....	8
Gambar 2.4	Proses Menemukan Hyperplane Dengan Pemisah Class	12
Gambar 2.5	Late Night Pada Daun Tomat.....	15
Gambar 2.6	Leaf Mood Pada Daun Tomat	16
Gambar 2.7	Daun Normal Sehat Pada Daun Tomat	16
Gambar 3.1	Flowchart Alur Penelitian	23
Gambar 4.1	A. Daun Normal B. Daun Berjamur C. Daun Busuk.....	24
Gambar 4.2	Citra Daun Busuk Dan Contoh Nilai Pixel 2x2	25
Gambar 4.3	Citra Greyscale Daun Busuk	26
Gambar 4.4	Citra Daun Normal	26
Gambar 4.5	Citra Greyscale Daun Normal	27
Gambar 4.6	Citra Daun Tomat Berjamur.....	28
Gambar 4.7	Citra Greyscale Daun Berjamur	29
Gambar 4.8	Hasil Citra Magnitude Daun Tomat Busuk.....	35
Gambar 4.9	Hasil Citra Magnitude Daun Tomat Normal.....	40
Gambar 4.10	Hasil Citra Magnitude Daun Berjamur	46
Gambar 4.11	Hasil Tabulasi Dari Dataset.....	52
Gambar 4.12	Grafik Hyperplane No Area	53
Gambar 4.13	Grafik Hyperplane With Area	53
Gambar 4.14	Pembagian Jumlah Database Testing K-Fold Cross Validation	54

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Dataset
- Lampiran 2 Koding Proses Ekstraksi

ABSTRAK

Habibullah, Muhamad. 2023. **Deteksi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Gabor Filter Dan Algoritma Support Vector Machine**. Skripsi Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (1) Hisyam Fahmi, M.Kom (2) Erna Herawati, M.Pd.

Kata Kunci : *Frekuensi, Orientasi, Gabor Filter, Greyscale, RGB, SVM.*

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 penelitian ini adalah untuk mengetahui keakuratan dari segmentasi Gabor Filter dan Algoritma Support Vector Machine merupakan salah satu metode untuk mendeteksi penyakit daun tomat untuk mempermudah petani dalam penganalisisan penyakit pada 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%.

ABSTRACT

Habibullah, Muhamad. 2023. **The Detection of Tomato Leaf Disease Using Gabor Filter and Support Vector Machine Algorithm**. Thesis of the Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (1) Hisyam Fahmi, M.Kom (2) Erna Herawati, M.Pd.

Keywords: Frequency, Orientation, Greyscale, Machine Learning, RGB, SVM.

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%.

مستخلص البحث

حبيب الله، محمد. ٢٠٢٣. الكشف عن مرض أوراق الطماطم باستخدام خوارزمية مرشح غابور ودعم آلة المتجهات. البحث العلمي قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية مالانج. المشرف (١) هشام فهم، الماجستير (٢) إيرنا هيراواقي، الماجستير.
الكلمات الأساسية: التردد، الاتجاه، مرشح غابور، التدرج الرمادي، *SVM*، *RGB*.

هذه الدراسة تتحدث عن معالجة صبغة يمكننا أن نعطيها إلى شجرة الطماطم المصابة بالمرض. مرشح غابور هو طريقة تستخدم لتحديد الألوان باستخدام مكونات التكرار والتركيز. آلة الدعم اللوجستية (*SVM*) هي آلة لتصنيف أمراض الأوراق النباتية. الهدف من هذه الدراسة هو معرفة دقة مجموعات مرشح غابور و *Algorithm Support Vector Machine* لتحديد أمراض الأوراق النباتية. سيتم إجراء إعادة تقييم *RGB* إلى *Greyscale* قبل معالجتها باستخدام مرشح غابور. هذا العمل مرشح غابور يقطع الصورة لإنتاج قيمة الكثافة. سوف تكون النتيجة من قيمة حجم الصورة هنا مرئية وسوف تذهب إلى المرحلة من عملية التصنيع باستخدام *SVM* ، ويهدف الكمبيوتر *SVM* إلى العثور على أفضل هيرناري على ألوان الطماطم التي تم تقسيمها لتقسيم الطبقات على مساحة الدخول. تطبيقات *SVM* مع تصنيف فصول الطماطم من خلال حساب القيمة الطاقة والانترونية الناتجة من استخراج، مع مساعدة ١٢ ميزات هي: *CiriR*، الخصائص *Standard*، *Standard deviationG*، *Standard DeviationR*، *CiriB*، *CiriG*، *Energy*، *Mean*، *SkewnessB*، *SkewnessG*، *SkewnessR*، *deviationB* *Entropy* هذا يستخدم لعملية التصنيع البسيطة مع مستويات عالية من السرعة. تمكنت عملية تصنيف الأمراض المزمدة مع بيانات الاختبار من ٦٠٠ صورة من الحصول على قيمة دقيقة من ٧٤،١٦٦٧٪.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkebun dan bertani adalah profesi dominan di Indonesia. Banyak orang menggunakan kegiatan ini di Indonesia, untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari atau menjadi pekerjaan utama mereka. Di beberapa daerah, kegiatan ini merupakan sektor dan sumber pengelolaan pada bidang lingkungan. Menanam tanaman tomat tidak terlepas dari ancaman penyakit yang sering menimpa tanaman tersebut. Penyakit yang menyerang tanaman tomat tidak disadari oleh petani dan tidak sesuai dengan keinginan dan perhitungannya, sehingga seringkali mengakibatkan rendahnya hasil maupun menjadikan kerugian.

Oleh karena itu, pengetahuan tentang penyakit yang menyerang tanaman tomat sangat diperlukan. Banyak publikasi yang 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

Era teknologi saat ini yang semakin pesat banyak sekali penerapan yang dapat diterapkan untuk mempermudah manusia dalam menemukan solusi dari

masalah yang terjadi. Teknologi yang berkembang saat ini adalah pengolahan citra (*Image Processing*) sudah sering digunakan untuk mengenali proses masalah dalam keseharian. Maka dari itu diperlukan suatu sistem yang digunakan untuk mempermudah para petani tomat untuk mengklasifikasikan penyakit daun tomat sehingga keluhan terkait penyakit tersebut dapat dikendalikan dengan cepat dan tepat.

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, *Naive Bayes*, ANN, *Decision Trees*, dan *Random Forests*. Metode tersebut memiliki kekuatan dan kelemahannya masing- masing. Sehingga, penulis memutuskan untuk menggunakan metode SVM.

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 (Arief, 2019). 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.

Kondisi tomat bisa dikaitkan menggunakan cara yang penuh rona terkait menggunakan pabrik tomat itu sendiri, misalnya yang ditunjukkan pada penelitian

sang (Mungki dkk., 2020). 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 dan metode *gabor filter* memakai pelaksanaan Matlab. Selanjutnya, *output* dair eksplorasi tadi bisa dikembangkan lagi kedalam bentuk pelaksanaan lainnya, misalnya web atau bentuk lainnya, yang prinsipnya gampang dipakai sang user, termasuk jua petani yang awam.

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 lain (D. Putra, 2010). Penelitian yang dilakukan menggunakan judul pengklasifikasian daun mangga, salam, dan sawo memakai metode *naïve bayes* menyatakan bahwa sistem *naïve bayes* relatif seksama buat diterapkan dalam masalah pembagian terstruktur mengenai ini menggunakan taraf akurasi sebanyak 86,68% (Hermawan dkk., 2009).

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*. Contoh penggunaannya pada segmentasi citra batik berdarakan 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). Sistem tersebut dapat melakukan klasifikasi dengan mendapatkan *hyperplane* terbaik yang memisahkan antara kedua kelas tersebut. Berdasarkan hasil pengujian Arief (2019), metode *Support Vector Machine* (SVM) dapat mengevaluasi jeruk matang dengan tingkat keberhasilan 80%.

Dari beberapa hasil studi bahwa kita sebagai makhluk hidup dimuka bumi harus saling menjaga khususnya menjaga kestabilan ekosistem tanaman. Karena dimuka bumi ini tidak hanya mausia yang hidup melainkan ada hewan dan tumbuhan. Maka dari itu Allah SWT berfirman didalam Al-Quran surat Al-Baqarah: 205 (RI, 2015).

وَأَدَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya: “Dan dimana apabila ia telah berpaling (dari kamu), maka ia berjalan di bumi ini untuk mengadakan yang namanya kerusakan padanya, dan merusak tanaman-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan.”

Melalui penjelasan di atas bahwa manusia sebagai makhluk yang sempurna dan memiliki akal sehat yang paling sempurna wajib hukumnya untuk menjaga kestabilan dari lingkungan ini dengan contoh kecil menjaga agar tumbuhan tomat tetap sehat agar berbuah dengan buah yang segar terhindar dari penyakit-penyakit yang menyerang daun tomat. Di dalam penelitian ini, penulis membuat sebuah penelitian yang menghasilkan sebuah program untuk mendeteksi penyakit pada daun tomat dengan tujuan memepermudah petani.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dihasilkan rumusan masalah untuk menjadi kajian dalam skripsi ini yaitu bagaimana penerapan metode *segmentasi gabor filter* dan algoritma *support vector machine* untuk dekteksi penyakit daun tomat ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan menjadi hasil dalam skripsi ini yaitu untuk menerapkan metode segmentasi *gabor filter* dan algoritma *support vector machine* untuk mendeteksi penyakit pada daun tomat.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penjelasan di atas maka kajian dalam skripsi ini memiliki manfaat untuk mempermudah dan meringankan kesulitan petani untuk mengidentifikasi penyakit daun tomat secara otomatis dan dapat dilakukan dengan cepat dan akurat supaya penanganannya menjadi lebih efektif.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan batasan masalah untuk mencegah agar ruang lingkup permasalahan penelitian tidak meluas. Batasan masalah tersebut, sebagai berikut:

1. Data yang digunakan berasal dari *www.kaggle.com* dengan *New Plant Diseases Dataset*
2. Resolusi citra yang digunakan adalah 256 x 256 piksel format .jpg.
3. Output yang dihasilkan adalah klasifikasi jenis penyakit daun.
4. Ekstraksi citra daun tomat dengan menggunakan *Gabor Filter*.

5. Klasifikasi citra daun tomat menggunakan *Support Vector Machine* (SVM).
6. Menggunakan fitur RGB, Energy, dan Entropy.
7. Penyakit pada daun tomat yang digunakan ialah normal, jamur dan busuk.

1.6 Definisi Istilah

1. *Image Processing*: Suatu bentuk pemrosesan atau pengolahan sinyal yang melibatkan pengambilan input berupa gambar dan mengubahnya menjadi gambar output lain menggunakan teknik - teknik tertentu.
2. *Machine Learning Classifier*: Bagian dari bidang kecerdasan buatan (AI) dan ilmu komputer, berfokus pada penggunaan data dan algoritma untuk meniru metode pembelajaran manusia serta secara bertahap untuk meningkatkan akurasi.
3. SVM (*Support Vector Machine*): Algoritma *Machine Learning* dengan pendekatan *supervised learning* yang bekerja dengan menemukan hyperplane atau fungsi pemisah yang optimal untuk membagi kelas.
4. Gambar analog: Gambar suatu objek yang memiliki 2 dimensi.
5. Gambar simulasi: Gambar percobaan yang menjadi gambar training atau gambar latih.
6. Greyscale: proses perubahan gambar dari RGB menjadi abu-abu.
7. Supervised learning: Teknik yang digunakan dalam *machine learning* saat membuat *artificial intelligence*. Pendekatan ini tidak memerlukan pelatihan algoritma komputer untuk mengenali pola yang membentuk AI.
8. Hyperplane: Fungsi yang digunakan untuk klasifikasi di ruang kelas berdimensi yang lebih tinggi.

BAB II KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Citra Digital

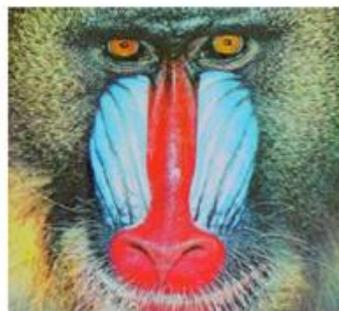
Citra ialah sebuah bentuk gambaran dimana mempunyai kesamaan pada tiruan obyek (T dkk., 2009). Citra juga mempunyai output sistem sebagai perekam data-sata seperti video, pada monitor TV maupun Platform digital yang lain. Pada penyimpanan media dialam juga berfungsi dengan baik menggunakan kegiatan sehari-haripun juga nyaman dengan menggunakan citra ini. Simulasi gambar seperti foto yang dicetak pada kertas foto, citra yang telah dilukis pada kanvas dll, sedangkan gambar analog merupakan gambar kontinu contohnya gambar yang terdapat pada photo yang dicetak pada sebuah kertas photo, landscape alam, CT scan, sinar X, gambar yang direkam pada kaset, monitor TV, lukisan, dll. Gambar simulasi tidak dapat ditampilkan di komputer, sehingga tidak dapat langsung diproses di komputer. Gambar digital adalah gambar yang dapat diproses oleh komputer pribadi dengan memperhatikan jenis dan ukuran file gambar. Gambar yang tersusun dalam kisi - kisi (grid/grid) dapat disebut dengan Gambar Digital. Setiap piksel memiliki nilai (nilai atau angka) yang mewakili intensitas keabuan dari piksel dari sebuah Gambar Digital. Setiap frame (blok) atau piksel memiliki koordinat (x,y). Dimana Sumbu X (horizontal): kolom (column), sumbu Y (vertikal): baris (row). Grayness adalah singkatan dari *grayscale* atau kode warna (D. Putra, 2010).

2.1.2 Representasi Citra Digital

Terdapat banyak cara untuk menentukan dalam menggunakan memori untuk menyimpan citra digital dalam memori, termasuk citra digital umum seperti biner, skala abu-abu, dan warna.

2.1.3 Citra Warna

Gambar berwarna biasanya gambar dengan tiga nilai warna per piksel. Setiap piksel dengan vektor dapat dimodelkan sebagai tiga pita data gambar monokrom, masing-masing pita sesuai dengan nilai piksel warna yang berbeda. Sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, informasi tepat yang disimpan dalam citra digital adalah informasi spektral (S dkk., 2019). (*translation*). *Scalling* (Penskalaan), dll. Dimana transformasi citra bertanggung jawab lebih untuk mendapatkan serta memperoleh informasi-informasi yang lebih detail dan jelas serta hasil transformasi tersebut dapat dianalisa kembali dan dijadikan sebagai tolak ukur untuk diproses lebih lanjut (D. Putra, 2010).



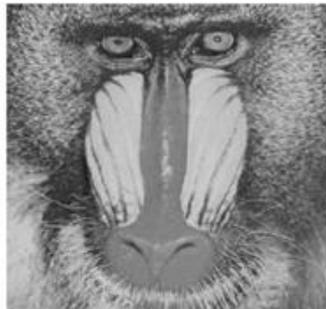
Gambar 2.1 Representasi Citra Warna

2.1.4 Citra Grey Scale

Citra *GreyScale* merupakan sebuah gambaran memiliki jumlah pixel mewakili warna dengan jumlah banyak abu-abu dengan intensitas berwarna putih serta setiap pixel mempunyai gambar gray scale sesuai dengan tingkatkecerahan

yang ada. Serta nilai pixel pada gambar tersebut *grayscale* yang sesuai scale dipresentasikan sebagai byte atau dengan kata lain bernilai 8 bit. Pada Citra greyscale berikatan dengan intensitas kecerahannya bervariasi dari 0 sampai dengan 255. "0" ditampilkan dalam warna hitam dan "255" ditampilkan dalam warna putih.

$$(x, y) = ((R * 0.21) + (G * 0.71) + (B * 0.07)) \quad (2.1)$$



Gambar 2.2 Representasi Citra *GrayScale*

Konversi perhitungan oleh citra yang berasal dari RGB (Red, Green, Blue) kedalam bentuk citra *grayscale*, yaitu (Sari dkk., 2020). Keterangan :R = Red, G = Green, B = Blue

2.1.5 Citra Biner

Jenis citra digital dimana hanya ada dua kemungkinan nilai piksel = "1" dan "0" merupakan citra Biner. Gambar biner dikenal sebagai gambar hitam putih (B/W) atau dapat juga disebut dengan gambar monokrom. Gambar biner hanya membutuhkan satu buah bit yang digunakan untuk mewakili nilai pada setiap piksel dalam sebuah gambar. Citra biner umumnya dihasilkan dari pemrosesan contohnya pada proses segmentasi, morfologi atau pengembangan.



Gambar 2.3 Representasi Citra Biner

2.1.6 Pengolahan Citra

Berkaitan dengan pengolahan citra banyaknya informasi yang terkandung pada suatu citra tidak dapat dihindari dalam hal penurunan kualitas (degradasi). Oleh karena itu, pengolahan citra perlu dilakukan secepat mungkin agar citra yang terdegradasi dapat dimanipulasi dengan kualitas yang lebih baik dan lebih mudah diinterpretasikan oleh komputer dan manusia.

Sebuah citra memiliki operasi pengolahan yang pada umumnya dapat dikategorikan pada dibawah ini (Munir, 2004):

1. *Image Enhancement* (Perbaikan kualitas citra)

Proses peningkatan perspektif suatu citra disebut peningkatan citra dan dengan memanipulasi parameter citra untuk meningkatkan kualitas citra tersebut (Kadir & Susanto, 2013). Secara signifikan meningkatkan kontras antara gambar gelap dan terang, menyempurnakan *Edge Enhancement* (tepi objek), dan menerapkan filter *Pseudo coloring* (warna semu) dan filter noise untuk membuat gambar Anda menampilkan fitur khusus dengan lebih jelas.

2. *Image Restoration* (Pemugaran citra)

Tujuan dari *image restoration* adalah untuk meminimalkan atau menghilangkan kesalahan atau cacat dari sebuah gambar. Tujuan dari

pemugaran citra mirip dengan operasi perbaikan citra perbedaanya, *image restoration* sudah mengetahui penyebab degradasi citra. Contohnya berupa penghilangan *blur* dan *noise*.

3. *Image Transformation* (Transformasi citra)

Transformasi citra adalah proses perubahan bentuk suatu citra dan dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang lebih jelas (ekstraksi fitur) pada sebuah citra. Proses perubahan pada *image transformation* berupa perubahan geometri piksel seperti: *scaling* (penskalaan), *rotation* (perputaran), *translation* (perpindahan), dan lain lain. Hasil transformasi tersebut dapat dianalisa kembali dan dijadikan sebagai acuan untuk diproses lebih lanjut (D. Putra, 2010).

4. *Image Segmentation* (Segmentasi citra)

Segmentasi citra mendefinisikan proses pengambilan objek yang ada di dalam gambar dengan cara membagi gambar menjadi beberapa objek. Setiap wilayah atau objek memiliki atribut yang mirip, jika gambar hanya memiliki satu objek, dapat dibedakan dari latar belakang (Kadir & Susanto, 2013). *Pre-processing* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu proses segmentasi dengan mengubah citra menjadi citra *grayscale*.

5. *Image Analysis* (Analisis citra)

Proses menghitung nilai kuantitatif pada suatu citra dan untuk menggambarkan suatu citra dengan cara mengekstraksi fitur-fitur tertentu yang digunakan dalam mengidentifikasi objek disebut dengan *image analysis*. Ekstraksi fitur merupakan proses melihat atau mengambil nilai fitur yang terdapat dalam sebuah gambar dan merupakan proses yang

berperan penting dalam membentuk objek masukan yang akan dikenali. Nilai yang ditampilkan atau diekstraksi dapat digunakan dalam proses *training*.

2.1.7 Format File Citra

Format file citra termasuk *Windows bitmap* (BMP), *Graphic Interchange Format* (GIF), dan *Joint Photographic Experts Group* (JPEG). Format file citra yang paling umum digunakan saat ini menentukan jumlah data yang ditampilkan dalam file. Setiap format tersebut terdapat kekuatan, kelemahan, dan karakteristik tertentu. Pada sistem operasi Windows, jenis file dapat diidentifikasi berdasarkan nama. Nama diakhiri dengan titik dan diikuti oleh tiga atau empat karakter terakhir dari nama file.

Format file JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) atau JPG digunakan pada penelitian ini. Format file gambar dinamai menurut komite yang menciptakan standar ini dan banyak standar lainnya. Selain itu, format file gambar ini terutama digunakan untuk pertukaran data dan transfer gambar.

2.1.8 Ekstraksi Fitur

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. Ekstraksi ciri tekstur mengandung informasi penting berupa komposisi dasar permukaan seperti halnya pada kain, arang, daun dan awan. Tekstur dapat didefinisikan sebagai korelasi antara nilai intensitas piksel yang berdekatan dan berulang dalam rentang hubungan yang lebih luas (Muchtar & Cahyani, 2016).

Metode yang digunakan sangat statis dan digunakan untuk membentuk karakteristik filter Gabor.

Filter Gabor yang berhasil diperoleh mensimulasikan berbagai fitur sistem visual manusia dan membedakannya dari tekstur berdasarkan kemampuannya untuk membedakan antara orientasi spasial dan frekuensi tekstur pada gambar yang akan diamati (Nazariana dkk., 2018). Fungsi *Gabor* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1946 oleh seorang fisikawan bernama Denis Gabor sebagai pendeteksi sinyal *noise*. Pada tahun 1980, seorang pria bernama Dougman menggunakan filter Gabor ini untuk gambar 2D. Oleh karena itu, yang dibuat adalah filter Gabor yang digunakan untuk menganalisis tekstur dan mendeteksi tepi dari gambar.

Fungsi yang menghasilkan gelombang sinus yang dimodulasi oleh fungsi Gaussian disebut dengan filter gabor. Metode ini banyak digunakan untuk mendeteksi tepi dalam bentuk dan menghasilkan *kernel Gabor* (D. Putra, 2010).

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y} \right\}} + e^{2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan :

x, y = koordinat dari gabor filter.

σ = standard deviasi Gaussian envelope.

θ = orientasi.

μ_0 = frekuensi.

Pada bagian Parameter, tekstur dan karakteristik yang terdapat pada citra sudah tersedia dalam proses segmentasi. Modulasi konvolusi rata-rata dari filter imajiner dan nyata merupakan output dari filter. Setelah Anda memiliki ciri Gabor, langkah selanjutnya adalah menjalankan proses ekstraksi fitur. Pemilihan ciri untuk memilih informasi dari properti yang ada yang dapat membedakan antara kelas

yang dapat dipilih. Ekstraksi ciri adalah penemuan nilai tekstur rata-rata dengan ukuran yang sesuai dalam respon sebagai salah satu fitur yang berhasil dipilih sebagai fitur energy. Didalam penelitian ini menggunakan nilai orientasi $\theta = 30^\circ$ dan Frekuensi $\mu_0 = F = 0,707 \text{ Hz}$ karena dengan nilai tersebut cocok untuk mendapatkan hasil maksimal (R. P. Putra dkk., 2018).

Setelah diperoleh nilai magnitude tersebut digunakan sebagai input klasifikasi dan sebagai fungsi untuk membedakan penyakit yang satu dengan yang lainnya. Langkah – langkah yang dapat dilakukan buat analisis tekstur menggunakan memakai *Gabor filter* menjadi berikut:

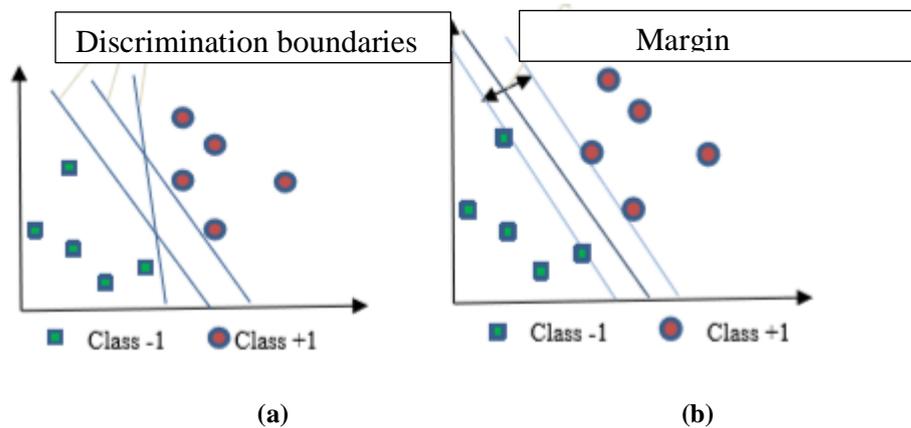
1. Input gambar asli.
2. Citra RGB tadi dilakukan konversi ke sebuah gambaran *grayscale*.
3. Pemberian sebuah nilai skala frekuensi dan orientasi.
4. Selanjutnya menggunakan melakukan pencarian nilai frekuensi tengah, menggunakan memilih nilai lebar pita frekuensi.
5. Melakukan perhitungan menurut nilai imajiner dan riil.
6. Melakukan Proses filter sebagai akibatnya dihasilkan sebuah nilai magnitude.

2.1.9 Klasifikasi

Klasifikasi adalah suatu 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.

1. Klasifikasi SVM (Support Vector Machine)

Vapnik pada tahun 1995 memperkenalkan pertama kali *Support Vector Machine* (SVM) dan hanya dapat mengklasifikasikan data menjadi dua kelas (*Binary classification*) (Mase dkk., 2018). Teknik *Machine learning* yang bertujuan untuk menemukan hyperpath optimal yang memisahkan dua kelas dalam ruang input merupakan pengertian dari SVM (Parapat & Furqon, 2018). Gambar di bawah menunjukkan cara menemukan hyperline.



Gambar 2.4 Proses Menemukan Hyperplane Dengan Pemisahan Class

Mengukur hyperplane untuk menemukan titik maksimum pada jarak optimal dari *hyperplane*, dan berhasil menemukan dua kelas. Jarak antara *hyperplane* dengan pola terdekat pada setiap kelas disebut margin, dan pola terdekat ini disebut juga dengan *support vector* (Safitri dkk., 2019). Garis padat pada Gambar 2.6 (b) mewakili hyperplane terbaik antara dua kelas, menggunakan titik merah dan hijau dari lingkaran hitam sebagai vektor pendukung. Menemukan hyperplane ini sangat penting untuk proses pembelajaran SVM.

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. Gambar 2.6 (a) menunjukkan beberapa model yang merupakan anggota dari kelas +1 dan +1. Pola yang terkait dengan kelas 1 ditampilkan dalam warna hijau (persegi). Model +1 ditandai dengan warna merah (lingkaran). Masalah klasifikasi dapat ditransformasikan dengan mencoba mencari garis (hyperplane) yang memisahkan kedua kelompok (Drajana, 2017). Kotak pembatas pertama memisahkan kelas pertama, sehingga persamaan berikut dihasilkan:

$$X_i, W + b \geq 1 \text{ untuk } Y_i = 1 \quad (2.3)$$

Keterangan:

X_i = Data ke-i

W = nilai bobot *support vector* yang tegak lurus dengan *hyperplane*

b = Nilai bias

Y_i = kelas data ke-i

Di sisi lain, di kotak pembatas kedua yang mengikat kelas kedua, persamaan berikut dibuat:

$$X_i, W + b \leq -1 \text{ untuk } Y_i = -1 \quad (2.4)$$

Dimana w merupakan koefisien vector weight dan b adalah bias. Jarak antara vektor training dan hyperplane disebut margin. Kalikan nilai b dan w dengan konstanta yang sama.

Oleh karena itu, pencarian pemisah terbaik dengan nilai margin tertinggi dapat dirumuskan dalam masalah optimasi konstrain. Artinya, terlihat seperti ini:

$$(W) = \frac{1}{2} \| W \|^2 \quad (2.5)$$

Klasifikasi dari sebuah SVM dapat dilakukan dengan mencari nilai energi dan entropi menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Energi

$$\sum_{i,j} P_{\theta}(i,j)^2 \quad (2.6)$$

Keterangan:

P_{θ} = matriks ke-n

i, j = koordinat matriks x, y

2. Entropy

$$\sum_{i,j} P_{\theta}(i,j) \log_2 P_{\theta}(i,j) \quad (2.7)$$

Keterangan:

P_{θ} = matriks ke-n

i, j = koordinat matriks x, y

2. *One Againsts All*

Ada dua opsi yang dapat Anda terapkan dalam proses yang menjalankan multikelas biner. Yaitu, pendekatan *one-against-one* dan *one-against-all* (Mase dkk., 2018). *One-against-all* adalah pendekatan yang bagus berdasarkan masalah *multi-class* dari algoritma *support vector machine*. Dan ada pendekatan yang sudah lama digunakan dalam penelitian

ini adalah pendekatan *one-against-all*. Jika digunakan dengan benar akan menghasilkan k model SVM (k adalah jumlah kelas) yang dihasilkan (Parapat & Furqon, 2018). Pendekatan *one-against-all* bekerja untuk semua (Mase dkk., 2018).

Tiga persamaan dibentuk untuk ketiga kelas tersebut. Artinya, $f_1(x)$, $f_2(x)$, dan $f_3(x)$ adalah persamaan data latih di kelas (1) diberi label +1, pada label kelas (2) dan pada label kelas (3) dengan label-1.

$$\text{Klasifikasi} = \pm \left(\sum_i a_i * y_i K(x_i, X) \right) \quad (2.8)$$

2.1.10 Tumbuhan Tomat

Tomat pada umumnya merupakan tanaman yang dapat ditanam di berbagai daerah. Tomat tumbuh dengan sangat baik pada berbagai dataran yaitu dataran rendah (dibawah 200mdpl), dataran sedang (200-700 mdpl), dan dataran tinggi (diatas 700 mdpl). Kandungan antioksidan yang baik untuk tubuh terdapat pada tomat. Dengan penggunaan likopen, antioksidan yang dapat melawan efek radikal bebas sebagai penyebab dari penyakit kanker. Kandungan antioksidan lain yang ditemukan dalam tomat yaitu naringenin, polifenol, dan asam klorogenat.

Tomat memiliki kadar lemak dan kalori yang rendah, akan tetapi tomat memiliki kandungan yang tinggi pada lutein, karotenoid, vitamin A, asam folat, vitamin C, gula dan kalium. Kandungan serta rasanya yang sangat segar, di Indonesia buah tomat sangat disukai oleh masyarakat umum.

2.1.11 Penyebab Penyakit Daun Tomat

Tomat merupakan buah yang termasuk kedalam kategori Solanaceae, kerabat dekat dengan cabe, terong, paprika, dan kentang. Tumbuhan yang berasal

famili Solanaceae yang rentan terhadap penyakit dan biasanya ditemukan pada inang.

Salah satu tindakan pencegahan penyakit yang paling akurat dan tepat adalah perpindahan tanaman. Perpindahan tanaman tersebut yaitu jenis keluarga tanaman yang berbeda yang akan ditanam di suatu petak selalu berubah. Dengan yang telah dijelaskan diatas, disini dapat diketahui organisme yang hidup dipetak lebih beragam, sehingga populasi organisme patogen pada tanaman budidaya tidak meledak. Jika tanaman tomat terserang penyakit maka sangat perlu untuk segera mengobatinya. Jenis penyakit pada daun tomat merupakan sangat beragam seperti terserang bakteri, virus dan jamur. Dari banyak penyakit daun tomat dapat diklasifikasikan menjadi 9 penyakit yaitu *Septoria Leaf Spot*, *Yellow Leaf Curl Virus*, *Bacterial Spot*, *Mosaic Virus*, *Two Spotted Spider Mite*, *Early Blight*, *Late Blight*, dan *Leaf Mold*.

2.1.12 Jenis Penyakit Daun Tomat

Bagian yang paling terlihat pada tomat adalah daunnya. Manfaat dari daun tomat untuk kesehatan adalah hal pertama yang perlu Anda ketahui. Daun tomat yang sehat bebas dari bercak maupun bintik daun. Penyakit daun tomat dapat ditandai dengan adanya bercak coklat atau kuning, menguning, keriting, daun berlubang dan kering. Selanjutnya kemudian membahas beberapa jenis penyakit daun tomat yang biasa sering muncul pada penelitian ini.

1. *Late Blight* (Daun Busuk)

Gejala – gejala dari sebuah penyakit daun busuk atau *late blight* adalah beberapa bitnik yang terdapat pada daun tomat yang umumnya ditemukan bakteri pada dekat ujung yang berwarna coklat kehitaman



Gambar 2.5 Late Blight Pada Daun Tomat

maupun keunguan semakin lama maka dapat menyebabkan pembusukan.

2. Leaf Mold (jamur daun)

Serangan gejala yang muncul berupa bercak-bercak kecil berwarna hijau pucat atau kuning (klorosis) pada sisi atas daun. Spora yang telah berbentuk yang terdapat tepat di bawah bercak di bagian bawah daun dan awalnya berwarna abu-abu muda, yang kemudian berubah menjadi warna coklat atau hijau kekuning-kuningan dan tampak seperti beludru yang jelas. Daun-daun yang terinfeksi berubah menjadi warna coklat kekuningan, mengering dan juga berubah menggulung. Daunnya juga berguguran saat mencapai tahap pada prematur. Disisi lain kapang daun pada buah tomat juga tumbuh subur pada kelembaban di atas 80%. Ketika suhu tersebut mencapai tingkat. perkecambahan optimal, inang akan terinfeksi patogen.



Gambar 2.6 Leaf Mold Pada Daun Tomat

3. Daun Normal Sehat

Daun normal tidak terdapat bintik atau bercak dan juga tidak terdapat warna kekuningan pada daun tanaman tomat. Bentuk daun utuh tidak terdapat lubang-lubang pada permukaannya.



Gambar 2.7 Daun Normal Sehat Pada Daun Tomat

2.2 Kajian Integrasi

Masyarakat selalu diharuskan dapat menjaga dengan baik keseimbangan yang telah ada di alam semuanya dikarenakan manusia yang memiliki akses pada alam saat manusia-manusia lain sedang membutuhkannya. Dengan menggunakan sedikit demi sedikit untuk mencapai keseimbangan yang baik dan alami. Merawat dan melindungi alam

dan lingkungan merupakan salah satu untuk pembangunan yang lebih baik sangat penting bagi setiap orang. Islam menekankan bahwa keberadaan manusia di muka bumi adalah khalifah di samping ibadah. Beberapa ketentuan yang berkaitan dengan kewajiban manusia untuk menjaga lingkungan juga terkandung dalam Al-Qur'an. Sebagaimana yang tertuang dalam QS. Al-Baqarah pada ayat 205:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya: “Dan dimana apabila ia telah berpaling (dari kamu), maka ia berjalan di bumi ini untuk mengadakan yang namanya kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan.”

Tindakan orang yang sangat merusak, atau tindakan yang dilakukan di luar batas ini, sering dilakukan oleh orang-orang musyrik. Terlalu banyak orang yang tidak percaya kepada Tuhan serta tidak dapat mengendalikan hidup mereka. Mereka melakukan apa yang mereka inginkan selama itu bermanfaat. Mereka tidak pernah berpikir bahwa akibat dari tindakan merusak seperti itu akan merugikan orang lain dan bahwa Allah akan mengutuk mereka.

Baginda Rasulullah bersabda :

عَنْ أَبِي أَيُّوبَ الْأَنْصَارِيِّ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ مَا مِنْ رَجُلٍ يَعْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَتَبَ اللَّهُ عَزَّ

وَجَلَّ لَهُ مِنَ الْأَجْرِ قَدْرَ مَا يَخْرُجُ مِنْ ثَمَرِ ذَلِكَ الْغَرْسِ رَوَاهُ أَحْمَدُ

“Tiada seorang lelaki menanam suatu tanaman, melainkan Allah menetapkan baginya ganjaran sebanyak jumlah buah yang dihasilkan oleh tanaman tersebut”. (Hadits Riwayat Imam Ahmad).

Kewajiban manusia diciptakan di bumi adalah untuk beribadah kepada Allah SWT. Salah satu ibadah selain sholat yaitu dega menjaga bumi ini agar tetap terawat dan saling memberi energi positif satu sama lain. Seperti yang dijelaskan pada hadist diatas bahwa Allah akan memberikan ganjaran yang sangat luar

biasa untuk manusia bila ia menanam suatu tanaman. Ganjaran itu diibaratkan sebanyak jumlah buah yang ada pada tanaman tersebut. Bisa ditarik kesimpulan bahwa seseorang yang menanam tanaman akan mendapatkan ganjaran sebanyak buahnya dan akan menjadi amal jariyah untuk si penanam walaupun dia sudah meninggal tetapi tanaman itu masih tumbuh subur, maka ganjaran akan terus mengalir selama tanaman itu tumbuh.

Saat ini banyak sekali bahan makanan tambahan yang dibuat oleh orang-orang non muslim yang tidak memahami tentang kehalalan dan kebarokahan bahan makanan sehingga kita harus hati-hati apalagi jika kita berlaku sebagai produsen. Seorang produsen makanan harus memperhatikan setiap bahan yang digunakan. Perhatikan dan cari tahu dari apa bahan tersebut dibuat. Makanan dari hewan banyak yang diharamkan, sedangkan dari tumbuhan umumnya diperbolehkan. Penyembelihan hewan harus dengan cara yang baik dan menyebut nama Allah saat penyembelihan.

Kedalam pengolahan pertanian juga banyak faktor agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Didalam islam, banyak amalan khususnya di jawa yang mengamalkan untuk bersholawat, berdzikir, beramal saat akan melakukan suatu pertanian. Dan tidak sedikit bahwa bertani yang diiringi dengan doa atau sholawat juga berpengaruh dengan kebarokahan hasil panen dan menjadikan tanaman yang ditanam menjadi sehat dan bertumbuh dengan baik.

Mengamalkan wirid dapat menjadikan diri semakin dekat dengan Allah, memperbanyak ibadah, mengingat kesalahan dan memperbanyak amalan akhirat. Akan tetapi masyarakat pada zaman modern ini, sering sekali gundah dan merasa tidak tenang, dan selalu ditimpa banyak masalah. Menurut S.S Behbehani, ada

banyak faktor yang bisa memicu terjadinya rasa gundah dan tidak tenang. Diantaranya adalah populasi udara, kebisingan, tempat tinggal yang penuh sesak dan dihadapkan dengan relasi sulit seperti melibatkan masalah anak, pasangan, teman, pekerjaan dan lain sebagainya. Semua orang pasti mengalami masalah ini, solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah adalah dengan memperbanyak wirid, dan semuanya akan terasa mudah. Sebab dengan memperbanyak wirid menjadikan diri semakin mengingat Allah (Junaidi, 2007).

Islam telah mengajarkan kepada kita semua sebagai manusia di dunia ini untuk mengelola lingkungan dengan baik sesuai dengan kewajiban kita, sebagaimana kita telah hidup dan menyatu dengan alam. Hal ini terlihat dalam berbagai ibadah umat Islam. Misalnya, peziarah dilarang menebang pohon atau membunuh hewan selama haji. Hal ini mengajarkan kita untuk selalu memperhatikan alam. Penebangan dan perburuan dapat merusak ekosistem.

2.3 Kajian Topik Dengan Teori Pendukung

Salah satu kegiatan yang paling diminati oleh sebagian besar masyarakat di Indonesia adalah kegiatan pertanian, terutama di desa-desa dengan tempat-tempat yang indah, dan pertanian merupakan sudut pandang terpenting dalam proses perekonomian. Kegiatan ini penting karena berfungsi sebagai sumber makanan dan vitamin bagi manusia dan hewan. Oleh karena itu, perlu untuk terus memantau seluruh proses dari awal menabur hingga saat panen.

Permasalahan saat ini yang perlu diingat dan dipertimbangkan dengan baik serta yang sangat diperhatikan yaitu terkait dengan penyakit dan penanganan penyakit pada berbagai tumbuhan yang ada di sekitar maupun ditempat lain yang terkena berbagai jenis penyakit atau hama. Pengelompokan terkait penyakit yang

diderita tumbuhan kadang salah dalam pemilihannya akibatnya penanganan tidak sesuai dengan penyakit itu.

Dari permasalahan itu kita membuat sebuah aplikasi yang digunakan untuk penelompokan penyakit pada daun tomat. Yang dimana bisa digunakan untuk pengelompokan yang lebih akurat.

Disini dan pada saat sekarang inimerupakan dimana kita akan bisa danakandapat memproses sebuah formulasi terbaik yang dapat kita berikan pada daun tomat yangtelah terkena penyakit atau hama,dan pada proses selanjutnya akan akan diproses menggunakan script unruk mengekstrak foto tersebut dari RGB ke *Grayscale* karena disini telahbanyak diketahui bahwasannya *greyscale* sangat mudah untuk melihat kontras dari permukaan daun tersebut.

Setelah semua penjelasan di atas, di sini proses menggunakan properti sistem visual manusia dan menggunakan algoritma sistem Gabor, yang dapat membedakan tekstur berdasarkan kemampuannya untuk membedakan orientasi spasial pada frekuensi yang berbeda. Tekstur dari gambar yang diamati.

Setelah melewati tahap-tahap filter gabor beberapa lama, citra disini akan terlihat dan akan masuk ke tahap proses perkembangan klasifikasi menggunakan SVM, dimana SVM yang disini proses tersebut merupakan metode *machine learning* yang akan bertujuan dengan baik yang mempunyai tujuan untuk mencari *hyperlane* terbaik padasaat sekarang maupunmasa depan yang dapat memisahkan kedua kelas pada input space (Parapat & Furqon, 2018).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk dalam jenis kualitatif, yaitu ditekankan pada analisis data numerik setelah ekstraksi gambar, kesimpulan yang menjelaskan objek gambar dan hubungan penting antar variabel yang diteliti. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa sebuah data gambar yang akan diekstrak ke numerik.

3.2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan berasal dari www.kaggle.com dengan nama New Plant Diseases Dataset yang didalamnya berbentuk gambar, memiliki format warna RGB, jumlah sebanyak 600, memiliki ukuran pixel 256 x 256. Kelas target dalam penyakit daun tomat dan pembagian jumlah data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 3.1 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

3.3 Teknik Analisis Data

Sistem dapat dirancang dalam bentuk diagram (*system flowchart*) yang dapat digunakan untuk menunjukkan alur proses dalam sistem. Proses ini

merupakan bagian teknis dari proses rekayasa perangkat lunak. Diagram rencana klasifikasi dari metode *support vector machine* adalah sebagai berikut.

1. Input gambar daun tomat
2. Mentransformasi gambar dari mode RGB ke *Greyscale* dengan menggunakan persamaan 2.1.
3. Mengekstraksi gambar yang sudah menjadi *Grayscale* menggunakan Gabor Filter.
 - a. langkah pertama mencari σ_y dengan persamaan

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

Keterangan:

F = Frekuensi

$\beta\theta$ = Kemiringan

- b. mencari σ_x dengan persamaan

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

Keterangan:

F = Frekuensi

BF = Prediksi Kelas

4. Mengklasifikasi nilai *Gabor Filter* Citra dengan mencari nilai energi dan entropy:
 - a. Mencari nilai Energi menggunakan persamaan 2.5.
 - b. Mencari nilai Entropy 2.6.

5. Pengkodean penempatan label kelas untuk menentukan *class* data uji.

Dengan melabelkan penyakit daun sebagai berikut:

Tabel 3.2 Pelabelan Class Penyakit Daun Tomat

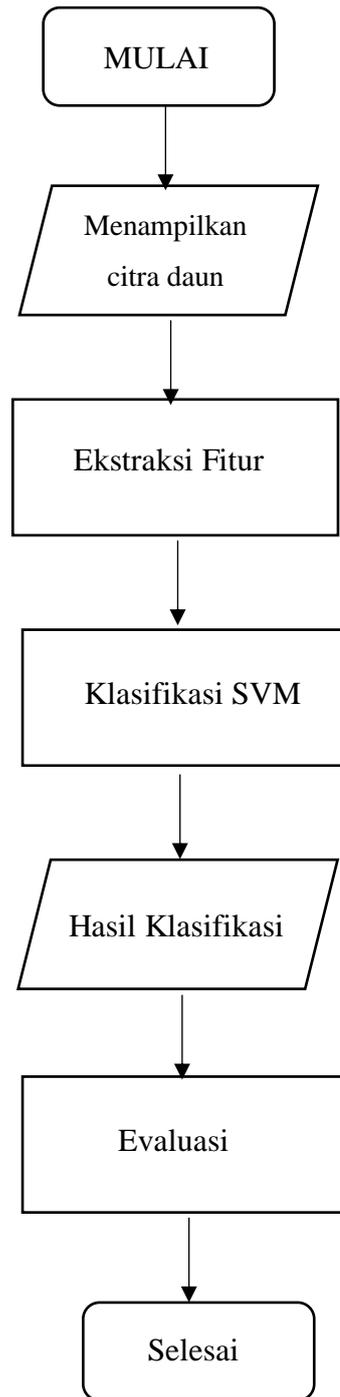
No.	Penyakit Daun	Class
1.	Daun Busuk	1
2.	Daun Berjamur	2
3.	Daun Normal/Sehat	3

6. Klasifikasi dengan SVM dengan menggunakan persamaan 2.7.
7. Selanjutnya menghitung tingkat akurasi berdasarkan citra daun tomat uji yang dipakai dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

3.4 *Flowchart*

Flowchart berfungsi untuk menunjukkan alur proses dari sistem yang akan dibangun. Adapun *flowchart* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *flowchart* klasifikasi. Berikut adalah keseluruhan dari *flowchart* sistem yang akan dibangun:



Gambar 3.1 FlowChart Alur Penelitian

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

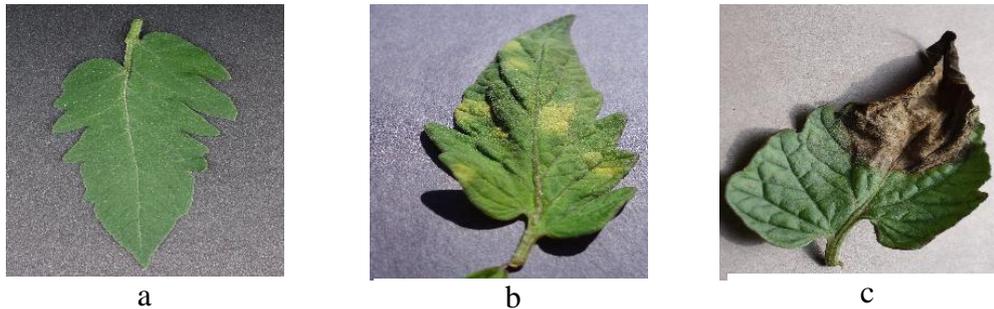
Analisis data pada penelitian ini meliputi pengumpulan data dan analisis kebutuhan untuk mengklasifikasikan penyakit daun tomat berdasarkan tekstur daun. Pengumpulan data dilakukan dalam bentuk kumpulan data daun tomat berformat .jpg untuk mendapatkan beberapa informasi yang relevan dengan pengembangan sistem pengujian klasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan tekstur daun, yang didapatkan dari *web Kaggle* beresolusi 256×256 dengan format RGB. Analisis kebutuhan terdiri dari kebutuhan proses, kebutuhan masukan input, dan kebutuhan keluaran (*output*). Sebuah analisis kebutuhan proses yang menggambarkan bagaimana sistem bekerja dan proses apa yang nantinya akan digunakan. Dimulai dengan data input, kemudian diproses oleh sistem menjadi data output (tampilan akhir sistem).

Implementasi Matlab menggunakan *Gabor filter* untuk mengekstraksi penyakit daun tomat dan *Support Vector Machine* untuk klasifikasi penyakit daun tomat, yaitu menggunakan matlab 2017. Berikut langkah - langkah program, yaitu:

4.1.1. Dataset Citra Daun Tomat

Penelitian ini merupakan proses klasifikasi menggunakan support vector machine dan metode *gabor filter* yang diterapkan untuk ekstraksi citra daun tomat menggunakan sampel fitur berformat jpg, kemudian diekstraksi ke rgb dengan resolusi 256×256 untuk proses hitungan manual. Adapun citra sampel daun tomat yang akan diekstraksi terdiri dari 3 buah citra dengan ukuran data citra beresolusi

256x256 dengan jumlah Daun Normal 200 gambar, Jamur 200 gambar, Busuk 200 gambar dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.1 a. DaunNormal, b. Daun Jamur, c. Daun Busuk

Pada gambar (4.1), diambil dengan nilai pixel citra sebanyak 2x2 pixel yang setelahnya diproses menjadi dataset menggunakan metode *gabor filter*. Sebelum diekstraksi dengan *gabor filter* terlebih dahulu nilai citra dirubah kedalam *grayscale* (abu-abu).

4.1.2. Konversi Citra RGB ke *Grayscale*

Sesudah citra daun tomat di input yang kemudian dilakukan konversi kedalam bentuk *grayscale* dengan proses awal mencari nilai matrik RGB dengan bantuan program MATLAB sebagai berikut:

1. Contoh nilai Pixel 2x2 Citra Daun Busuk. Berikut ini ialah contoh nilai pixel sampel 2x2 dari citra daun tomat busuk:

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



Gambar 4.2 Citra Daun Busuk Dan Contoh Nilai Pixel 2x2

Berdasarkan gambar 4.2, langkah selanjutnya ialah melakukan *grayscale* yang nantinya dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dari persamaan diatas, maka perhitungan untuk matriks (0,0) sampai dengan matriks (1,1) adalah:

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

$$G(0,0) = (0.21 \times 145) + (0.71 \times 120) + (0.07 \times 7) = 116,14$$

$$G(0,1) = (0.21 \times 115) + (0.71 \times 205) + (0.07 \times 35) = 172,15$$

$$G(1,0) = (0.21 \times 98) + (0.71 \times 13) + (0.07 \times 170) = 41,71$$

$$G(1,1) = (0.21 \times 62) + (0.71 \times 110) + (0.07 \times 25) = 92,87$$

Tabel 4.1 Hasil Nilai Pixel 2 x 2 *Grayscale* Sampel Daun Busuk

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



Gambar 4.3 Citra GrayScale Daun Tomat Busuk

2. Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Normal

Adapun nilai pixel sampel 2x2 dari citra daun tomat normal adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Citra Daun Tomat Normal

Tabel 4.2 Hasil Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Normal

xy	0	1
0	40	120
	180	6
	21	85
1	25	12
	5	66
	111	155

Berdasarkan matriks diatas tahap selanjutnya melakukan proses *GreyScale* dihitung dengan Rumus:

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

Dari persamaan diatas menghitung matriks (0,0) sampai (1,1)

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

$$G(0,0) = (0.21 \times 40) + (0.71 \times 180) + (0.07 \times 21) = 136,35$$

$$G(0,1) = (0.21 \times 25) + (0.71 \times 5) + (0.07 \times 111) = 9,58$$

$$G(1,0) = (0.21 \times 120) + (0.71 \times 6) + (0.07 \times 85) = 30,06$$

$$G(1,1) = (0.21 \times 12) + (0.71 \times 66) + (0.07 \times 155) = 50,47$$

Maka dihasilkan nilai pixel 2x2 dalam format *GreyScale* sampel daun tomat normal

Tabel 4.3 Hasil Nilai Pixel 2x2 Grayscale Sampel Daun Tomat Normal

x\y	0	1
0	136,35	9,58
1	30,06	50,47



Gambar 4.5 Citra GrayScale Daun Normal

3. Nilai Pixel 2x2 Citra Daun berjamur



Gambar 4.6 Citra Daun Tomat Jamur

Tabel 4.4 Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Jamur

x/y	0	1
0	199	161
	187	149
	189	151

1	160	174
	148	162
	170	164

Berdasarkan matriks diatas tahap selanjutnya melakukan proses *GreyScale* dihitung dengan Rumus:

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

Dari persamaan diatas menghitung matriks (0,0) sampai (2,2)

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

$$G(0,0) = (0.21 \times 199) + (0.71 \times 187) + (0.07 \times 189) = 187,79$$

$$G(0,1) = (0.21 \times 160) + (0.71 \times 148) + (0.07 \times 170) = 150,58$$

$$G(1,0) = (0.21 \times 161) + (0.71 \times 149) + (0.07 \times 151) = 150,17$$

$$G(1,1) = (0.21 \times 174) + (0.71 \times 162) + (0.07 \times 164) = 163,04$$

Maka dihasilkan nilai pixel 2x2 dalam format *GreyScale* sampel daun tomat jamur

Tabel 4.5 Hasil Nilai Pixel 2x2 Grayscale Sampel Daun Tomat Jamur

x\y	0	1
0	187,79	150,58
1	150,17	163,04



Gambar 4.7 Citra GrayScale Daun Berjamur

4.1.3. Ekstraksi Citra 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.

$$\text{Mean Daun Busuk} = (116,14 + 41,71 + 172,15 + 92,87) / 4 = 105,717$$

$$\text{Mean Daun berjamur} = (187,79 + 150,58 + 150,17 + 163,04) / 4 = 162,89$$

$$\text{Mean Daun Normal} = (136,35 + 30,06 + 9,58 + 50,47) / 4 = 56,61$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi nilai *grayscale* citra daun tomat busuk dengan *gabor filter* sesuai dengan kordinat citranya menggunakan persamaan 2.2. Selanjutnya dilakukan ekstraksi nilai *grayscale* citra daun dengan *gabor filter* sesuai dengan kordinat citranya.

Contoh perhitungan ekstrasi citra daun tomat busuk. Berikut adalah langkah-langkah proses ekstraksi citra daun tomat busuk menggunakan *gabor filter* sesuai dengan kordinat citranya:

A. Ekstraksi Daun Busuk

1. Ekstraksi *gabor filter* kordinat $x, y = 0,0$

Diketahui:

$$\text{Koordinat: } G(x, y) = 116,14$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σy dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,170 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya mencari nilai σx dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times 4}{2,1071 \times 1} = 1,041 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
&= 0,707((116,14 \times \cos 30^\circ) + (116,14 \times \sin 30^\circ)) \\
&= 0,707((116,14 \times 0,866) + (116,14 \times 0,5)) \\
&= 0,707(158,647) = 112
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y} \right\}} + e^{2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)} \right) \\
&= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{116,14}{1,041} + \frac{116,14}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 112)} \right) \\
&= 0,159 \times (e^{231} + e^{703}) \\
&= 0,159(231 + 703) = 148,59
\end{aligned}$$

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

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

2. Ekstraksi *gabor filter* kordinat $x, y = 1,0$

Diketahui:

$$\text{Koordinat: } x = 41,71$$

$$y = 41,71$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σy dengan persamaan

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

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\
&= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\
&= \frac{0,5486}{2,170 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971
\end{aligned}$$

Berikutnya mencari nilai σx dengan persamaan

$$\begin{aligned}
\sigma x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\
&= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\
&= \frac{0,5486 \times 4}{2,1071 \times 1} = 1,041
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
&= 0,707((41,71 \times \cos 30^\circ) + (41,71 \times \sin 30^\circ)) \\
&= 0,707((41,71 \times 0,866) + (41,71 \times 0,5)) \\
&= 0,707(56,97) = 40
\end{aligned}$$

Setelah diketahui seluruh nilai yang dicari, masukkan ke persamaan

Gabor dibawah ini untuk mencari nilai gabor.

$$\begin{aligned}
G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y} \right\}} + e^{2\pi \mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta)} \right) \\
&= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{41,71}{1,041} + \frac{41,71}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 40)} \right) \\
&= 0,159 \times (e^{\{83\}} + e^{\{251\}}) \\
&= 0,159 (83 + 251) = 53,137
\end{aligned}$$

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

$$105,717/53,137 = 1,9$$

3. Ekstraksi *gabor filter* kordinat $x, y = 0,1$

Diketahui:

$$Koordinat : x = 172,15, y = 172,15$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,170 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya mencari nilai σ_x dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times 4}{2,1071 \times 1} = 1,041 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 0,707((172,15 \times \cos 30^\circ) + (172,15 \times \sin 30^\circ)) \\ &= 0,707((172,15 \times 0,866) + (172,15 \times 0,5)) \\ &= 0,707(235,15) = 166 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y} \right\}} + e^{2\pi\mu_0(x\cos\theta + y\sin\theta)} \right) \\ &= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{172,15}{1,041} + \frac{172,15}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 166)} \right) \\ &= 0,159 \times (e^{\{343\}} + e^{\{1042\}}) \\ &= 0,159(343 + 1042) = 220,2 \end{aligned}$$

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

$$105,717/220,2 = 0,48$$

4. Ekstraksi *gabor filter* kordinat $x, y = 1,1$

Diketahui:

Koordinat:

$$x = 92,87, y = 92,87$$

$$\theta = 30^\circ \text{ atau } (0,1667\pi)$$

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 \sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\
 &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\
 &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\
 &= \frac{0,5486}{2,170 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971
 \end{aligned}$$

Berikutnya mencari nilai σ_x dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 \sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\
 &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\
 &= \frac{0,5486 \times 4}{2,1071 \times 1} = 1,041
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= 0,707((92,87 \times \cos 30^\circ) + (92,87 \times \sin 30^\circ)) \\
 &= 0,707((92,87 \times 0,866) + (92,87 \times 0,5)) \\
 &= 0,707(128,71) = 91
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui seluruh nilai yang dicari, masukkan ke persamaan

Gabor dibawah ini untuk mencari nilai gabor.

$$\begin{aligned}
 G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y} \right\}} + e^{2\pi\mu_0(x\cos\theta + y\sin\theta)} \right) \\
 &= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{92,87}{1,041} + \frac{92,87}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 91)} \right)
 \end{aligned}$$

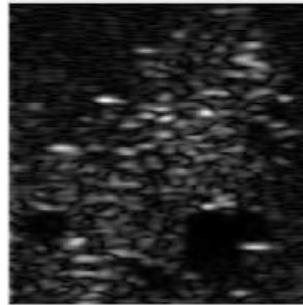
$$= 0,159 \times (e^{185} + e^{571})$$

$$= 0,159(185 + 571) = 120,257$$

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

$$105,717/120,257 = 0,879$$

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



Gambar 4.8 Hasil Citra Magnitude Daun Tomat Busuk

Setelah didapatkan contoh nilai ekstraksi citra daun tomat 2x2 pixel menggunakan metode *gabor filter*, selanjutnya adalah melakukan klasifikasi menggunakan algoritma SVM. Adapun contoh nilai citra daun tomat hasil ekstraksi sebagai berikut:

Tabel 4.6 Contoh Pixel Citra Daun Tomat Busuk Ekstraksi Gabor filter

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

B. Ekstraksi Citra Daun Tomat Normal

Adapun berikut adalah langkah-langkah proses ekstraksi citra daun tomat normal menggunakan *gabor filter* sesuai dengan kordinat citranya:

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

Diketahui:

$$\text{Koordinat } x=136,35, y=136,35$$

$$\theta = 30^\circ \text{ atau } (0,1667\pi)$$

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2} \times 3,14 \times 0,707 \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
&= 0,707((136,35 \times \cos 30^\circ) + (136,35 \times \sin 30^\circ)) \\
&= 0,707((136,35 \times 0,866) + (136,35 \times 0,5)) \\
&= 0,707(186,25) = 132
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} (e^{\{\frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y}\}} + e^{2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)}) \\
&= \frac{1}{2 \times 3,14} (e^{\{\frac{136,35}{1,041} + \frac{136,35}{0,971}\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 132)}) \\
&= 0,159 \times (e^{271} + e^{827}) \\
&= 0,159(271 + 827) = 174,638
\end{aligned}$$

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

$$56,61/174,638 = 0,324$$

2. Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 1,0$

Diketahui:

Koordinat:

$$x=9.58$$

$$\beta\theta = 30^\circ$$

$$y=9.58$$

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

$$\theta = 30^\circ \text{ atau } (0,1667\pi)$$

Langkah pertama adalah mencari nilai σ_y , dengan persamaan

$$\begin{aligned}
\sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\
&= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}
\end{aligned}$$

$$= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971$$

Berikutnya adalah mencari nilai σx , dengan persamaan

$$\begin{aligned}\sigma x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}&= 0,707((9,58 \times \cos 30^\circ) + (9,58 \times \sin 30^\circ)) \\ &= 0,707((9,58 \times 0,866) + (9,58 \times 0,5)) \\ &= 0,707(13,08) = 9\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(\exp\left\{\frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y}\right\} + \exp(2\pi\mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta)) \right) \\ &= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{9,58}{1,041} + \frac{9,58}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 9) \right) \\ &= 0,159 \times (\exp\{19\} + \exp\{58\}) \\ &= 0,159((19 e + 0) + (58 e + 0)) \\ &= 0,159(19 + 58) = 12,266\end{aligned}$$

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

$$56,61/12,266 = 4,615$$

3. Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 0,1$

Diketahui:

$$\text{Koordinat: } x = 30,06, y = 30,06$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 0,707((30,06 \times \cos 30^\circ) + (30,06 \times \sin 30^\circ)) \\ &= 0,707((30,06 \times 0,866) + (30,06 \times 0,5)) \\ &= 0,707(41,06) = 29 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} (e^{\{\frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y}\}} + e^{(2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta))}) \\
 &= \frac{1}{2 \times 3,14} (e^{\{\frac{30,06}{1,041} + \frac{30,06}{0,971}\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 29)}) \\
 &= 0,159 \times (e^{60} + e^{182}) \\
 &= 0,159(60 + 182) = 38,496
 \end{aligned}$$

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

$$56,61/38,496 = 1,471$$

4. Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 1,1$

Diketahui:

$$\text{Koordinat } x = 50,47, y = 50,47$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σy dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 \sigma y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\
 &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\
 &= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971
 \end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σx , dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 \sigma x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\
 &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\
 &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= 0,707((50,47 \times \cos 30^\circ) + (50,47 \times \sin 30^\circ)) \\
 &= 0,707((50,47 \times 0,866) + (50,47 \times 0,5)) \\
 &= 0,707(68,94) = 49
 \end{aligned}$$

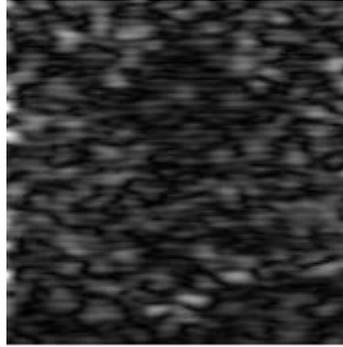
Setelah diketahui seluruh nilai yang dicari, masukkan ke persamaan Gabor dibawah ini untuk mencari nilai gabor.

$$\begin{aligned}
 G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} (e^{\left\{\frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y}\right\}} + e^{(2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta))}) \\
 &= \frac{1}{2 \times 3,14} (e^{\left\{\frac{50,47}{1,041} + \frac{50,47}{0,971}\right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 49)}) \\
 &= 0,159 \times (e^{100} + e^{306}) \\
 &= 0,159(100 + 306) = 64,637
 \end{aligned}$$

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

$$56,61/64,637 = 0,875$$

Berdasarkan hasil ekstraksi *gabor filter* didapatkan nilai *magnitude* untuk daun tomat normal sebagai berikut:



Gambar 4.9 Hasil Citra Magnitude Daun Normal

Tabel 4.9 Contoh Nilai Pixel Citra Ekstraksi *Gabor filter* Daun Normal

x/y	0	1
0	0,324	1,471
1	4,615	0,875

Berdasarkan pada perhitungan di atas, didapatkan dataset citra daun tomat normal hasil ekstraksi *gabor filter* pada 4 pixel, selanjutnya dilakukan proses perhitungan yang sama pada semua pixel yaitu 0,679, 2,178, 0,473 dan 0,92.

C. Ekstraksi Citra Daun Berjamur

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

Diketahui:

$$\text{Koordinat } x = 187,79, y = 187,79$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,5486}{\sqrt{2} \times 3,14 \times 0,707 \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\
&= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971
\end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σx , dengan persamaan

$$\begin{aligned}
\sigma x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\
&= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\
&= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
&= 0,707((187,79 \times \cos 30^\circ) + (187,79 \times \sin 30^\circ)) \\
&= 0,707((187,79 \times 0,866) + (187,79 \times 0,5)) \\
&= 0,707(256,525) = 181,36
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y} \right\}} + e^{2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)} \right) \\
&= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{187,79}{1,041} + \frac{187,79}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 181,36)} \right) \\
&= 0,159 \times (e^{373} + e^{1139}) \\
&= 0,159(373 + 1139) = 240,408
\end{aligned}$$

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

$$162,895/240,408 = 0,677$$

2. Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 1,0$

Diketahui:

$$\text{Koordinat } x = 150,58, y = 150,58$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σ_y , dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2} \times 3,14 \times 0,707 \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 0,707((150,58 \times \cos 30^\circ) + (150,58 \times \sin 30^\circ)) \\ &= 0,707((150,58 \times 0,866) + (150,58 \times 0,5)) \end{aligned}$$

$$= 0,707(205,69) = 145,42$$

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

$$\begin{aligned} G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} (e^{\left\{\frac{x}{\sigma x} + \frac{y}{\sigma y}\right\}} + e^{2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)}) \\ &= \frac{1}{2 \times 3,14} (e^{\left\{\frac{150,58}{1,041} + \frac{150,58}{0,971}\right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 145,42)}) \\ &= 0,159 \times (e^{299} + e^{914}) \\ &= 0,159(299 + 914) = 192,867 \end{aligned}$$

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

$$162,895/192,867 = 0,844$$

3. Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 0,1$

Diketahui:

$$\text{Koordinat } x = 150,17, y = 150,17$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σy dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σx , dengan persamaan

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}&= 0,707((150,17 \times \cos 30^\circ) + (150,17 \times \sin 30^\circ)) \\ &= 0,707((150,17 \times 0,866) + (150,17 \times 0,5)) \\ &= 0,707(205,125) = 145,02\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} (e^{\frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y}} + e^{2\pi\mu_0(x\cos\theta + y\sin\theta)}) \\ &= \frac{1}{2 \times 3,14} (e^{\{\frac{150,17}{1,041} + \frac{150,17}{0,971}\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 145,02)}) \\ &= 0,159 \times (e^{298} + e^{911}) \\ &= 0,159(298 + 911) = 190,8\end{aligned}$$

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

$$162,895/190,8 = 0,853$$

4. Ekstraksi *gabor filter* koordinat $x, y = 1,1$

Diketahui:

$$\text{Koordinat: } x = 163,04, y = 163,04$$

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

$$\beta\theta = 30^\circ$$

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

Langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \cdot \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{\sqrt{2} \times 3,14 \times 0,707 \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5486}{2,1071 \times 0,2679} = \frac{0,5486}{0,5646} = 0,971 \end{aligned}$$

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{BF+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{BF-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})} \\ &= \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 0,707((163,04 \times \cos 30^\circ) + (163,04 \times \sin 30^\circ)) \\ &= 0,707((163,04 \times 0,866) + (163,04 \times 0,5)) \\ &= 0,707(222,71) = 157,45 \end{aligned}$$

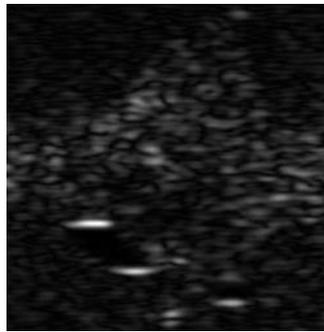
Setelah diketahui seluruh nilai yang dicari, masukkan ke persamaan Gabor dibawah ini untuk mencari nilai gabor.

$$\begin{aligned}
G(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left(e^{\left\{ \frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y} \right\}} + e^{2\pi\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)} \right) \\
&= \frac{1}{2 \times 3,14} \left(e^{\left\{ \frac{163,04}{1,041} + \frac{163,04}{0,971} \right\}} + e^{(2 \times 3,14 \times 157,45)} \right) \\
&= 0,159 \times (e^{324} + e^{989}) \\
&= 0,159(324 + 989) = 208,767
\end{aligned}$$

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

$$162,895/208,767 = 0,780$$

Berdasarkan hasil esktraksi *gabor filter* didapatkan nilai *magnitude* untuk daun tomat normal sebagai berikut:



Gambar 4.10 Hasil Citra Magnitude Daun Berjamur

Tabel 4.10 Contoh Pixel Citra Nilai Ekstraksi *Gabor filter* Daun Berjamur

x/y	0	1
0	0,677	0,844
1	0,853	0,780

Berdasarkan pada perhitungan di atas, didapatkan dataset citra daun tomat berjamur hasil ekstraksi *gabor filter* pada 4 pixel, selebihnya dilakukan proses perhitungan yang sama pada semua pixel yaitu 0,677, 0,853, 0,844 dan 0,780.

Setelah didapatkan nilai ekstraksi citra daun tomat 2x2 pixel menggunakan metode *gabor filter*, selanjutnya adalah melakukan klasifikasi menggunakan algoritma SVM. Adapun nilai citra daun tomat hasil ekstraksi sebagai berikut:

Tabel 4.9 Data Contoh Nilai Citra Daun Tomat Ekstraksi *Gabor filter*

Kor	Daun Tomat Normal		Kor	Daun Tomat Jamur		Kor	Daun Tomat Busuk	
	0	1		0	1		0	1
x/y	0	1	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

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

1. Energy

- a. Adapun energy dari daun tomat normal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j)^2 \\ &= (0,324^2) + (4,615^2) + (1,471^2) + (0,875^2) \\ &= 0,104 + 17,30 + 2,16 + 0,765 \\ &= 20,32 \end{aligned}$$

- b. Adapun Energi dari daun tomat berjamur adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j)^2 \\ &= (0,677^2) + (0,853^2) + (0,844^2) + (0,780^2) \\ &= 0,598 + 0,727 + 0,712 + 0,608 \end{aligned}$$

$$= 2,645$$

c. Adapun Energi dari daun tomat busuk adalah sebagai berikut:

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

2. Entropy

a. Adapun *entropy* dari daun tomat normal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j) \log(p(i,j)) \\ &= (0,324 \log 0,324) + (4,615 \log 4,615) + (1,471 \log 1,471) \\ & \quad + (0,875 \log 0,875) \\ &= (-0,158) + 3,065 + (0,246) + (-0,050) \\ &= 3,103 \end{aligned}$$

b. Adapun *entropy* dari daun tomat berjamur adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j) \log(p(i,j)) \\ &= (0,677 \log 0,677) + (0,853 \log 0,853) + (0,844 \log 0,844) \\ & \quad + (0,780 \log 0,780) \\ &= (-0,114) + (-0,058) + (-0,062) + (-0,084) \\ &= -0,318 \end{aligned}$$

c. Adapun *entropy* dari daun tomat busuk adalah sebagai berikut:

$$\sum_{ij} p(i,j) \log(p(i,j))$$

$$\begin{aligned}
&= (0,71 \log 0,71) + (1,9 \log 1,9) + (0,48 \log 0,48) \\
&\quad + (0,92 \log 0,92) \\
&= 0,105 + 0,529 + (-0,153) + (-0,033) \\
&= 0,82
\end{aligned}$$

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 4.10 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 against all*. Adapun rumus dari SVM *one against all* adalah sebagai berikut:

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

Diketahui

$$y = 1, 2, 3$$

$$\text{Dataset} = \begin{bmatrix} 5,19 & 0,82 \\ 2,645 & -0,318 \\ 20,32 & 3,103 \end{bmatrix}$$

4.1.4. Ekstraksi Fitur Warna

Berikut merupakan contoh perhitungan dari MEAN, Standart Deviasi, dan

Skewness yang menggunakan sample matrik 2x2:

1. Rata-rata Warna RGB Pixel 2x2

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

Rata-rata Pixel 2x2

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{R(0,0) + R(0,1) + R(1,0) + R(1,1)}{4} \\
 &= \frac{145 + 115 + 98 + 62}{4} \\
 &= \frac{420}{4} \\
 &= 105
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G &= \frac{G(0,0) + G(0,1) + G(1,0) + G(1,1)}{4} \\
 &= \frac{120 + 205 + 13 + 110}{4} \\
 &= \frac{448}{4} \\
 &= 112
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{7 + 35 + 170 + 24}{4} \\
 &= \frac{237}{4} \\
 &= 59,25
 \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan diatas didapatkan sample nilai MEAN R (*Red*) = 105, MEAN G (*Green*) = 112, dan MEAN B (*Blue*) = 59,25.

2. Standar Deviasi Contoh Pixel 2x2

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \mu)^2}{N}}$$

Ket:

σ = Standar Deviasi

$\mu_R=105$

x_i = Nilai Pixel

$\mu_G=112$

μ = Data R, G, B

$\mu_B=59,25$

N = Jumlah Pixel

Standar Deviasi R

$$\begin{aligned}
 \sigma_R &= \sqrt{\sum \frac{(x_i - \mu)^2}{N}} \\
 &= \sqrt{\frac{(145 - 105)^2 + (115 - 105)^2 + (98 - 105)^2 + (62 - 105)^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{1600 + 100 + 49 + 1849}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{3598}{4}} = \sqrt{899.5} = 29,9
 \end{aligned}$$

Standar Deviasi G

$$\begin{aligned}
 \sigma G &= \sqrt{\sum \frac{(x_i - \mu)^2}{N}} \\
 &= \sqrt{\frac{(120 - 112)^2 + (205 - 112)^2 + (113 - 112)^2 + (110 - 112)^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{64 + 8649 + 9801 + 4}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{18515}{4}} = \sqrt{4628,75} = 68,03
 \end{aligned}$$

Standar Deviasi B

$$\begin{aligned}
 \sigma B &= \sqrt{\sum \frac{(x_i - \mu)^2}{N}} \\
 &= \sqrt{\frac{(7 - 59,26)^2 + (35 - 59,25)^2 + (170 - 59,25)^2 + (25 - 59,25)^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{2730,06 + 451,56 + 12265,56 + 1173,06}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{16620,24}{4}} = \sqrt{4155,06} = 64,45
 \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan diatas didapatkan sample nilai *Standart Deviasi*

R (Red) = 29,9, Standart Deviasi G (Green) = 68,03, Standart Deviasi

B (Blue) = 64,45.

3. Skewness Pixel 2x2

$$SK = \frac{X - M}{S}$$

Ket:

SK = Skewness	XG = 112
X = Rata-rata R, G, B	XB = 59,25
M = Median R, G, B	SR = 29,9
S = Standar Deviasi R, G, B	SG = 68,03
XR = 105	SB = 64, 65

Berikut perhitungan nilai median R, G, B untuk mendapatkan nilai

Skewness:

Median R (145, 115, 98, 62)

$$MR = \frac{115 + 98}{2} = \frac{213}{2} = 106.5$$

Median G (120, 205, 13, 110)

$$MG = \frac{205 + 13}{2} = \frac{218}{2} = 109$$

Median B (7, 35, 170, 25)

$$MB = \frac{35 + 170}{2} = \frac{205}{2} = 102,5$$

Perhitungan Skewness:

Skewness R

$$SKR = \frac{XR - MR}{SR} = \frac{105 - 106.5}{29.9} = \frac{-1,5}{29,9} = -0,0501$$

Skewness G

$$SKG = \frac{XG - MG}{SG} = \frac{112 - 109}{68,03} = \frac{3}{68,03} = 0,0440$$

Skewness B

$$SKB = \frac{XB - MB}{SB} = \frac{59,25 - 102,5}{64,45} = \frac{-43,25}{64,45} = -0,6710$$

Dari contoh perhitungan diatas didapatkan sample nilai *Skewness R (Red)*

= $-0,0501$, *Skewness G (Green)*

= $0,0440$, *Skewness B (Blue)*

= $-0,6710$.

4.1.5. Vektor Fitur

Vektor fitur yang dihasilkan pada pengolahan citra daun tomat berjumlah 12 fitur. Fitur tersebut merupakan fitur dasar pengolahan citra untuk menghasilkan nilai yang dapat diolah. Berikut sample nilai 12 fitur dari 5 image:

Tabel 4.11 Tabel Sample Nilai 12 Fitur Dari 5 Image

No.	1	2	3	4	5
CiriR	117.8557	100.6486	114.6261	114.6261	111.8652
CiriG	110.8969	93.4499	114.9366	114.9366	112.1922
CiriB	93.8047	84.0001	97.061	97.061	90.6773
StdR	15.3173	8.4475	15.8063	15.8063	10.6752
StdG	13.9557	8.2952	11.5189	11.5189	9.1525
StdB	13.7134	9.3477	14.1408	14.1408	9.8004
SkewnR	-0.9642	-0.3812	-0.4204	-0.4204	-0.7125
SkewnG	-0.9697	-0.3458	-0.6602	-0.6602	-0.5216
SkewnB	-1.1142	0.1396	-0.2486	-0.2486	-0.7709
MEAN	87.6468	81.6814	88.9225	88.9225	117.6591

ENG	0.028	0.011	0.0111	0.0111	0.0113
ENT	7.51E+03	6.51E+03	7.73E+03	7.73E+03	1.36E+04

Dari tabel vektor fitur di atas merupakan hasil nilai CiriR, CiriG, CiriB yang merupakan nilai RGB pada suatu gambar yang diolah. Nilai StdR, StdG, StdB merupakan nilai standart deviasi atau sebaran nilai dari rata-rata intensitasnya. Nilai SkewnR, SkewnG, SkewnB merupakan tingkat ketidaksimetrisan dari sebuah gambar atau bisa disebut gradient error. Untuk nilai Mean, ENG, ENT merupakan hasil nilai dari semua fitur yang dihasilkan.

4.1.6. Proses Pelatihan SVM

Sebelum melakukan klasifikasi menggunakan SVM terlebih dahulu menggunakan pelatihan dan pencarian *Hyperlane*. Karena terdapat dua fitur x yaitu x_1 (nilai energi) dan x_2 (nilai entropy) maka akan digunakan dua bobot w_1 dan w_2 . Selanjutnya meminimalkan margin dengan rumus:

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

sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

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

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

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

Kemudian mencari nilai w dengan persamaan (1), (2) dan (3) diatas seperti berikut:

$$5,19 w_1 + 0,82w_2 + b \geq 1$$

$$3,29 w_1 - 0,636w_2 + 2b \geq 1$$

$$60,96 w_1 + 3,309w_2 + 3b \geq 1$$

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

$$w_2 = 0.82 - 0.636 + 3.309 = 3.493$$

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

$$\begin{aligned} 5,19 (69,44) + 0.82(3.493) + b &= 1 \\ 3,29 (69,44) - 0.636(3.493) + 2b &= 1 \\ \frac{588.8512 + 0.642712 + 3b}{6} &= 2 \\ 60,96 (69,44) + 3.309(3.493) + 3b &= 1 \\ \frac{4821.9136 + 12.201049 + 6b}{6} &= 3 \\ b &= \frac{3 - 4821.9136 - 12.201049}{6} = -805.0335 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.12 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]

4.1.7. Proses Pengujian Klasifikasi SVM

Pada proses ini, pertama yang dilakukan ialah melakukan teknik *greyscale*, kemudia ekstraksi citra daun tomat busuk *grayscale* dengan *gabor filter*, hasil ekstraksi citra *gabor filter* di tentukan energy dan entropinya menggunakan metode SVM. Adapun tahapan dilakukan dengan cara yang sama sehingga menghasilkan nilai *energy* dan *entropy* sebagai tabel berikut:

Tabel 4.13 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:

$$\begin{aligned}
 K = 1 & e^{(1\| [6,96 \ 1,11] - [5,19 \ 0,82] \|^2)} \\
 & = e^{(1\| [6,96-5,19 \ 1,11-0,82] \|^2)} \\
 & = e^{(1(\sqrt{1,77^2 + 0,29^2})^2)} \\
 & = e^{(1(\sqrt{3,217})^2)} \\
 & = e^{(1(1.794))} \\
 & = 1.794
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K = 2 & e^{(2\| [6,96 \ 1,11] - [3,29 \ 0,636] \|^2)} \\
 & = e^{(2\| [6,96-3,29 \ 1,11-0,636] \|^2)} \\
 & = e^{(2(\sqrt{3,67^2 + 0,474^2})^2)} \\
 & = e^{(2(\sqrt{13,693})^2)} \\
 & = e^{(2(3.700))} \\
 & = 7.401
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K = 3 & e^{(3\| [6,96 \ 1,11] - [20,32 \ 3,103] \|^2)} \\
 & = e^{(3\| [6,96-20,32 \ 1,11-3,103] \|^2)} \\
 & = e^{(3(\sqrt{-13,36^2 + 1,99^2})^2)} \\
 & = e^{(3(\sqrt{182,462})^2)} \\
 & = e^{(3(427.1557))} \\
 & = 1281.467
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Klasifikasi} &= \text{sum}(\text{kernel}(K)) + b \\ &= 1290,662 + (-805.0335) \\ &= 485,629 \end{aligned}$$

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

4.2. Hasil Pengujian

Beberapa tahapan yang akan dibahas mengenai hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu pengujian dan penerapan sebagai berikut.

4.2.1 Hasil Pengujian Berdasarkan Target

Hasil pengolahan citra menunjukkan bahwa tabulasi dari data test maka didapatkan hasil sebagai berikut:

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

Predicted Class

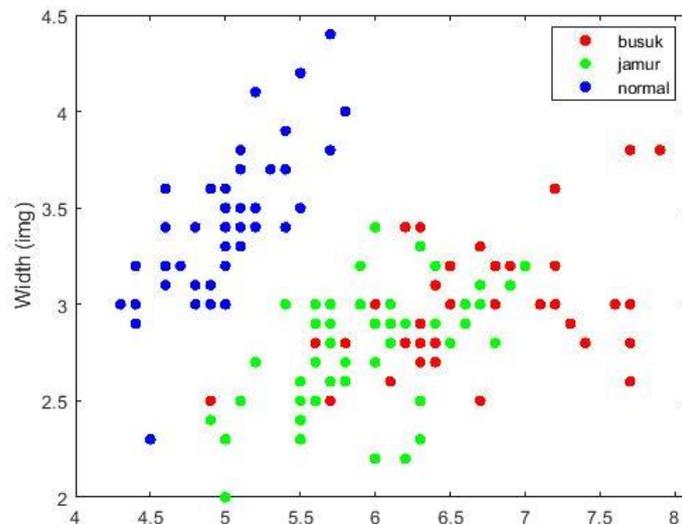
Gambar 4.11 Hasil Tabulasi dari dataset

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

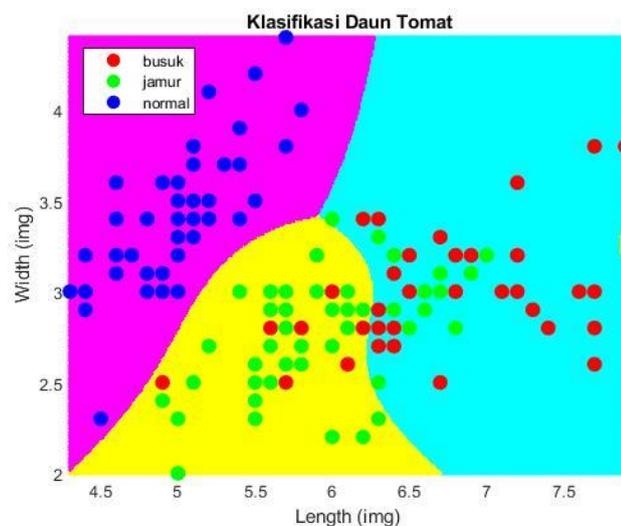
benar sesuai prediksi sejumlah 90 gambar daun tomat. Kotak matriks yang berwarna merah, merah muda dan putih menunjukkan data salah tidak sesuai prediksi sejumlah 30 gambar daun tomat.

4.2.2 Hasil Pengujian *Hyper Plane with Area and Non Area*

Berdasarkan hasil pengolahan citra yang menggunakan program Matlab maka dihasilkan titik HyperPlane untuk mempermudah pembaca membagi klasifikasi berdasarkan titik klasifikasi yang dikelompokkan menjadi 3 area berbeda. Yang ditampilkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.12 Grafik Hyper Plane Non Area

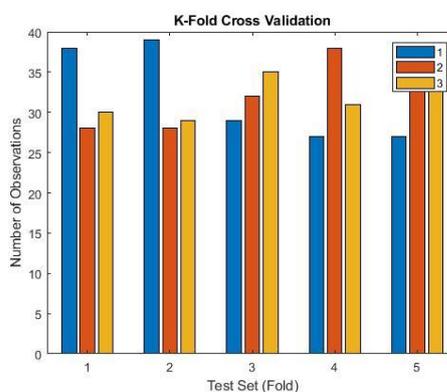


Gambar 4.13 Grafik Hyper Plane With Area

Dari gambar Grafik Hyper Plane diatas 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.

4.2.3 Hasil Pengujian Cross Validation

vBerdasarkan 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 matrik yang sesuai dengan prediksi dan aktual dari gambar tersebut. Berikut confusion matrik 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 4.14 Pembagian Jumlah Database Testing K-Fold Cross Validation

Gambar di atas menunjukkan bahwa hasil dari klasifikasi citra daun tomat menggunakan SVM dan dilanjutkan pengolahan menggunakan Cross Validation supaya mendapatkan hasil akurasi yang lebih maksimal.

4.2.4 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, untuk memungkinkan mesin atau komputer dapat mengenali citra layaknya penglihatan manusia.

4.3 Kajian Integrasi

Pelestarian alam khususnya tumbuhan merupakan kewajiban seluruh manusia. Anjuran pentingnya mencintai dan merawat alam yang kita tinggali dengan cara penanaman pohon atau tumbuh-tumbuhan. Sebagaimana dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 205 yang berbunyi (RI, 2015):

وَأِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya: “Dan dimana apabila ia telah berpaling (dari kamu), maka ia berjalan di bumi ini untuk mengadakan yang namanya kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan.”

Berdasarkan ayat di atas, menegaskan bahwa merawat tanaman atau tumbuhan sangat penting karena mengandung maslahat, baik yang sifatnya duniawi maupun ukhrawi. Maslahat duniawi terkait dengan produksi kebaikan yang dihasilkan berimplikasi tidak hanya kepada orang yang menanam saja, tapi juga bermanfaat bagi masyarakat umum. Maslahat ukhrawi bila seseorang menanam

pohon atau tumbuhan, baik ia niati atau tidak, lalu ada hewan(apapun itu) yang memakan hasil dari tanaman tersebut meski satu biji saja, maka orang tersebut akan diganjar pahala sedekah oleh Allah SWT. Pahala tersebut akan mengalir terus sampai hari kiamat selama pohon atau tumbuhan yang ditanam tersebut masih berkembang biak.

Inti dari penjelasan diatas adalah menjaga, merawat, dan melestarikan alam adalah kewajiban bagi umat manusia. Mendeteksi penyakit daun tomat menjadi salah satu ikhtiar kita untuk menjaga kelangsungan hidup manusia maupun tumbuhan itu sendiri. Dzikir, sholawat dan wirid merupakan pelengkap supaya semua kegiatan yang kita lakukan mendapat berkah dari Allah SWT. Itu juga menjadi kebarokahan tersendiri menjadikan tanaman lebih barokah dan bermanfaat bagi orang lain.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan mengklasifikasi penyakit daun tomat dari citra daun tomat menggunakan metode Gabor Filter 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%.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk peneliti selanjutnya supaya melakukan pengembangan terhadap kualitas dataset, jumlah data, fitur, serta untuk menguji tingkat ketepatan yang lebih baik dalam mengklasifikasi jenis penyakit daun tomat berdasarkan citra daun tomat, maka penulis dapat memberikan saran untuk peningkatan akurasi klasifikasi, perlu adanya perbandingan metode ekstraksi gabor filter dengan metode ekstraksi yang lain dan perlu ditambahi data uji dan data latih yang lebih beragam untuk mendapatkan hasil klasifikasi berupa akurasi yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M. (2019). Klasifikasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode SVM. *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, 4.
- Drajana, I. C. R. (2017). Metode Support Vector Machine dan Forward Selection Prediksi Pembayaran Pembelian Bahan Baku Kopra. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9.
- Hermawan, A. R., Wibowo, A. E., F, D. A., Ningrum, D. F., & Liman, N. S. (2009). Pengklasifikasian Daun Mangga , Salam Dan Sawo Dengan Menggunakan Metode Naive Bayes. *Program Studi Informatika, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya*.
- Junaidi, L. (2007). *The Power Of Wirid: Rahasia dan Khasiat Zikir Setelah Shalat Untuk Kedamaian Jiwa dan Kebugaran Raga* (1 ed.). Jakarta Hikmah.
- Kadir, A., & Susanto, A. (2013). *Teori dan aplikasi pengolahan citra* (Nomor May). Andi.
- Mase, J., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2018). Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) Pada Pengklasifikasian Penyakit Kucing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2, 3648–3654.
- Muchtar, M., & Cahyani, L. (2016). Klasifikasi Citra Daun dengan Metode Gabor Co-Occurence. *Jurnal Sistem Informasi*, 7.
- Mungki, A., Arhandi, P. P., & Ariditya, N. A. (2020). Identifikasi Penyakit Pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur. *Jurnal Informatika Polinema (JIP)*.
- Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika.
- Nazariana, Sinurat, S., & Hutabarat, H. (2018). Analisa Tekstur Citra Biji Kemiri Menggunakan Metode Filter Gabor. *Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, 13(1), 50–54.
- Parapat, I. M., & Furqon, M. T. (2018). *Penerapan Metode Support Vector Machine (SVM) Pada Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak*. 2(10), 3163–3169.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Andi.
- Putra, R. P., Rahmadwati, & Setyawati, O. (2018). Klasifikasi Penyakit Tanaman Kedelai Melalui Tekstur Daun dengan Metode Gabor Filter. *Jurnal EECCIS*, 12(1), 40–46.
- RI, D. A. (2015). *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. CV. Darus Sunnah.
- S, J., S, E., & T, V. (2019). *Digital Image Processing*. Tata McGraw.
- Safitri, R. A., Nurdiani, S., Riana, D., & Hadiani, S. (2019). Klasifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Metode Orde 1 dengan Algoritma Multi Support-Vector Machines. *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, 21(2), 167–172. <https://doi.org/10.31294/p.v21i2.6526>
- Sari, I. E. Y., Furqan, M., & Sriani, S. (2020). Penerapan Metode Otsu dalam Melakukan Segmentasi Citra pada Citra Naskah Arab. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, 20(1), 59–72. <https://doi.org/10.30812/matrik.v20i1.658>
- T, S., W, B. R., & (UNIDUS), U. D. N. (2009). *Teori pengolahan citra digital*. Andi

LAMPIRAN

Lampiran 1: Dataset

GAMBAR KE-	MEAN	ENERGY	ENTROPY
1	491.144	0.0116	2,32E+07
2	900.712	0.0192	7,93E+07
3	900.712	0.0192	7,93E+07
4	451.368	0.0084	1,95E+07
5	451.368	0.0084	1,95E+07
6	451.368	0.0084	1,95E+07
7	451.368	0.0084	1,95E+07
8	792.681	0.0090	6,13E+07
9	792.681	0.0090	6,13E+07
10	792.661	0.0088	6,13E+07
11	792.661	0.0088	6,13E+07
12	1.102.874	0.0119	1,19E+08
13	1.102.874	0.0119	1,19E+08
14	477.307	0.0090	2,18E+07
15	477.307	0.0090	2,18E+07
16	992.531	0.0029	9,65E+07
17	992.531	0.0029	9,65E+07
18	777.661	0.0069	5,89E+07
19	777.661	0.0069	5,89E+07
20	932.465	0.0027	8,51E+07
21	932.465	0.0027	8,51E+07
22	932.346	0.0027	8,51E+07
23	932.346	0.0027	8,51E+07
24	830.359	0.0043	6,73E+07
25	830.359	0.0043	6,73E+07
26	830.449	0.0047	6,73E+07
27	830.449	0.0047	6,73E+07
28	576.269	0.0045	3,21E+07
29	576.269	0.0045	3,21E+07
30	817.194	0.0042	6,52E+07
31	817.194	0.0042	6,52E+07
32	817.196	0.0042	6,52E+07
33	817.196	0.0042	6,52E+07
34	555.169	0.0066	2,97E+07
35	555.169	0.0066	2,97E+07
36	555.173	0.0066	2,97E+07
37	555.173	0.0066	2,97E+07
38	876.209	0.0285	7,50E+07

39	876.209	0.0285	7,50E+07
40	876.468	0.0280	7,51E+07
41	620.002	0.0037	3,72E+07
42	620.002	0.0037	3,72E+07
43	723.094	0.0050	5,09E+07
44	723.094	0.0050	5,09E+07
45	455.239	0.0069	1,98E+07
46	455.239	0.0069	1,98E+07
47	788.839	0.0024	6,07E+07
48	788.839	0.0024	6,07E+07
49	716.377	0.0034	4,99E+07
50	716.377	0.0034	4,99E+07
51	688.043	0.0040	4,60E+07
52	688.043	0.0040	4,60E+07
53	518.240	0.0085	2,58E+07
54	518.240	0.0085	2,58E+07
55	480.105	0.0089	2,21E+07
56	480.105	0.0089	2,21E+07
57	761.130	0.0040	5,64E+07
58	761.130	0.0040	5,64E+07
59	620.747	0.0037	3,73E+07
60	620.747	0.0037	3,73E+07
61	647.764	0.0045	4,07E+07
62	647.764	0.0045	4,07E+07
63	742.860	0.0050	5,37E+07
64	742.860	0.0050	5,37E+07
65	999.918	0.0026	9,80E+07
66	999.918	0.0026	9,80E+07
67	581.958	0.0045	3,27E+07
68	581.958	0.0045	3,27E+07
69	611.392	0.0037	3,62E+07
70	611.392	0.0037	3,62E+07
71	605.328	0.0058	3,54E+07
72	605.328	0.0058	3,54E+07
73	705.388	0.0037	4,84E+07
74	705.388	0.0037	4,84E+07
75	576.053	0.0052	3,20E+07
76	576.053	0.0052	3,20E+07
77	639.128	0.0037	3,96E+07
78	639.128	0.0037	3,96E+07
79	608.943	0.0045	3,59E+07
80	608.943	0.0045	3,59E+07
81	849.650	0.0032	7,05E+07

82	849.650	0.0032	7,05E+07
83	849.652	0.0032	7,05E+07
84	849.652	0.0032	7,05E+07
85	1.002.262	0.0029	9,85E+07
86	1.002.262	0.0029	9,85E+07
87	1.851.414	0.0082	3,39E+08
88	1.851.414	0.0082	3,39E+08
89	1.851.211	0.0082	3,39E+08
90	1.851.211	0.0082	3,39E+08
91	1.851.174	0.0082	3,39E+08
92	1.851.174	0.0082	3,39E+08
93	1.410.637	0.8461	1,96E+08
94	1.410.637	0.8461	1,96E+08
95	1.792.869	0.0029	3,18E+08
96	1.792.869	0.0029	3,18E+08
97	1.474.320	0.0083	2,14E+08
98	1.474.320	0.0083	2,14E+08
99	1.474.304	0.0084	2,14E+08
100	1.474.304	0.0084	2,14E+08
101	1.264.316	0.0032	1,57E+08
102	1.264.316	0.0032	1,57E+08
103	1.444.900	0.0011	2,06E+08
104	1.444.900	0.0011	2,06E+08
105	1.735.011	5,32E+00	2,98E+08
106	1.735.011	5,32E+00	2,98E+08
107	1.735.008	5,32E+00	2,98E+08
108	1.735.008	5,32E+00	2,98E+08
109	1.735.011	5,32E+00	2,98E+08
110	1.735.011	5,32E+00	2,98E+08
111	1.576.280	0.8280	2,46E+08
112	1.576.280	0.8280	2,46E+08
113	1.698.898	0.0035	2,85E+08
114	1.698.898	0.0035	2,85E+08
115	653.351	0.0045	4,14E+07
116	653.351	0.0045	4,14E+07
117	653.342	0.0045	4,14E+07
118	653.342	0.0045	4,14E+07
119	653.351	0.0045	4,14E+07
120	653.351	0.0045	4,14E+07
RATA-RATA	929.888	5,3231	1,03E+08

Lampiran 2: Koding Proses Ekstraksi



```

% Ekstraksi Ciri Tekstur Filter Gabor
I = (rgb2gray(Img));
wavelength = 4;
orientation = 90;
[mag,phase] = imgaborfilt(I,wavelength,orientation);
H = imhist(mag)';
H = H/sum(H);
I = [0:255]/255;
CirIMEAN = mean2(mag);
CiriENG = -H*log2(H+eps)';
CiriENT = (I-CirIMEAN).^2*H';
clc; clear; close all; warning off all;
x = xlsread('fitur_training.xls','A1:L480');
y = xlsread('target_training.xls','A1:A480');
% Klasifikasi SVM
model = fitcecoc(x,y);
xtes = xlsread('fitur_tes.xls','A1:L120');
ytes = xlsread('target_tes.xls','A1:A120');
hasil = predict(model,xtes);
[baris kolom] = size(ytes);
total = 0;
for i=1:baris
    if(ytes(i)==hasil(i))
        total=total+1;
    end
end
akurasi = total*100/baris;
for i=1:baris
    if(hasil(i)==1)
        output(i)="Busuk";
    else
        if(hasil(i)==2)
            output(i)="Jamur";
        else
            if(hasil(i)==3)
                output(i)="Normal";
            else
                output(i)="Tidak Diketahui";
            end
        end
    end
end

```

```

    end
end

% Membuat HyperPlane
X = xlsread('data.xls','A1:B150');
[~,Y] = xlsread('data.xls','E1:E150');
figure
gscatter(X(:,1),X(:,2),Y);
xlabel('Length (img)');
ylabel('Width (img)');
classes=unique(Y);
ms=length(classes);
SVMModels=cell(ms,1);
for j = 1:numel(classes)
    indx=strcmp(Y,classes(j)); % Create binary classes for each
classifier
    SVMModels{j}=fitcsvm(X,indx,'ClassNames',[false
true],'Standardize',true,...
    'KernelFunction','polynomial');
end
e=min(X(:,1)):0.01:max(X(:,1));
f=min(X(:,2)):0.01:max(X(:,2));
[x1 x2]=meshgrid(e,f);
x=[x1(:) x2(:)];
N=size(x,1);
Scores=zeros(N,numel(classes));
for j=1:numel(classes)
    [~,score]=predict(SVMModels{j},x);
    Scores(:,j)=score(:,2); % Second column contains positive-
class scores
end
[~,maxScore]=max(Scores,[],2);
figure
gscatter(x1(:),x2(:),maxScore,'cym');
hold on;
gscatter(X(:,1),X(:,2),Y,'rgb','.',30);
title('{\bf Klasifikasi Daun Tomat}');
xlabel('Length (img)');
ylabel('Width (img)');
axis tight
hold off

% Membuat Confusion Matrix
C = confusionmat(ytes,hasil);
figure, confusionchart(C);

% K-Fold Cross Validation
species = categorical(y);
C = categories(species); % Class names
numClasses = size(C,1);
n = countcats(species);
rng('default') % For reproducibility
cv = cvpartition(species,'KFold',5,'Stratify',false);% Number of
observations in each class
numFolds = cv.NumTestSets;
nTestData = zeros(numFolds,numClasses);
for i = 1:numFolds
    testClasses = species(cv.test(i));

```

```
nCounts = countcats(testClasses); % Number of test set
observations in each class
nTestData(i,:) = nCounts';
end

cvMdl = crossval(model); % Performs stratified 10-fold cross-
validation
cvtrainError = kfoldLoss(cvMdl);
accuracyKFold = (1-cvtrainError)*100;

bar(nTestData)
xlabel('Test Set (Fold)')
ylabel('Number of Observations')
title('K-Fold Cross Validation')
legend(C)

% Membuat Confusion Matrix
C = confusionmat(ytes,hasil);
figure, confusionchart(C);
```

RIWAYAT HIDUP



Muhamad Habibullah, lahir di Malang pada 2 Mei 2000, tinggal di Kalirejo, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Agus Wahyudi dan Ibu Eti Kusmiati. Penulis menempuh pendidikan di TK Sabilul Muchsinin (2005 - 2007), SD Negeri Kalirejo 1 (2007 – 2013), SMP Negeri 1 Lawang (2013 – 2016) dan SMA Negeri 1 Singosari (2016 – 2018). Pada tahun 2018 melalui jalur SNMPTN, penulis melanjutkan studi di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, penulis aktif dalam beberapa organisasi, diantaranya yaitu menjadi Ketua Himpunan Mahasiswa Jurusan “Integral” Matematika selama satu periode, Ketua Dewan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi selama satu periode, Ketua Dewan Eksekutif Mahasiswa Universitas selama satu periode, dan pengurus Organisasi PMII mulai dari rayon sampai sekarang di Pengurus Cabang Kota Malang. Pembaca dapat menghubungi penulis melalui email: muhamadhabibullah98@gmail.com.



BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhamad Habibullah
NIM : 18610032
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Deteksi Penyakit Daun Tomat Menggunakan *Gabor Filter*
Dan Algoritma *Support Vector Machine*
Pembimbing I : Hisyam Fahmi, M.Kom.
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	18 Maret 2022	Konsultasi Bab 1	1.
2.	21 Maret 2022	Konsultasi Kajian Agama	2.
3.	22 Maret 2022	Revisi Bab 1	3.
4.	11 April 2022	Konsultasi Bab 2	4.
5.	22 April 2022	Revisi Kajian Agama	5.
6.	18 Mei 2022	Acc Kajian Agama	6.
7.	22 Juli 2022	Konsultasi Bab 1, 2 Dan 3	7.
8.	8 September 2022	Revisi Bab 2 Dan 3	8.
9.	20 Oktober 2022	Revisi Bab 3	9.
10.	2 November 2022	Acc Bab 1, 2 Dan 3	10.
11.	23 Februari 2023	Konsultasi Revisi Sempro	11.
12.	7 Maret 2023	Konsultasi Bab 4 Dan 5	12.
13.	15 Maret 2023	Acc Bab 4 Dan 5	13.
14.	27 Maret 2023	Konsultasi Kajian Agama	14.
15.	20 Maret 2023	Revisi Kajian Agama	15.
16.	21 Maret 2023	Acc Kajian Agama	16.
17.	15 Mei 2023	Konsultasi Revisi Semhas	17.
18.	17 Mei 2023	Konsultasi Kajian Agama	18.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

19.	17 Mei 2023	Acc Kajian Agama	19.
20.	19 Mei 2023	Acc Revisi Semhas	20.
21.	30 Mei 2023	Acc Sidang Skripsi	21.
22.	19 Juni 2023	Acc Keseluruhan Skripsi	22.

Malang, 19 Juni 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc

NIP.197411292000122005