

**KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TOMAT BERDASARKAN
EKSTRAKSI TEKSTUR DAUN MENGGUNAKAN *GABOR*
FILTER DAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR MACHINE***

SKRIPSI

**LELY SAHRANI
0701163109**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TOMAT BERDASARKAN
EKSTRAKSI TEKSTUR DAUN MENGGUNAKAN *GABOR
FILTER* DAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR MACHINE***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

LELY SAHRANI

0701163109



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengatakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Lely Sahrani
Nomor Induk Mahasiswa : 0701163109
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan *Gabor Filter* Dan Algoritma *Support Vector Machine*

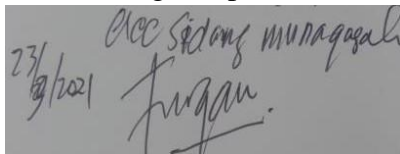
Dapat disetujui untuk segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 22 Maret 2021

11 Syakban 1442

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Mhd Furqan, S.Si., M.Comp.Sc

NIP. 198008062006041003

Pembimbing Skripsi II,



Armansyah, M.Kom

Armansyah, M. Kom.

NIB. 1100000074

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Lely Sahrani

Nomor Induk Mahasiswa : 0701163109

Program Studi : Ilmu Komputer

Judul : Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan

Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan *Gabor*

Filter Dan Algoritma *Support Vector Machine*

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 23 Maret 2021



Lely Sahrani

NIM. 0701163109



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 207/ST/ST.V.2/PP.01.1/11/2021

Judul : Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan Gabor Filter dan Algoritma *Support Vector Machine*
Nama : Lely Sahrani
Nomor Induk Mahasiswa : 0701163109
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Kamis, 25 Maret 2021
Tempat/media : Via Zoom Meeting

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Ilka Zufria, M.Kom
NIP. 198506042015031006

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Mhd. Furqan, S.Si., M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Penguji II,

Armansyah, M.Kom
NIB. 1100000074

Penguji III,

Sriani, M.Kom
NIB. 1100000108

Penguji IV,

Yusuf Ramadhan Nasution, M.Kom
NIB. 1100000075

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan, M.A.
NIP. 196609051991031002

ABSTRAK

Produksi tomat di Indonesia berkurang karena daun tomat terserang penyakit. Penyakit utama yang sering menyerang daun tomat adalah busuk daun dan bercak bakteri atau biasa disebut bercak kering. Identifikasi penyakit daun tomat masih dilakukan secara manual dengan penglihatan manusia. Kekurangan dari metode secara manual diperlukan suatu teknologi yang mampu melakukan ekstraksi tekstur penyakit daun tomat. Salah satunya adalah dengan proses ekstraksi tekstur daun dengan *gabor filter*, yaitu dengan menggunakan parameter frekuensi dan orientasi. Semakin besar nilai frekuensi yang diberikan maka hasil pengujiannya akan terlihat semakin terang dan blur. Berdasarkan hasil percobaan diperoleh bahwa parameter masukan *gabor filter* dengan orientasi 90° dengan kombinasi frekuensi 4 menghasilkan kontras cukup jelas.. Proses ekstraksi tekstur daun bertujuan untuk mendapatkan nilai magnitude dari daun tomat yang akan digunakan sebagai inputan untuk proses klasifikasi. Untuk proses klasifikasi digunakan algoritma *support vector machine*. SVM ini adalah *machine learning* yang menemukan fungsi pemisah untuk memisahkan data set kelas yang berbeda. Algoritma *support vector machine* akan mengelompokkan data yang memiliki karakteristik yang sama ke dalam satu kelas. Dari penelitian akan diperoleh hasil daun tersebut, masuk ke kelas penyakit daun tomat normal, bercak ataupun busuk. Data latih yang digunakan sebanyak 42 citra dan data uji sebanyak 30 citra, dengan tingkat keberhasilan 83,33%.

Kata Kunci : citra daun, *gabor filter*, frekuensi, orientasi, SVM.

ABSTRACT

Tomato production in Indonesia is reduced because tomato leaves are attacked by disease. The main diseases that often attack tomato leaves are late blight and bacterial spots or so-called dry spots. Tomato leaf disease identification is still done manually with human eyesight. The drawback of the manual method requires a technology capable of extracting the texture of tomato leaf disease. One of them is the leaf texture extraction process with a gabor filter, namely by using the parameters of frequency and orientation. The greater the frequency value given, the test results will look brighter and blurry. Based on the experimental results, it was found that the gabor filter input parameter with an orientation of 90° with a combination of 4 frequencies produced a clear enough contrast. The leaf texture extraction process aims to obtain the magnitude value of tomato leaves which will be used as input for the classification process. For the classification process, the support vector machine algorithm is used. This SVM is machine learning that finds a separator function to separate data sets of different classes. The support vector machine algorithm will group data that has the same characteristics into one class. From the research, it will be obtained that the leaves are included in the normal tomato leaf disease class, spotting or rotting. The training data used were 42 images and 30 test data, with a success rate of 83.33%.

Keywords: leaf image, gabor filter, frequency, orientation, SVM

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis sampaikan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemampuan untuk menyelesaikan skripsi saya ini. Shalawat beriringan salam ke arwah junjungan nabi besar Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafa'atnya kelak di yaumul akhir , Aamiin.

Skripsi yang penulis kerjakan berjudul “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan *Gabor Filter* dan Algoritma *Support Vector Machine*”. Disusun dalam rangka memenuhi tugas-tugas dan melengkapi syarat-syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Komputer pada Fakultas Sains dan Teknologi UINSU Medan.

Penulis mengerjakan skripsi dengan bertahap–tahap yang penuh dengan banyak hambatan, namun berkat adanya pengarahan, bimbingan dan bantuan yang diterima akhirnya semuanya dapat diatasi dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Syahrin Harahap, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Mhd. Syahnan, M.A, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
3. Bapak Ilka Zufria, M.Kom selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Rakhmat Kurniawan R, ST.,M.Kom selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Bapak Dr. Mhd Furqan, S,Si., M.Comp.Sc dosen pembimbing skripsi I yang telah berkontribusi membantu penulis dalam memberikan ide, saran, kritik, dan bimbingannya kepada penulis selama penulis mengerjakan proposal skripsi ini.
6. Bapak Armansyah, M.Kom selaku dosen pembimbing skripsi II yang telah berkontribusi membantu penulis dalam memberikan ide, saran, keritik, dan bimbingannya kepada penulis selama penulis mengerjakan proposal skripsi.
7. Bapak Heri Santoso, M.Kom selaku dosen pembimbing akademik.

8. Seluruh tenaga pengajar dan pegawai program studi S1 Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
9. Orang tua saya yang tercinta yaitu Yusnani dan Samriah yang telah memberikan bantuan moril maupun materil, semangat dan doa yang begitu besar kepada penulis.
10. Kepada abang dan kakak kandung penulis, Ahmad Yasir, Ahmad Parwis, Ahmad Sukri, Zulkipli Nur Hidayah, Nur Padilah, dan kakak ipar saya Nur Hamidah, Nur Ainun, Nur Afifah terima kasih untuk dukungan, doa dan semangat, serta bantuan baik moril maupun materil yang selalu diberikan kepada penulis.
11. Teman-teman kelas Ilmu Komputer 3 yang selalu memberikan dukungan serta arahan kepada penulis, penulis berharap kepada teman-teman ilmu komputer 3 pada masa pandemi ini tetap bersemangat dalam menjalankan aktivitas serta perjuangan untuk meraih gelar sarjananya.
12. Dan semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis telah berusaha dengan segala upaya yang penulis lakukan dalam penyelesaian proposal skripsi ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam pembuatan proposal skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang sangat penulis harapkan dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini. Semoga isi proposal skripsi ini bermanfaat dalam memperkaya khasanah ilmu pengetahuan bagi pembaca. Amiiin Ya Rabbal'alam.

Medan, 22 Maret 2021

Penyusun

Lely Sahrani

Nim : 0701163109

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Tomat	5
2.1.1 Jenis penyakit daun tomat	5
2.2 Citra	6
2.3 Representasi Citra.....	7
2.3.1 Citra Warna	7
2.3.2 Citra Grayscale	8
2.3.3 Citra Biner	8
2.4 Pengolahan Citra	9
2.5 Format File Citra	10
2.6 Ekstraksi Fitur	11
2.6.1 Gabor Filter	11
2.7 Klasifikasi	13
2.7.1 Klasifikasi SVM.....	13
2.7.2 One Againsts All	14

2.8	Flowchart	15
2.9	Matlab.....	16
2.10	Penelitian Terkait	17
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.1.1	Tempat Penelitian.....	23
3.1.2	Waktu Penelitian	23
3.2	Bahan dan Alat Penelitian.....	23
3.2.1	Perangkat Keras	23
3.2.2	Perangkat Lunak.....	24
3.3	Tahapan Penelitian	24
3.3.1	Teknik Pengumpulan Data	24
3.3.2	Analisis Kebutuhan	25
3.3.3	Sistem	26
3.3.4	Pengujian	27
3.3.5	Penerapan/Penggunaan.....	27
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.....		28
4.1	Pembahasan.....	28
4.1.1	Analisis Data.....	28
4.1.2	Perancangan Sistem.....	56
4.1.3	Flowchart Sistem.....	60
4.2	Hasil.....	60
4.2.1	Penerapan.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN-LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Late blight pada daun tomat	6
2.2	Early blight pada daun tomat	6
2.3	Representasi citra warna.....	7
2.4	Representasi citra grayscale.....	8
2.5	Representasi citra biner	9
2.6	Proses menemukan hyperplane oleh algoritma SVM	13
3.1	Tahapan Penelitian	24
3.2	Flowchart sistem	26
4.1	Daun Tomat Normal Daun Bercak Dan Tomat Busuk	29
4.2	Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Normal.....	29
4.3	Nilai Pixel 2x2 Citra Daun TomatBercak	30
4.4	Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Busuk.....	31
4.5	Grafik Perbandingan Nilai Energi dan Entropy.....	50
4.6	Citra Daun Tomat Uji.....	52
4.7	Rancangan Menu Utama	54
4.8	Rancangan Klasifikasi	55
4.9	Rancangan Menu Info	56
4.10	Pseudocode Gabor Filter	57
4.11	Pseudocode SVM.....	57
4.12	<i>Flowchart</i> Menu Utama.....	58
4.13	<i>Flowchart</i> Klasifikasi	59
4.14	Tampilan Menu Utama.....	60
4.15	Tampilan Menu Klasifikasi	61
4.16	Tampilan Menu Info Penulis	61
4.17	Citra Daun Tomat Latih	62
4.18	Citra Daun Tomat Uji.....	63
4.19	Menu Proses Klasifikasi	63

4.20	Menu Pencarian Citra.....	64
4.21	Citra Daun Tomat Dipilih.....	64
4.22	Informasi Citra Daun Tomat Normal.....	65
4.23	Klasifikasi Citra Daun Tomat Normal.....	65
4.24	Klasifikasi Citra Daun Tomat Bercak.....	66
4.25	Klasifikasi Citra Daun Tomat Busuk.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Simbol – Simbol Flowchart	15
2.2	Penelitian Terkait	17
3.1	Waktu dan Jadwal Penelitian.....	23
4.1	Hasil Nilai Pixel 2 x 2 Grayscale Daun Tomat Normal	31
4.2	Hasil Nilai Pixel 2 x 2 Grayscale Daun Tomat Bercak.....	31
4.3	Hasil Nilai Pixel 2 x 2 Grayscale Daun Tomat Busuk.....	32
4.4	Hasil Nilai Ekstraksi Gabor Filter Daun Tomat Normal.....	38
4.5	Hasil Nilai Ekstraksi Gabor Filter Daun Tomat Bercak.....	43
4.6	Hasil Nilai Ekstraksi Gabor Filter Daun Tomat Busuk.....	48
4.7	Data Citra Daun Tomat Ekstraksi Gabor Filter	48
4.8	Perbandingan Nilai Energi dan Entropy.....	50
4.9	Nilai Energi dan Entropy Data Uji.....	52
4.10	Informasi Citra Latih dan Citra Uji	62
4.11	Hasil Pengujian Citra Daun Tomat Keseluruhan	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1.	Hasil uji citra daun tomat pada “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan <i>Gabor Filter</i> Dan Algoritma <i>Support Vector Machine</i> ”
2.	Kode Program Matlab untuk “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan <i>Gabor Filter</i> Dan Algoritma <i>Support Vector Machine</i> ”
3.	Kartu Bimbingan Skripsi
4.	Riwayat Hidup

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT menjelaskan kejadian yang dialami manusia sehari-hari agar memiliki pengetahuan, memahami kekuasaan, kebijaksanaan tentang Allah. Dia lah yang menurunkan hujan dari langit, dan menyebabkan hidupnya beragam bentuk tumbuhan. Salah satu firmanNya terdapat pada Al- Qur'an (An Nahl : 11):

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ النَّمْرُوتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ . (١١)

Artinya : “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”. (QS An Nahl : 11).

Didalam ayat tersebut dikatakan bahwa Allah menumbuhkan dengan air hujan beragam tanam – tanaman yang dapat kamu manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan kamu., salah satunya adalah tanaman tomat. Allah menumbuhkan segala bentuk buah-buahan. Sesungguhnya air hujan dan apa yang ditumbuhkannya mengandung petunjuk atas kekuasaan Allah bagi kaum yang memikirkan ciptaan-Nya, lalu mereka menjadikannya sebagai bukti kemahaagungan Allah SWT.

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan tanaman yang termasuk dalam tanaman hortikultura. Tomat adalah salah satu buah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan kebutuhannya terus meningkat dari tahun ke tahun (Tony, 2014). Produksi tomat terancam oleh beberapa penyakit sehingga menghasilkan kerugian yang cukup besar dan menyebabkan penurunan kualitas tomat. Salah satu penyakit utama yang menyerang tomat adalah penyakit busuk daun atau biasa disebut hawar daun (*late blight*) dan penyakit lain pada tanaman tomat yang sering dijumpai adalah bercak kering (*early blight*). Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi pada daun tomat agar diketahui penyakit yang menyerang tanaman tomat.

Penyakit tomat dapat diidentifikasi dari berbagai cara yang menyangkut pada tumbuhan tomat itu sendiri, seperti yang disampaikan oleh Astiningrum dkk, (2020) dalam risetnya, Dia menuliskan bahwa penyakit tomat dapat dilihat dari bentuk daun dan tekstur daunnya merupakan fitur yang paling tepat digunakan dalam klasifikasi daun. Namun bentuk daun tomat yang beragam tidak mudah bagi manusia untuk mendeteksinya terutama bagi masyarakat petani yang awam. Oleh karena itu, teknologi dapat membantu mendeteksi penyakit daun tomat melalui tekstur daun dengan metode *gabor filter* dan *support vector machine* menggunakan matlab. Dimana nantinya hasil dari riset ini bisa dikembangkan dalam bentuk aplikasi lain yang lebih mudah digunakan oleh calon pengguna, termasuk petani seperti dalam bentuk web ataupun yang lainnya.

Pada penelitian ini, pertama input citra dengan mode RGB (red, green, blue), selanjutnya tahap preprocessing dimana citra daun RGB akan diubah ke dalam mode *grayscale* sebagai masukan dalam proses segmentasi *gabor filter*, langkah selanjutnya ekstraksi *gabor filter* untuk mendapatkan nilai magnitude mengetahui dari daun tomat. *Gabor filter* telah banyak digunakan untuk analisis tekstur, salah satunya adalah segmentasi citra batik berdasarkan fitur tekstur menggunakan metode *gabor filter* dan *K Means Clustering* dengan hasil persentase 80%, kemudian analisa hasil serta klasifikasi hasil. Untuk pengklasifikasian banyak diterapkan metode – metode yang telah dilakukan oleh para periset. Diantaranya metode yang dapat digunakan adalah algoritma SVM (*Support Vector Machine*). Metode ini dapat melakukan klasifikasi dengan menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan dua buah kelas. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan Arief (2019) dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Support Vector Machine* (SVM) dapat digunakan untuk mengklasifikasi kematangan buah jeruk dengan persentase keberhasilan adalah 80%.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis memutuskan untuk mengambil judul **“Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan *Gabor Filter* dan Algoritma *Support Vector Machine*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dirumuskan pokok permasalahan yang akan menjadi kajian skripsi ini, yaitu :

1. Bagaimana menerapkan metode *gabor filter* untuk ekstraksi tekstur penyakit daun tomat?
2. Bagaimana menerapkan algoritma *support vector machine* untuk klasifikasi penyakit daun tomat?

1.3 Batasan Masalah

Agar memperoleh hasil bahasan yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan, maka dibuat batasan – batasan masalah, yaitu :

1. Klasifikasi SVM dengan menghitung class berdasarkan jarak nilai energi dan *entropy* dari citra ekstraksi.
2. Objek penelitian ini adalah daun tomat dalam bentuk citra digital dimana gambar yang digunakan berformat .jpg.
3. Ukuran citra daun tomat untuk keperluan aplikasi adalah 250 x 250 dengan format .jpg.
4. Ekstraksi citra daun tomat dengan menggunakan *Gabor filter*.
5. Data daun tomat sebanyak 42 data latih dan 30 data uji *sample* daun.
6. Klasifikasi dilakukan berdasarkan 3 (tiga) kelas yaitu daun normal, daun terserang penyakit busuk daun (*late blight*) dan bercak kering (*early blight*).
7. Program ini dibuat menggunakan Matlab R2017b

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mencapai permasalahan diatas, adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk menerapkan metode *gabor filter* dalam ekstraksi tekstur daun penyakit daun tomat.
2. Menerapkan algoritma *support vector machine* untuk klasifikasi penyakit daun tomat.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui penerapan metode *gabor filter* dalam mengekstraksi penyakit daun tomat.
2. Mengetahui penerapan algoritma *support vector machine* dalam mengklasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan nilai energi dan *entropy*.
3. Sebagai media pembelajaran dan referensi bagi yang ingin melakukan penelitian terkait dengan metode ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat

Tomat merupakan salah satu produk yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Akan tetapi tanaman tomat sering terserang penyakit pada daunnya. Tanaman tomat memiliki daun berbentuk oval dan pada bagian tepi daun terdapat gerigi yang membentuk celah yang menyirip agak melengkung masuk. Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah 5- 7. Ukuran daun sekitar (15 – 30) dengan panjang tangkai sekitar 3 – 6 cm. Daun majemuk pada tanaman tomat tumbuh berselang seling atau tersusun spiral melintang batang tanaman. Dalam pertumbuhan tomat daun yang sehat perlu diperhatikan agar tanaman tomat tidak mati dan pertumbuhan tomat berlangsung dengan baik dengan menghasilkan buah baik.

2.1.1 Jenis Penyakit Daun Tomat

Dari beberapa bagian tanaman tomat yang diserang penyakit adalah bagian daun tomat yang mudah diamati. Oleh karena itu harus mengetahui terlebih dahulu ciri – ciri daun sehat tomat. Daun tomat yang sehat tidak terdapat bercak atau bintik pada daun. Penyakit pada daun tomat ditandai dengan adanya bercak coklat atau hitam, terdapat lubang pada daun, menggulung, menguning atau kering .

Selanjutnya akan di bahas mengenai beberapa penyakit pada daun tomat yang umum muncul dan digunakan sebagai data dalam penelitian ini:

1. *Late Blight* (Busuk Daun)

Gejala penyakit *late blight* yaitu bintik – bintik yang ada pada daun tomat, biasanya terletak di dekat ujung – ujung dedaunan, dan berubah menjadi coklat keunguan hitam. Semakin lama daun tomat yang terkena penyakit ini maka akan menjadi busuk.



Gambar 2.1 Late Blight pada Daun Tomat

2. *Early Blight*

Adapun ciri-ciri gejala penyakit tersebut yaitu: gejala penyakit terlihat pada daun, berupa bercak-bercak kecil berwarna kelabu dan akan berkembang menjadi bercak berbentuk bulat dengan diameter mencapai 1 cm dan terdapat bercak kecil berwarna coklat yang menyebabkan daun berlubang (Satrinah dkk, 2014).



Gambar 2.2 Early Blight pada Daun Tomat

3. Daun Normal

Sedangkan pada daun normal tidak terdapat bercak atau bintik pada daun tanaman tomat.

2.2 Citra

Citra atau gambar merupakan salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi. Citra sebagai keluaran suatu sistem yang bersifat optic berupa foto, bersifat analog berupa

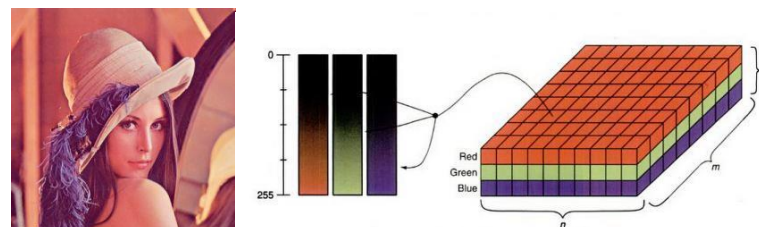
sinyal – sinyal video, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan dalam pita magnetic (Muhammad dkk, 2020). Citra terbagi menjadi dua macam yaitu citra kontinu (citra analog) dan citra diskrit (citra digital). Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar x, hasil CT Scan dan lain –lain, sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer (Sutoyo, et al., 2009).

2.3 Representasi Citra Digital

Ada banyak cara untuk menyimpan citra digital di dalam memori. Cara penyimpanan menentukan jenis citra digital yang terbentuk. Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra *grayscale* dan citra warna.

2.3.1 Citra Warna

Citra berwarna yaitu citra yang umumnya memiliki 3 nilai warna pada setiap piksel. Setiap piksel mempunyai sebuah vector dari komponen warna. Citra warna dapat dimodelkan menjadi 3 band monochrome citra data, dimana setiap band dari data disesuaikan untuk nilai piksel dengan warna berbeda. Informasi akurat yang disimpan dalam citra digital adalah informasi kecerahan disetiap spektral band, seperti yang dicontohkan pada gambar 2.1 (Jayarman, et al., 2009). (*translation*). Penskalaan (*scalling*), dan lain sebagainya. Transformasi citra berfungsi untuk memperoleh informasi (*feature extraction*) yang lebih jelas dalam suatu citra. Hasil transformasi dapat dianalisis kembali serta dijadikan acuan untuk melakukan pemrosesan selanjutnya (Putra, 2010).

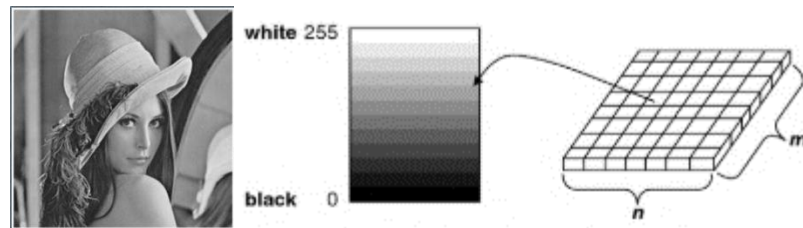


Gambar 2.3 Representasi Citra Warna

(Sumber : Jayarman, et al., 2009)

2.3.2 Citra *Grayscale*

Grayscale adalah gambar yang nilai pikselnya menunjukkan derajat keabuan atas intensitas warna putih. Setiap nilai piksel dalam gambar skala abu-abu berhubungan dengan kecerahannya. Nilai piksel dari grayscale akan ditangani oleh *byte* atau *word* dengan nilai 8 *bit*. Intensitas kecerahan variabel mulai dari 0 hingga 255. “0” direpresentasikan sebagai hitam dan “255” direpresentasikan sebagai putih.



Gambar 2.4 Representasi Citra *Grayscale*

(Sumber : Jayarman, et al., 2009)

Perhitungan Konversi dari RGB (*Red, Green, Blue*) ke citra *grayscale* adalah sebagai berikut (Slamet, et al., 2010).

$$\textit{Grayscale} = ((R * 0.2989) + (G * 0.5870) + (B * 0.1140))$$

Keterangan :

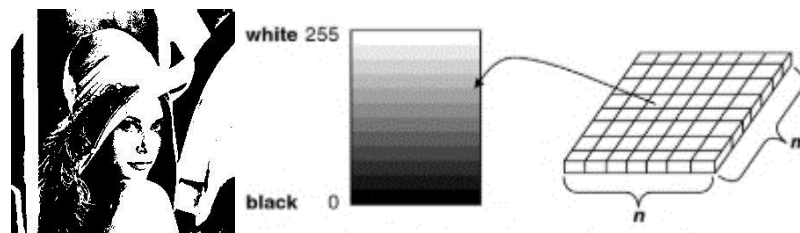
R = *Red*

G = *Green*

B = *Blue*

2.3.3 Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang memiliki dua kemungkinan nilai piksel yaitu “0” dan “1”. Citra biner juga disebut sebagai citra B dan W (*Black* dan *White*) atau citra monokrom. Citra biner hanya membutuhkan 1 *bit* untuk mewakili nilai setiap piksel dari citra. Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengembangan ataupun morfologi.



Gambar 2.5 Representasi Citra Biner

(Sumber : Jayarman, et al., 2009)

2.4 Pengolahan Citra

Banyaknya informasi yang tersirat di dalam sebuah citra tidak akan terhindar dari penurunan kualitas (*degradasi*) diantaranya terdapat derau (*noise*) warna yang terlalu kontras atau yang kurang tajam, efek warna yang tidak merata mengakibatkan suatu citra sulit dikenali dikarenakan kabur (*blurring*) dan lain sebagainya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan citra dimana suatu proses untuk memanipulasi citra yang terdegradasi menjadi kualitas yang lebih baik sehingga lebih mudah diinterpretasi manusia dan komputer.

Secara umum operasi – operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Munir, 2014) :

1. Perbaikan kualitas citra (*Image Enhancement*)

Perbaikan kualitas citra (*Image Enhancement*) adalah proses perbaikan sudut pandang citra agar menjadi lebih baik (Kadir & Susanto, 2013). *Image Enhancement* berfungsi untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter – parameter citra seperti perbaikan kontras pada citra yang gelap menjadi terang, perbaikan tepi objek (*edge enhancement*), pemberian warna semu (*pseudo coloring*) dan penapisan derau (*noise filtering*) sehingga ciri – ciri khusus yang terkandung di dalam citra lebih terlihat jelas.

2. Pemugaran citra (*Image Restoration*)

Operasi ini bertujuan menghilangkan atau meminimumkan cacat pada citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Bedanya, pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui. Contoh pemugaran citra adalah penghilangan kesamaran (*deblurring*) dan penghilangan derau (*noise*). Kekaburan gambar (*blur*) atau derau (*noise*) mungkin disebabkan pengaturan

focus lensa yang tidak tepat atau kamera bergoyang pada pengambilan gambar. Melalui operasi *deblurring* sifat gambar info dapat ditingkatkan dengan tujuan agar terlihat lebih baik.

3. Transformasi citra (*Image Transformation*)

Transformasi citra merupakan proses perubahan suatu bentuk citra dimana dapat berupa perubahan geometri piksel seperti perputaran (*rotation*), pergeseran (*translation*). Penskalaan (*scalling*), dan lain sebagainya. Transformasi citra berfungsi untuk memperoleh informasi (*feature extraction*) yang lebih jelas dalam suatu citra. Hasil transformasi dapat dianalisis kembali serta dijadikan acuan untuk melakukan pemrosesan selanjutnya (Putra, 2010).

4. Segmentasi citra (*Image Segmentation*)

Segmentasi citra menetapkan proses yang digunakan untuk mendapatkan objek – objek yang terkandung di dalam citra dengan membagi citra ke dalam beberapa daerah dimana setiap objek atau daerah mempunyai kemiripan atribut. Objek dapat dibedakan dari latar belakangnya ketika suatu citra hanya mengandung satu objek (Kadir & Susanto, 2013). Pada penelitian ini dilakukan tahap *preprocessing*, untuk proses segmentasi yaitu dengan mengubah citra menjadi citra *grayscale*.

5. Analisis citra (*Image Analysis*)

Analisis citra berfungsi untuk menghitung nilai kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya dengan cara mengekstraksi ciri – ciri tertentu yang digunakan untuk mengidentifikasi objek. Ekstraksi fitur adalah siklus untuk mengambil atau melihat nilai unsur-unsur yang terkandung dalam sebuah gambar. Nilai yang muncul atau yang diekstrak akan digunakan untuk proses pelatihan (*training*). Proses ekstraksi komponen merupakan interaksi yang mengasumsikan bagian penting dalam mempersiapkan objek informasi yang akan dirasakan.

2.5 Format File Citra

Format file menentukan bagaimana informasi data direpresentasikan dalam suatu file. Beberapa jenis format file yang sering digunakan saat ini adalah BMP (*windows bitmap*), GIF (*Graphic Interchange Format*), JPEG (*Joint photographic*

Expets Group) dan sebagainya. Setiap format memiliki kelebihan, kelemahan dan karakteristik masing – masing. Dalam sistem operasi windows, format file dapat dibedakan dari namanya yaitu diakhiri titik dan diikuti tiga atau empat huruf terakhir sebagai penanda format.

Pada penelitian ini digunakan format file citra JPEG (*Joint photographic Expets Group*) atau jpg. adalah format file citra yang namanya diambil dari komite yang membuat standar ini dan juga beberapa standar lainnya. Dan format file citra ini sangat digunakan khususnya untuk pertukaran data atau transmisi citra.

2.6 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur yang sering digunakan di dalam sebuah penelitian adalah ekstraksi fitur bentuk, ekstraksi fitur warna dan ekstraksi fitur tekstur. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur tekstur. Ekstraksi fitur tekstur mengandung informasi yang penting berupa dasar penataan permukaan pada awan, daun, batu bara, kain dan lain- lain. Tekstur dapat didefinisikan sebagai hubungan mutual antara nilai intensitas piksel-piksel yang bertetangga yang berulang di area yang lebih luas daripada jarak hubungan (Muchtar dkk, (2015)) . Metode statis yang digunakan untuk membentuk fitur adalah *gabor filter*.

2.6.1 Gabor Filter

Gabor filter merupakan salah satu filter yang mampu mensimulasikan karakteristik sistem visual manusia dalam membedakan tekstur berdasarkan atas kapabilitas untuk mengidentifikasi berbagai frekuensi dan orientasi spasial tekstur dari citra yang diamati (Nazariana dkk, (2019)). Fungsi gabor diperkenalkan oleh seorang fisikiawan yang bernama Denis Gabor pada tahun 1946 sebagai alat untuk deteksi sinyal dalam noise / derau. Pada tahun 1980 seseorang bernama Dougman menggunakan *Gabor filter* ini ke citra 2 Dimensi. Jadilah gabor filter yang digunakan untuk menganalisis tekstur dan deteksi tepi pada sebuah citra.

Sedangkan *Gabor filter* adalah fungsi sinusoidal yang dimodulasi oleh fungsi Gaussian. Metode ini sering difungsikan sebagai detektor tepi, garis, dan

bentuk. Untuk membangkitkan kernel Gabor digunakan persamaan (Putra, 2009) berikut:

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi} \exp \left\{ \frac{x}{\sigma_x} + \frac{y}{\sigma_y} \right\} \exp(2\pi\mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta)) \quad (2.6.1.1)$$

Keterangan :

x, y = koordinat dari gabor filter

σ = standard deviasi Gaussian envelope

θ = orientasi

μ = frekuensi

Pemilihan parameter dilakukan untuk mencari karakteristik tekstur yang terdapat pada citra untuk proses segmentasi. Keluaran filter merupakan modulasi dari rata-rata konvolusi filter real dan imajiner terhadap citra. Setelah mendapatkan ciri Gabor maka dapat dilakukan ekstraksi ciri. Seleksi ciri memilih informasi dari ciri yang ada, yang dapat membedakan kelas – kelas obyek secara baik. Ekstraksi ciri yaitu salah satu ciri yang dapat dipilih adalah ciri energy yaitu mencari nilai rata tekstur dari magnitude response (Rangga dkk, 2018).

Kemudian setelah diperoleh nilai magnitude maka nilai ini yang akan digunakan sebagai masukan klasifikasi, sebagai ciri yang membedakan antara penyakit yang satu dengan penyakit lainnya.

Adapun langkah – langkah untuk analisis tekstur dengan *gabor filter* adalah sebagai berikut:

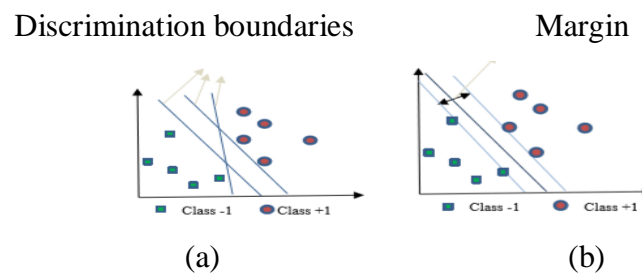
1. Input citra asli
2. Citra rgb dikonversi ke citra *grayscale*
3. Pemberian nilai skala frekuensi dan orientasi
4. Selanjutnya mencari nilai frekuensi tengah, tentukan nilai lebar pita frekuensi
5. Hitung nilai riil dan imajiner
6. Proses filter untuk mendapatkan nilai magnitude

2.7 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan suatu proses menemukan kumpulan pola atau fungsi yang mendeskripsikan serta memisahkan kelas data yang satu dengan yang lainnya untuk menyatakan objek tersebut masuk pada kategori tertentu yang sudah ditentukan atau dikenal juga sebagai *supervised learning*.

2.7.1 Klasifikasi SVM (Support Vector Machine)

SVM saat pertama kali diperkenalkan oleh Vapnik (1995), hanya dapat mengklasifikasikan data ke dalam dua kelas (*binary classification*) (Wijaya dkk, 2017). SVM merupakan metode *machine learning* yang bertujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah kelas pada input space (Parapat dkk, 2018). Cara menemukan *hyperplane* ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.



Gambar 2.6 Proses menemukan *hyperplane* oleh algoritma SVM dengan memisahkan kedua class -1 dan +1

Sumber: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/elkomika/article/download/831/103>

Hyperplane pemisah terbaik antara kedua class dapat ditemukan dengan mengukur margin *hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan pattern terdekat dari masing-masing class. Pattern yang paling dekat ini disebut *support vector* (Safitri dkk, (2019)). Garis solid pada gambar 2.6 (b) menunjukkan *hyperplane* yang terbaik, yaitu yang terletak tepat pada tengah – tengah kedua class, sedangkan titik warna hijau dan merah yang berada dalam lingkaran hitam adalah *support vector*. Usaha untuk mencari lokasi *hyperplane* ini merupakan inti dari proses pembelajaran pada SVM.

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah class pada input

space (Aulia dkk, 2015). Gambar 2.6 (a) memperlihatkan beberapa pattern yang merupakan anggota dari dua buah class +1 dan -1. Pattern yang bergabung pada class -1 disimbolkan dengan warna disimbolkan dengan warna hijau (kotak). Sedangkan pattern +1 disimbolkan dengan warna merah (lingkaran). Problem klasifikasi dapat diterjemahkan dengan usaha menemukan garis (*hyperplane*) yang memisahkan antara kedua kelompok tersebut (Drajana, (2017)). Bidang pembatas pertama membatasi kelas pertama sehingga dihasilkan persamaan berikut:

$$\vec{w} * \vec{x}_i + b \leq -1 \text{ untuk } y_i = -1 \quad (2.7.1)$$

Sedangkan bidang pembatas kedua membatasi kelas kedua sehingga dihasilkan persamaan berikut :

$$\vec{w} * \vec{x}_i + b \geq +1 \text{ untuk } y_i = +1 \quad (2.7.2)$$

Dimana w adalah koefisien *vector weight* dan b adalah bias. Jarak antara *vector training* x_i dan *hyperplane* disebut margin. Dengan mengalikan b dan w dengan sebuah konstanta yang sama.

Maka pencarian bidang pemisah terbaik dengan nilai margin terbesar dapat dirumuskan menjadi masalah optimasi konstrain, yaitu :

$$\text{mint}(w) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2 \quad (2.7.3)$$

Dengan

$$y_i(\vec{x}_i \cdot \vec{w} + b) \geq 0 \quad (2.7.4)$$

Klasifikasi SVM juga dapat dilakukan dengan mencari nilai energi dan *entropy* dengan rumus di bawah ini:

1. Energi

$$\sum_{ij} p(i,j)^2 \quad (2.7.5)$$

2. *Entropy*

$$\sum_{ij} p(i,j) \log(p(i,j)) \quad (2.7.6)$$

2.7.2 One Againsts All

Terdapat dua pilihan untuk menerapkan *binary multiclass* yaitu dengan pendekatan *one-against-all* dan *one-against-one* (Furqan, dkk 2020). *One againsts all* adalah sebuah pendekatan untuk menjawab permasalahan pada multi-class

yang ada dalam algoritma *support vector machine* Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan *one-against-all*, dengan memakai pendekatan ini, dibuat k buah model SVM (k adalah banyak kelas) (Parapat dkk, 2018). Pendekatan *one-against-all* bekerja dengan cara satu lawan semua (Mase Jumerlyanti dkk, 2018).



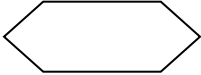
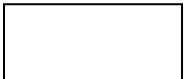


Untuk kasus tiga kelas maka akan terbentuk tiga persamaan yaitu $f_1(x)$, $f_2(x)$, dan $f_3(x)$ adalah persamaan untuk data *training* dalam kelas 1 (satu) diberi label +1, dan data dalam label kelas 2 (dua) dan 3 (tiga) diberi label -1.

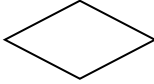
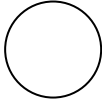
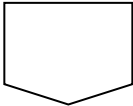
$$\text{Klasifikasi} = \text{sign} \left(\sum_i a_i * y_i K(x_i, x) \right) \quad (2.7.2.1)$$

2.8 Flowchart

Flowchart adalah bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya. Berikut beberapa simbol yang digunakan dalam menggambar *flowchart* :

Tabel 2.1 Simbol – Simbol *Flowchart*

No.	Nama	Simbol	Fungsi
1.	Terminator		Permulaan/akhir program
2.	Garis Alir		Arah aliran program
3.	<i>Preparation</i>		Proses inialisasi/pemberian harga awal
4.	Proses		Proses perhitungan/proses pengolahan data
5.	<i>Input/Output</i> data		Proses <i>input/output</i> data, parameter, informasi
6.	<i>Predefined process</i> (sub program)		Permulaan sub program/proses menjalankan sub program

7.	<i>Decision</i>		Perbandingan pernyataan penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya.
8.	<i>On page connector</i>		Menghubungkan bagian-bagian flowchart yang ada pada satu halaman.
9.	<i>Off page connector</i>		Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda

2.9 Matlab

Matlab adalah produk yang digunakan untuk pemrograman berwawasan luas, seperti halnya perhitungan khusus dan numerik yang bergantung pada jaringan. Matlab adalah singkatan dari matrix laboratory karena mampu menyelesaikan masalah perhitungan dalam bentuk matriks. Matlab versi pertama dirilis pada tahun 1970 oleh Cleve Moler. Pada awalnya, Matlab dimaksudkan untuk mengatasi kondisi aljabar linear. Setelah beberapa waktu, program ini telah dibuat sejauh kapasitas dan eksekusi komputasi. Bahasa pemrograman yang kini dikembangkan oleh MathWorks Inc, menggabungkan proses pengembangan, komputasi dan visualisasi melalui lingkungan kerja yang mudah digunakan. Matlab juga menikmati manfaat umum lainnya seperti penyelidikan, penyelidikan informasi, kemajuan perhitungan dan lain-lain.

Matlab dapat dioperasikan pada sistem operasi window, linux, maupun macOS. Selain itu, matlab juga bisa dihubungkan dengan aplikasi atau bahasa pemrograman eksternal lainnya, seperti C, Java, NET dan Microsoft Exel. dalam matlab tersedia pula kotak kakas (*toolbox*) yang dapat digunakan untuk aplikasi – aplikasi khusus seperti pengolahan sinyal, sistem control, logika *fuzzy*, jaringan saraf tiruan, pengolahan citra digital dan lain sebagainya.

2.10 Penelitian Terkait

Tabel 2.10 Penelitian Terkait

No	Judul dan Tahun	Penulis	Ringkasan
1.	Pengaruh tomat dalam pengurangan risiko karsinoma prostat.	Rafian Novaldi, Rekha Nova Iyos	Penelitian ini dilakukan karena buah tomat sangat bermanfaat bagi manusia karena mampu membantu manusia dalam kesehatan salah satunya menurunkan risiko kanker. Berdasarkan penelitian ini Tomat merupakan salah satu upaya untuk mencegah penyakit prostat karena mengandung fitokimia seperti likopen yang dapat menahan kemajuan siklus sel pertumbuhan ganas. Oleh karena itu penelitian pada tomat sangat perlu dilakukan.
2.	Klasifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Metode Orde 1 dengan Algoritma <i>Multi Support-Vector Machines</i> (2019).	Rizky Ade Safitri, Siti Nurdiani, Dwiza Riana , Sri Hadiani	Berdasarkan Perhitungan multi SVM dapat digunakan untuk mengkarakterisasi jenis apel. Dengan tingkat akurasi sebesar 86,6667 %. Jadi untuk eksplorasi tambahan, perhitungan dan teknik yang berbeda dapat dibuat untuk memperluas pra-pemrosesan dan ekstraksi sorotan gambar dan meningkatkan tingkat ketepatan.
3.	Klasifikasi Usia	Sudirman Melangi	Mengingat proses pengembangan

	Berdasarkan Citra Wajah Menggunakan Algoritma <i>Artificial Neural Network</i> dan <i>Gabor Filter</i> (2020).		kerangka yang telah dilakukan dalam ulasan ini, maka dapat dikatakan bahwa pengujian Filter Gabor menghasilkan penggambaran highlight wajah untuk sistem pengelompokan yang sangat baik, hal ini terlihat dari hasil pengujian gambar wajah menggunakan perhitungan organisasi saraf palsu yang dapat mengatur usia tergantung pada gambar wajah. Akurasi dari hasil klasifikasi dihitung menggunakan confusion matrix dan menghasilkan akurasi sebesar 83%.
4.	Klasifikasi Level Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan <i>Multi-Svm</i> (2016).	Suastika Yulia Riska, Puji Subekti	Pada tahap klasifikasi menggunakan <i>multi-SVM</i> persentase yang diperoleh adalah 77,84% dengan fungsi kernel rgb. Sedangkan pada tahap klasifikasi KNN menggunakan k=3 dengan persentase 77,79%.
5.	Klasifikasi citra gigi berbasis tekstur dengan filter gabor	L. Roidel Simarmata1, Agus Zainal Arifin, Anny Yuniarty	Hasil segmentasi citra gigi dengan berbasis tekstur sudah sangat baik untuk membagi gigi kedalam enam region, meskipun masih ada region pada suatu region yang seharusnya disegmentasi sebagai kelas lain.

			Hasil klasifikasi dengan akurasi rata-rata 92% sudah cukup baik, sehingga segmentasi tekstur dengan filter Gabor pada gigi sudah sangat baik digunakan.
6.	Penerapan Algoritma <i>Support Vector Machine</i> pada pengklasifikasian penyakit kucing (2018)	Jumerlyanti Mase, Muhammad Tanzil Furqon, Bayu Rahayu	Dari penelitian ini algoritma <i>support vector machine</i> menerapkan strategi <i>One Against All</i> , dengan menggunakan nilai parameter iterasi = 500, $\lambda = 0.1$, $\sigma = 1$, $C = 10$, $\gamma = 0.01$, $\varepsilon = 1.10 \cdot 10^{-5}$. Penelitian ini menggunakan 220 data dengan 9 hasil klasifikasi. Hasil akurasi yang dihasilkan oleh sistem ini dengan menggunakan perbandingan rasio data dan kernel RBF. Sehingga nilai tertinggi dari akurasi yang didapatkan adalah 85% dan rerata dari nilai akurasinya adalah 80,2%.
7.	Penerapan metode <i>support vector machine</i> pada diagnosa hepatitis (2016)	Raudlatul Munawarah, Oni Soesanto, M. Reza Faisal	<i>Machine learning</i> telah banyak digunakan dalam bidang medis untuk menganalisa dataset. Pada penelitian ini menggunakan nilai α , C , epsilon, gamma, dan lamda $\alpha=0$, $C = 1$, epsilon = 0.001, gamma = 0.5, lamda=0.5 Berdasarkan penelitian ini

			metode svm dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit hepatitis dengan tingkat akurasi cukup tinggi dan fungsi kernel RBF memiliki tingkat akurasi cenderung lebih tinggi dibandingkan fungsi kernel linear. Hasil uji coba dengan menggunakan fungsi kernel linear mendapatkan hasil persentase benar 68-83% dan fungsi kernel RBF 70-96%.
8.	Identifikasi jenis penyakit daun tembakau menggunakan metode <i>gray level co-occurrence matrix</i> (glcm) dan <i>support vector machine</i> (svm) (2016).	Nauval Zabidi Kurniawan, Susijanto Tri Rasmana, Yosefine Triwidyastuti	Dalam penelitian ini ekstraksi fitur citra daun tembakau menggunakan <i>Gray Level Co-occurrence Matrix</i> berhasil dilakukan, dengan orientasi sudut 0°, 45°, 90° dan 135° dan jarak piksel mulai dari 1 sampai 10 piksel. Klasifikasi menggunakan support vector machine menghasilkan tingkat keberhasilan tertinggi sebesar 80% .
9.	Segmentasi citra batik berdasarkan fitur tekstur menggunakan metode <i>gabor filter</i> dan K Means	Amin Padmo A .M, Murinto	Berdasarkan penelitian ini hasil segmentasi menggunakan metode Filter Gabor dan <i>K-means Clustering</i> yang digunakan untuk membantu proses awal identifikasi batik Pekalongan

	Clustering (2016)		berdasarkan fitur tekstur dan hasil segmentasi menggunakan filter gabor citra yang baik pada nilai $\gamma=0.5$, $\theta=90$, dan $\lambda=15$. Persentase total dari hasil kuesioner adalah 80%.
10.	Klasifikasi kematangan buah jeruk berdasarkan fitur warna menggunakan SVM (2019)	Muchammad Arief	Pada penelitian citra buah jeruk di konversi ke LAB kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma SVM berdasarkan kelas sudah matang atau masih mentah. Dari hasil penelitian diperoleh akurasi kecocokan dengan presentase 80%.
11.	Klasifikasi penyakit ayam menggunakan metode <i>Support Vector Machine</i>	Eka Dwi Nurcahya	Pada penelitian ini metode <i>Support Vector Machine</i> sebagai pengklasifikasi memberikan bobot pembeda pada setiap penyakit dengan dasar gejala yang dimiliki setiap penyakit. Pada penelitian ini menggunakan fungsi polynomial sebagai kernel atau pemisah kelas. Penerapan <i>Support Vector Machine</i> pada klasifikasi penyakit ayam mendapatkan nilai akurasi sebesar 84,7% atau 89 data sesuai dengan rujukan ahli.
12.	Klasifikasi citra plasmodium	Nur Ain Banyal, SURIANTI, Abd.	Pada penelitian ini sampel keseluruhan sebanyak 150 citra

	<p>penyebab penyakit malaria dalam sel darah merah manusia dengan menggunakan metode <i>multi class support vector machine</i> (svm) (2016)</p>	<p>Rachman Dayat.</p>	<p>plasmodium falciparum yang terdiri dari 120 citra latih dan 30 citra uji dengan perbandingan 80% : 20%, berdasarkan parameter dari filter gabor $N=8$, $\lambda = 7, \theta=25^\circ, \varphi=0, b=1, \gamma=0,5$ menunjukkan tingkat akurasi sebesar 73,33%. Dari hasil tersebut belum mencukupi 100%.karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil klasifikasi dimana dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat adanya kesalahan deteksi disebabkan oleh adanya faktor pewarnaan pada citra preparet yang kurang bagus</p>
--	---	-----------------------	---

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini diadakan di desa Sibanggor Tonga Kecamatan Puncak Sorik Marapi kabupaten Mandailing Natal.

3.1.2 Waktu Penelitian

Tabel 3.1. Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Bulan 2020					
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Tahap persiapan penelitian						
	Penyusunan dan Pengajuan judul						
	Pengajuan Proposal						
	Perijinan Penelitian						
2	Tahap Pelaksanaan						
	Pengumpulan Data						
	Analisis Data						
3	Tahap Penyusunan Laporan						

3.2 Bahan Dan Alat Penelitian

3.2.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada pembuatan sistem ini diperlukan sebagai berikut :

1. Processor : Intel(R) Core(TM) i3-6006U CPU @2.00GHz 1,99GHz
2. Memory : Random Access Memory (RAM) 4,00GB
3. Penyimpanan : 64-bit Operating System

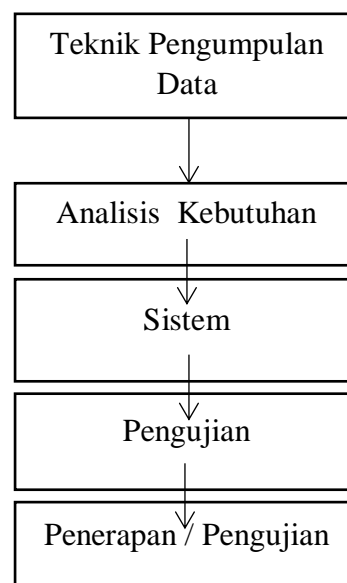
3.2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada pembuatan sistem ini diperlukan sebagai berikut :

1. *Operating System Windows 10 Pro 64 bit*
2. Matlab R2007b

3.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahap- tahapannya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian Kepustakaan

Pada tahapan ini penulis mencari referensi dari jurnal, situs, buku dan paper sebagai sumber untuk landasan teori dengan tujuan untuk memahami dan mencari referensi proses yang berhubungan dengan topic yang diangkat pada tugas akhir ini.

2. Observasi

Observasi yaitu pengumpulan data atau proses pengamatan yang dilakukan dengan cara meninjau kebun tomat secara langsung yang berada di desa Sibanggor Tonga Kecamatan Puncak Sorik Marapi Kabupaten Mandailing Natal.

Data citra daun tomat diambil dengan handphone vivo Y83 dengan spesifikasi kamera 13MP yaitu dengan cara memetik daun tomat kemudian dilakukan pengambilan gambar daun tomat sebanyak 30 data citra daun tomat yang dikumpulkan untuk dijadikan data training dan data testing.

3. Wawancara

Wawancara adalah prosedur pemilahan informasi yang diselesaikan secara tatap muka dan pertanyaan serta jawaban langsung di antara para spesialis dan peneliti. Sebelum mengarahkan pertemuan, peneliti menyusun daftar pertanyaan terlebih dahulu untuk memudahkan proses wawancara. Wawancara kepada petani tomat dilakukan untuk menggali, mengumpulkan, dan mendapatkan data yang diperlukan atau diidentifikasi dengan penelitian.

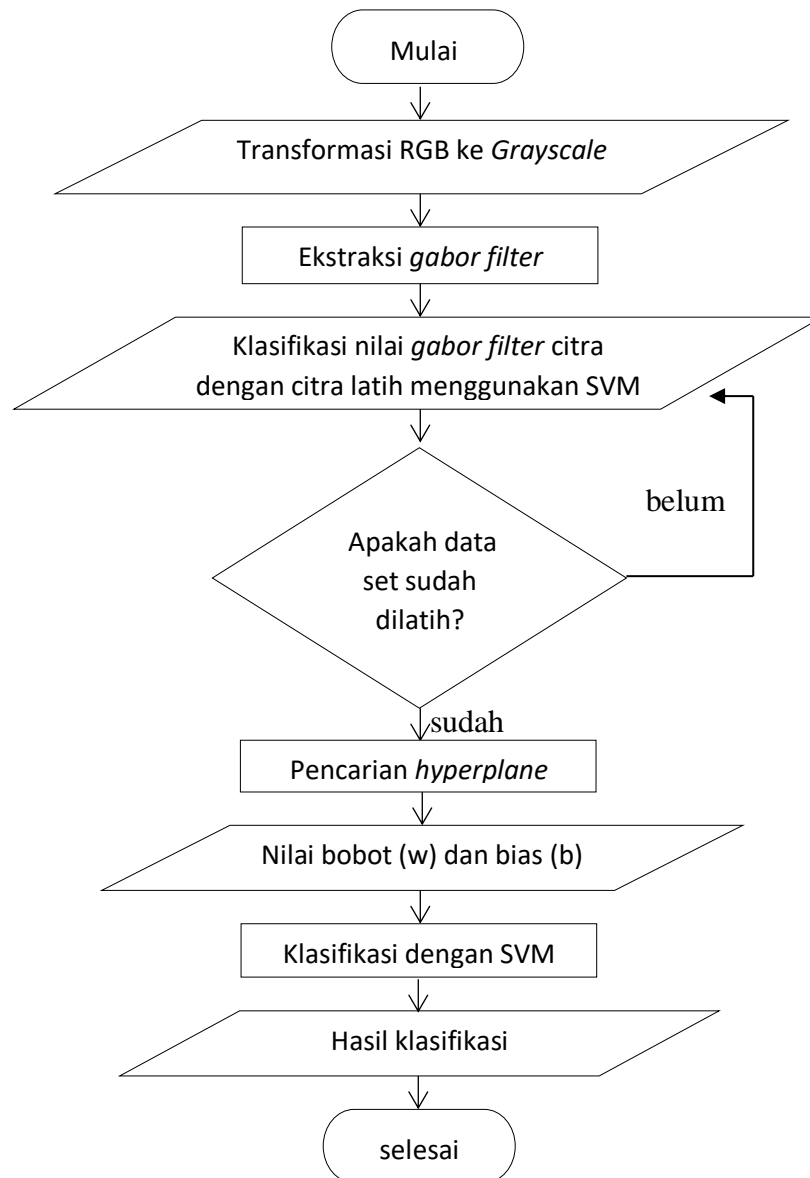
3.3.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan adalah proses yang dilakukan untuk mendapatkan informasi kebutuhan apa saja yang diperlukan untuk mengidentifikasi masalah – masalah dalam penelitian. *Gabor filter* adalah metode yang dipilih untuk analisis penyakit tomat berdasarkan tekstur daun karena metode ini banyak diterapkan untuk pengenalan tekstur dengan hasil persentase yang baik, metode ini dipilih karena riset sebelumnya belum ada yang menggunakan metode ini untuk meneliti penyakit tomat melalui tekstur daun sebagai objek penelitian. Dan algoritma SVM dipilih karena metode ini dapat mengklasifikasi dengan baik.

3.3.3 Sistem

Sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan diagram (*system flowchart*) yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan – urutan proses dari sistem. Proses ini merupakan teknis dari proses rekayasa perangkat lunak.

Adapun diagram perencanaan klasifikasi metode *support vector machine* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Flowchart Sistem

Gambar di atas merupakan alur dari sebuah sistem dalam melakukan klasifikasi menggunakan filter gabor dan *support vector machine*. Proses diawali dengan meng-input citra daun tomat, kemudian *preprocessing* yaitu RGB yang di input akan di konversi ke *grayscale*. Kemudian ekstraksi citra melalui *filter gabor* dengan menggunakan parameter *frekuensi* dan orientasi kemudian mencari nilai magnitude citra menggunakan perhitungan ekstraksi gabor filter yang akan menjadi input bagi SVM untuk mengklasifikasi. Hasil dari ekstraksi fitur tekstur *gabor filter* dapat disimpan sebagai data latih ke dalam dataset dan dapat

digunakan sebagai data uji untuk proses klasifikasi *support vector machine* (SVM). Kemudian dilakukan *training data* untuk mendapatkan model *support vector machine*. Setelah model *support vector machine* didapatkan selanjutnya dilakukan proses klasifikasi menggunakan *support vector machine* dengan pendekatan *one against all*.

3.3.4 Pengujian

Proses pengujian ini dilakukan dengan menggunakan gambar normal dan terserang penyakit. Jumlah data latih sebanyak 42 dan data uji sebanyak 30, dimana data ujinya adalah 10 citra daun normal, 10 citra daun busuk dan 10 citra daun bercak. Dataset citra melalui proses ekstraksi fitur *gabor filter* kemudian diklasifikasi dengan *support vector machine* (svm). Dengan adanya proses klasifikasi, maka dapat diketahui daun yang di input tersebut termasuk ke dalam jenis daun normal atau daun tomat yang terserang penyakit dan dapat dipisahkan berdasarkan kelasnya masing - masing.

3.3.5 Penerapan / Penggunaan

Penerapan sistem ini adalah untuk mengidentifikasi penyakit 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.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Pembahasan

Pembahasan pada bab ini adalah pemecahan masalah berdasarkan rumusan yang telah dibuat pada bab sebelumnya, yaitu bagaimana proses ekstraksi citra daun tomat menggunakan metode *gabor filter* dan melakukan klasifikasi berdasarkan algoritma SVM dengan cara hitungan matematis atau manual. Adapun pembahasan lainnya adalah proses perancangan sistem, *flowchart* sistem, *pseudocode* metode dan implementasi sistem.

4.1.1 Analisis Data

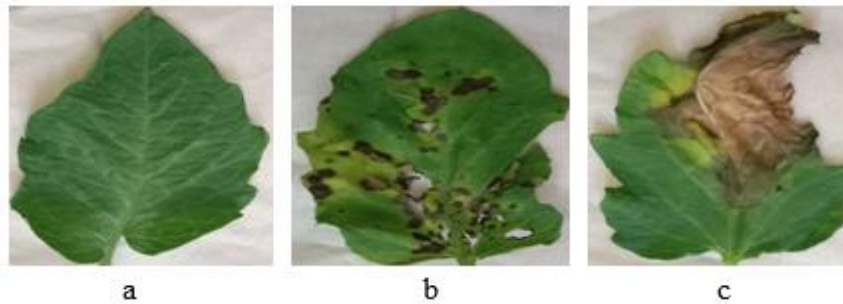
Pada analisis data untuk klasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan tekstur daun dilakukan pengumpulan data dan analisis kebutuhan. Pengumpulan data yaitu, dilakukan untuk memperoleh beberapa informasi yang berkaitan dalam pembuatan sistem pengujian untuk klasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan tekstur daun yaitu berupa data set dari daun tomat. analisis kebutuhan terdiri dari kebutuhan proses, kebutuhan input dan kebutuhan hasil. Analisis kebutuhan proses, yang menjelaskan bagaimana kerangka kerja akan berfungsi, siklus apa yang digunakan, mulai dari bagian informasi yang kemudian ditangani oleh kerangka kerja hingga menjadi informasi hasil

Implementasi matlab menggunakan *gabor filter* untuk mengekstraksi penyakit daun tomat dan *support vector machine* untuk klasifikasi penyakit daun tomat, yaitu menggunakan matlab 2007. Berikut langkah - langkah program, yaitu:

a. Menginput citra daun tomat

Metode *gabor filter* diterapkan untuk ekstraksi citra daun tomat menggunakan sampel fitur yang dari jpg, kemudian ke rgb sebanyak 2 buah dengan resolusi 2×2 *pixel* untuk proses hitungan manual, hal ini digunakan untuk mempermudah proses klasifikasi menggunakan *support vector machine*. Adapun

citra sampel daun tomat yang akan diekstraksi terdiri dari 3 buah citra dengan ukuran data citra 2×2 *pixel* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.1 a. Daun Tomat Normal, b. Daun Tomat Bercak, c. Daun Tomat Busuk

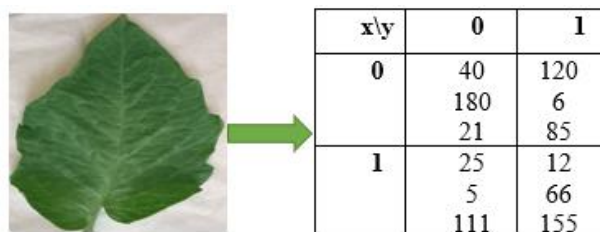
Berdasarkan pada gambar 4.1, diambil nilai pixel citra sebanyak 2×2 pixel untuk diproses menjadi dataset menggunakan metode *gabor filter*. Sebelum diekstraksi dengan *gabor filter* terlebih dahulu nilai citra dirubah kedalam *grayscale* (abu-abu).

b. Konversi Citra RGB ke *Grayscale*

Setelah citra daun tomat di input dan diambil nilai sampel citra daun tomat 2×2 yang kemudian dilakukan konversi kedalam bentuk *grayscale* dengan proses sebagai berikut:

1. Nilai Pixel 2×2 Citra Daun Tomat Normal

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



x\y	0	1
0	40 180 21	120 6 85
1	25 5 111	12 66 155

Gambar 4.2 Nilai Pixel 2×2 Citra Daun Tomat Normal

Berdasarkan pada gambar 4.2, selanjutnya adalah melakukan *grayscale* 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 (2,2) adalah:

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

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

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

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

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

Dari perhitungan sebelumnya maka didapat hasil nilai pixel 2 x 2 tipe *grayscale* yang telah dibulatkan seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Nilai Pixel 2 x 2 *Grayscale* Sampel Daun Tomat Normal

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


Selanjutnya menghitung nilai rata-rata (*mean*) yaitu dengan menjumlah keseluruhan nilai matriks daun tomat normal kemudian dibagikan dengan jumlah nilai data.

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

2. Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Bercak

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

:



X/y	0	1
0	150	122
	123	200
	3	45
1	87	65
	10	102
	165	22

Gambar 4.3 Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Bercak

Berdasarkan pada gambar 4.3, selanjutnya adalah melakukan *grayscale* 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 (2,2) adalah:

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

$$G(0,0) = (0.21 \times 150) + (0.71 \times 123) + (0.07 \times 3) = 119,04$$

$$G(0,1) = (0.21 \times 87) + (0.71 \times 10) + (0.07 \times 165) = 36,92$$

$$G(1,0) = (0.21 \times 122) + (0.71 \times 200) + (0.07 \times 45) = 170,77$$

$$G(1,1) = (0.21 \times 65) + (0.71 \times 102) + (0.07 \times 22) = 87,61$$

Dari perhitungan sebelumnya maka didapat hasil nilai pixel 2 x 2 tipe *grayscale* yang telah dibulatkan seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Nilai Pixel 2 x 2 *Grayscale* Sampel Daun Tomat Bercak


x\y	0	1
0	119,04	170,77
1	36,92	87,61

Selanjutnya menghitung nilai rata-rata (*mean*) yaitu dengan menjumlah keseluruhan nilai matriks daun tomat bercak kemudian dibagikan dengan jumlah nilai data.

$$\begin{aligned} \text{Mean Daun Tomat Bercak} &= (119,04 + 36,92 + 170,77 + 87,61) / 4 \\ &= 103,585 \end{aligned}$$

3. Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Busuk

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



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

Gambar 4.4 Nilai Pixel 2x2 Citra Daun Tomat Busuk

Berdasarkan pada gambar 4.4, selanjutnya adalah melakukan *grayscale* 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 (2,2) adalah:

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

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

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

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

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

Dari perhitungan sebelumnya maka didapat hasil nilai pixel 2 x 2 tipe *grayscale* yang telah dibulatkan seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Nilai Pixel 2 x 2 *Grayscale* Sampel Daun Tomat Busuk

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

Selanjutnya menghitung nilai rata-rata (*mean*) yaitu dengan menjumlah keseluruhan nilai matriks daun tomat busuk kemudian dibagi dengan jumlah nilai data.

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

c. Ekstraksi Citra Menggunakan *Gabor Filter*

Setelah nilai RGB setiap citra didapatkan, selanjutnya adalah melakukan ekstraksi nilai *grayscale* citra daun tomat normal dengan *gabor filter* sesuai dengan koordinat citranya. Adapun rumus *gabor filter*nya sebagai berikut :

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

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

1. Ekstraksi Citra Daun Tomat Normal

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

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

Diketahui :

Koordinat : $x=136,35, y=136,35$

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

$B\theta = 30^\circ$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$

$0,707((136,35 \times \cos 30^\circ) + (136,35 \times \sin 30^\circ))$

$0,707((136,35 \times 0,866) + (136,35 \times 0,5))$

$0,707(186,25) = 132$

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

$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{136,35}{1,041} + \frac{136,35}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 132) \right)$

$0,159 \times (\exp\{271\} + \exp\{827\})$

$0,159((271 e + 0) + (827e + 0))$

$0,159(271 + 827) = 174,638$

Mean/G(x,y)

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

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

Diketahui :

Koordinat : x=9,58, y=9,58

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

$B\theta = 30^\circ$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$

$$0,707((9,58 \times \cos 30^\circ) + (9,58 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((9,58 \times 0,866) + (9,58 \times 0,5))$$

$$0,707(13,08) = 9$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{9,58}{1,041} + \frac{9,58}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 9) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{19\} + \exp\{58\})$$

$$0,159((19e + 0) + (58e + 0))$$

$$0,159(19 + 58) = 12,266$$

Mean/G(x,y)

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

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

Diketahui :

Koordinat : x=30,06, y=30,06

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

$$B\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((30,06 \times \cos 30^\circ) + (30,06 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((30,06 \times 0,866) + (30,06 \times 0,5))$$

$$0,707(41,06) = 29$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp \left\{ \frac{30,06}{1,041} + \frac{30,06}{0,971} \right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 29) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{60\} + \exp\{182\})$$

$$0,159((60 e + 0) + (182e + 0))$$

$$0,159(60 + 182) = 38,496$$

Mean/G(x,y)

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

d. Ekstraksi *gabor filter* koordinat x,y = 1,1

Diketahui :

Koordinat : x=50,47, y=50,47

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

$$B\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σy dengan persamaan

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

$$\sigma y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σx , dengan persamaan

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

$$\sigma x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((50,47 \times \cos 30^\circ) + (50,47 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((50,47 \times 0,866) + (50,47 \times 0,5))$$

$$0,707(68,94) = 49$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{50,47}{1,041} + \frac{50,47}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 49) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{100\} + \exp\{306\})$$

$$0,159((100 e + 0) + (306e + 0))$$

$$0,159(100 + 306) = 64,637$$

$$\text{Mean}/G(x,y)$$

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

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

Tabel 4.4 Hasil Nilai Ekstraksi Gabor Filter Daun Tomat Normal

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

Berdasarkan pada tabel di atas, didapatkan dataset citra daun tomat normal hasil ekstraksi gabor filter yaitu 0,679, 2,178, 0,473 dan 0,92.

2. Ekstraksi Citra Daun Tomat Bercak

Berikut adalah langkah-langkah proses ekstraksi citra daun tomat bercak menggunakan *gabor filter* sesuai dengan kordinat citranya:

a. Ekstraksi *gabor filter* kordinat x,y = 0,0

Diketahui :

Koordinat : x=119,04, y=119,04

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

$B\theta = 30^\circ$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((119,04 \times \cos 30^\circ) + (119,04 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((119,04 \times 0,866) + (119,04 \times 0,5))$$

$$0,707(162,608) = 115$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{119,04}{1,041} + \frac{119,04}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 115) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{237\} + \exp\{722\})$$

$$0,159((237 e + 0) + (722e + 0))$$

$$0,159(237 + 722) = 152,481$$

Mean / G (x,y)

$$103,585 / 152,481 = 0,679$$

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

Diketahui :

Koordinat : x=36,92, y=36,92

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

$B\theta = 30^\circ$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((36,92 \times \cos 30^\circ) + (36,924 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((36,92 \times 0,866) + (36,92 \times 0,5))$$

$$0,707(50,43) = 36$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{36,92}{1,041} + \frac{36,92}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 36) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{73\} + \exp\{226\})$$

$$0,159((73 e + 0) + (226 e + 0))$$

$$0,159(73 + 226) = 47.553$$

$$\text{Mean}/G(x,y)$$

$$103,585/47.553=2,178$$

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

Diketahui :

$$\text{Koordinat : } x=170,77, y=170,77$$

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

$$B\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((170,77 \times \cos 30^\circ) + (170,77 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((170,77 \times 0,866) + (170,77 \times 0,5))$$

$$0,707(233,27) = 165$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{170,77}{1,041} + \frac{170,77}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 165) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{340\} + \exp\{1036\})$$

$$0,159((340 e + 0) + (1036 e + 0))$$

$$0,159(340 + 1036) = 218,8$$

Mean/G(x,y)

$$103,585/218,8=0,473$$

d. Ekstraksi *gabor filter* kordinat x,y = 1,1

Diketahui :

Koordinat : x=87,61, y=87,61

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

$$B\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σy dengan persamaan

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

$$\sigma y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σx , dengan persamaan

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

$$\sigma x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((87,61 \times \cos 30^\circ) + (87,61 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((87,61 \times 0,866) + (87,61 \times 0,5))$$

$$0,707(119,67) = 85$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{87,61}{1,041} + \frac{87,61}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 85) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{174\} + \exp\{534\})$$

$$0,159((174 e + 0) + (534 e + 0))$$

$$0,159(174 + 534) = 112,54$$

$$\text{Mean}/G(x, y)$$

$$103,585/112,54 = 0,92$$

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

Tabel 4.5 Hasil Nilai Ekstraksi Gabor Filter Daun Tomat Bercak

x\y	0	1
0	0,679	0,473
1	2,178	0,92

Berdasarkan pada tabel di atas, didapatkan dataset citra daun tomat bercak hasil ekstraksi *gabor filter* yaitu 0,679, 2,178, 0,473 dan 0,92.

3. Ekstraksi Citra Daun Tomat Busuk

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

a. Ekstraksi *gabor filter* kordinat x,y = 0,0

Diketahui :

Koordinat : x= 116,14, y=116,14

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

$B\theta = 30^\circ$

$\mu_0 = F = 0,707$ Hz

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((116,14 \times \cos 30^\circ) + (116,14 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((116,14 \times 0,866) + (116,14 \times 0,5))$$

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

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

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

$$0,159 \times (\exp\{231\} + \exp\{703\})$$

$$0,159((231 e + 0) + (703e + 0))$$

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

Mean/G(x,y)

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

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

Diketahui :

Koordinat : x=41,71, y=41,71

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

$B\theta = 30^\circ$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((41,71 \times \cos 30^\circ) + (41,71 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((41,71 \times 0,866) + (41,71 \times 0,5))$$

$$0,707(56,97) = 40$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{41,71}{1,041} + \frac{41,71}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 40) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{83\} + \exp\{251\})$$

$$0,159((83 e + 0) + (251e + 0))$$

$$0,159(83 + 251) = 53,137$$

$$\text{Mean}/G(x,y)$$

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

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

Diketahui :

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

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

$B\theta = 30^\circ$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((172,15 \times \cos 30^\circ) + (172,15 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((172,15 \times 0,866) + (172,15 \times 0,5))$$

$$0,707(235,15) = 166$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{172,15}{1,041} + \frac{172,15}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 166) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{343\} + \exp\{1042\})$$

$$0,159((343 e + 0) + (1042e + 0))$$

$$0,159(343 + 1042) = 220,2$$

$$\text{Mean}/G(x,y)$$

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

d. Ekstraksi *gabor filter* kordinat x,y = 1,1

Diketahui :

$$\text{Koordinat : } x=92,87, y=92,87$$

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

$$B\theta = 30^\circ$$

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

langkah pertama adalah mencari nilai σ_y dengan persamaan

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

$$\sigma_y = \frac{0,5486}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,707} \cdot \tan\left(\frac{30}{2}\right)}$$

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

Berikutnya adalah mencari nilai σ_x , dengan persamaan

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

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (2^{1+1})}{2,1071 \times (2^{1-1})}$$

$$\sigma_x = \frac{0,5486 \times (4)}{2,1071 \times (1)} = 1,041$$

$$\mu_0(x \cos\theta + y \sin\theta)$$

$$0,707((92,87 \times \cos 30^\circ) + (92,87 \times \sin 30^\circ))$$

$$0,707((92,87 \times 0,866) + (92,87 \times 0,5))$$

$$0,707(128,71) = 91$$

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

$$\frac{1}{2 \times 3,14} \left(\exp\left\{\frac{92,87}{1,041} + \frac{92,87}{0,971}\right\} + \exp(2 \times 3,14 \times 91) \right)$$

$$0,159 \times (\exp\{185\} + \exp\{571\})$$

$$0,159((185 e + 0) + (571e + 0))$$

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

$$\text{Mean}/G(x,y)$$

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

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

Tabel 4.6 Hasil Nilai Ekstraksi Gabor Filter Daun Tomat Busuk

x\y	0	1
0	0,71	0,48
1	1,9	0,879

Berdasarkan pada tabel di atas, didapatkan dataset citra daun tomat busuk hasil ekstraksi gabor filter yaitu 0,71, 1,9, 0,48 dan 0,879.

d. **Klasifikasi Menggunakan *Support Vector Machine***

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

Tabel 4.7 Data Citra Daun Tomat Ekstraksi *Gabor Filter*

Kor	Daun Tomat Normal		Kor	Daun Tomat Bercak		Kor	Daun Tomat Busuk	
	x\y	0		1	x\y		0	1
0	0,324	1,471	0	0,679	0,473	0	0,71	0,48
1	4,615	0,875	1	2,178	0,92	1	1,9	0,879

Selanjutnya dilakukan klasifikasi menggunakan SVM dengan mencari nilai energi dan *entropy* dari masing-masing dataset citra ekstraksi *gabor filter* dengan rumus di bawah ini:

3. Energi

Adapun Energi dari daun tomat normal adalah sebagai berikut:

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

Adapun Energi dari daun tomat bercak adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j)^2 \\ &= (0,679^2) + (2,178^2) + (0,473^2) + (0,879^2) \\ &= 0,461 + 4,743 + 0,223 + 0,772 \\ &= 6,273 \end{aligned}$$

Adapun Energi dari daun tomat busuk adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j)^2 \\ &= (0,71^2) + (1,9^2) + (0,48^2) + (0,92^2) \\ &= 0,504 + 3,61 + 0,230 + 0,846 \\ &= 5,19 \end{aligned}$$

4. Entropy

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

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

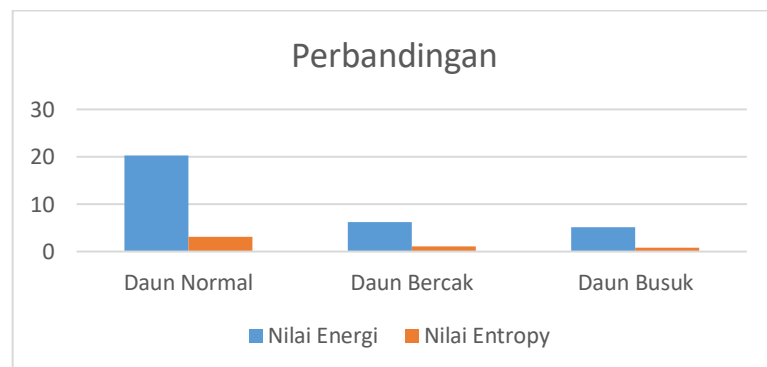
Adapun *entropy* dari daun tomat bercak adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \sum_{ij} p(i,j)\log(p(i,j)) \\ &= (0,679 \log 0,679) + (2,178 \log 2,178) + (0,473 \log 0,473) + (0,879 \log 0,879) \\ &= (-0,114) + 0,736 + (-0,157) + (-0,049) \\ &= 1,056 \end{aligned}$$

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

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

Adapun grafik jarak nilai SVM energi dan *entropy* citra daun tomat normal, bercak dan busuk dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai Energi dan Entropy

Berdasarkan pada gambar di atas, dapat dijelaskan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Energi dan Entropy

No	Nilai Energi (x)	Nilai Entropy (x)	Class (y)	Keterangan
1	20,32	3,103	0	Daun Tomat Normal
2	6,273	1,056	1	Daun Tomat Bercak
3	5,19	0,82	-1	Daun Tomat Busuk

Berdasarkan pada tabel di atas, dapat dijelaskan bahwa kondisi daun tomat normal memiliki nilai *energy* dan *entropy* yang lebih tinggi, karena kondisi daun yang memiliki tekstur yang sama karena tidak adanya kebusukan atau bercak pada permukaan daun. Daun tomat normal diberikan kelas (0), bercak (1) sedangkan daun tomat busuk diberikan kelas (-1). Pada contoh ini hanya diterapkan 1 lawan 3 kelas atau nilai energi dan entropy akan menjadi nilai untuk melakukan klasifikasi SVM *one againts all*. Adapun rumus dari SVM *one againts all* adalah sebagai berikut :

$$\text{Klasifikasi} = \text{sign} (\sum_i a_i * y_i K(x_i, x) + b)$$

Diketahui $y = 0, 1, -1$

Dataset = [20,32 3,103]

[6,273 1,056]

[5,19 0,82]

1. Proses Pelatihan SVM

Sebelum melakukan klasifikasi menggunakan SVM terlebih dahulu melakukan pelatihan dengan pencarian *Hyperlane*. Karena terdapat dua fitur x yaitu x_1 (nilai enegri) 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 :

$$a. 0 (20,32w_1 + 3,103w_2 + b) \geq 1 \quad \rightarrow \quad (w_1 + w_2 + b) \geq 1 \dots\dots\dots(1)$$

$$b. 1 (6,273w_1 + 1,056w_2 + b) \geq 1 \quad \rightarrow \quad (6,273w_1 + 1,056w_2 + b) \geq 1 \dots\dots\dots(2)$$

$$c. -1 (5,19w_1 + 0,82w_2 + b) \geq 1 \quad \rightarrow \quad (-5,19w_1 - 0,82w_2 - b) \geq 1 \dots\dots\dots(3)$$

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

$$(w_1 + w_2 + b) \geq 1$$

$$(6,273w_1 + 1,056w_2 + b) \geq 1$$

$$(-5,19w_1 - 0,82w_2 - b) \geq 1$$

$$w_1 = 1 + 6,273 - 5,19 = 2,083$$

$$w_2 = 1 + 1,056 - 0,82 = 1,236$$

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

$$1 (2,083) + 1 (1,236) + b = 1$$

$$6,273 (2,083) + 1,056 (1,236) + b = 1$$

$$\frac{15,14 + 2,54 + 2b = 2}{}$$

$$-5,19 (2,083) - 0,82 (1,236) - b = 1$$


$$\frac{4,33 + 1,53 + b = 3}{}$$

$$b = 3 - 4,33 - 1,53 = -2,483$$

Setelah didapatkan nilai bias (b) sebesar -2,483, selanjutnya dilakukan pengujian klasifikasi.

2. Proses Pengujian Klasifikasi SVM

Berikut adalah contoh penerapan klasifikasi penyakit daun tomat dengan citra uji yang disandingkan berdasarkan citra latih. Adapun citra daun tomat yang menjadi citra uji sebagai berikut :



X/y	0	1
0	148	121
	121	203
	5	44
1	85	63
	11	104
	163	20

Gambar 4.6 Citra Daun Tomat Uji

Berdasarkan pada gambar di atas, proses pertama adalah melakukan teknik *grayscale*, kemudian ekstraksi citra daun tomat *grayscale* dengan *gabor filter*, hasil ekstraksi citra *gabor filter* di tentukan energi dan entropinya menggunakan metode SVM. Adapun tahapan dilakukan dengan cara yang sama sehingga menghasilkan nilai energi dan *entropy* sebagai tabel berikut :

Tabel 4.9 Nilai Energi dan Entropy Data Uji

No	Nilai Energi	Nilai Entropy	Class
1	20, 32	3,103	0
2	6,273	1,056	1
3	5, 19	0,82	-1
4	6,96	1,11	??

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

$$\begin{aligned}
 K = 1 & \exp(0 \| [6,96 \ 1,11] - [20,32 \ 3,103] \|^2) \\
 & \exp(0 \| [6,96 - 20,32 \ 1,11 - 3,103] \|^2) \\
 & \exp(0 \| [-13,27 \ - \ 1,993] \|^2) \\
 & \exp(0 (\sqrt{-13,27^2 + 1,993^2})^2) \\
 & \exp(0 (\sqrt{176,0 + 3,97})^2) \\
 & \exp(0 (\sqrt{179,97}) \\
 & \exp(0 (179,79) \\
 & 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K = 2 & \exp(1 \| [6,96 \ 1,11] - [6,273 \ 1,056] \|^2) \\
 & \exp(1 \| [6,96 - 6,273 \ 1,11 - 1,056] \|^2) \\
 & \exp(1 \| [0,687 \ - \ 0,054] \|^2) \\
 & \exp(1 (\sqrt{0,687^2 + 0,054^2})^2) \\
 & \exp(1 (\sqrt{0,472 + 0,0029})^2) \\
 & \exp(1 (\sqrt{0,225}) \\
 & \exp(1 (0,474) \\
 & 0,474
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K = 3 & \exp(-1 \| [6,96 \ 1,11] - [5,19 \ 0,82] \|^2) \\
 & \exp(-1 \| [6,96 - 5,19 \ 1,11 - 0,82] \|^2) \\
 & \exp(-1 \| [1,77 \ - \ 0,29] \|^2) \\
 & \exp(-1 (\sqrt{1,77^2 + 0,29^2})^2) \\
 & \exp(-1 (\sqrt{3,13 + 0,084})^2) \\
 & \exp(-1 (\sqrt{10,32})
 \end{aligned}$$

$$\exp(-1(3,21))$$

$$-3,21$$

$$K = [0 \quad 0,474 \quad -3,21]$$

Klasifikasi *One Against All* = $\text{sum}(\text{kernel}(K)) + b$

Klasifikasi *One Against All* = $(-2,736 + (-2,483))$

Klasifikasi *One Against All* = $(-5,219)$

Klasifikasi *One Against All* = $\text{sign}(-5,219)$

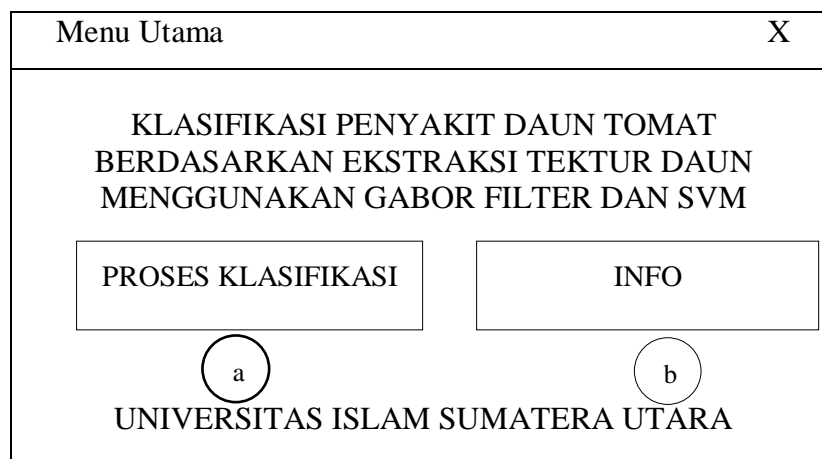
Berdasarkan dari uji klasifikasi, data uji citra masuk ke dalam *class* -1 dimana data uji citra daun tomat yang masuk kedalam -1 merupakan citra daun tomat busuk.

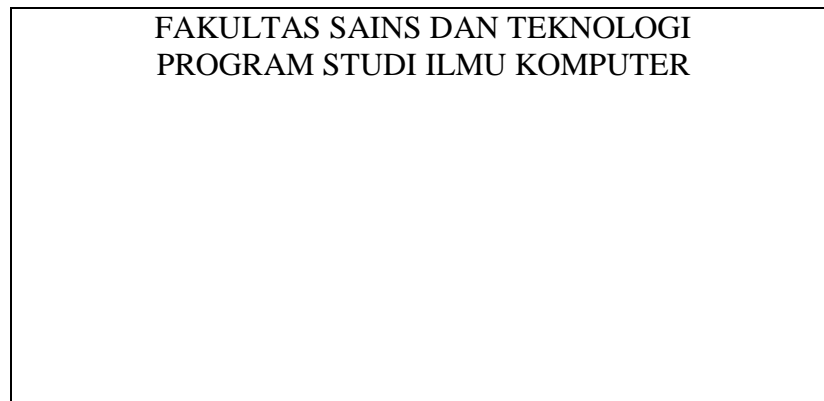
4.1.2 Perancangan Sistem

Sebelum diimplementasi ke dalam sebuah program aplikasi, terlebih dahulu merancang sistem klasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan ekstraksi tekstur daun agar sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya. Adapun perancangan sistem terdiri dari rancangan menu utama, rancangan menu info penulis dan rancangan menu klasifikasi. Adapun keseluruhan rancangan *interface* sistem adalah sebagai berikut:

1. Rancangan Menu Utama

Menu utama adalah sebuah menu yang akan tampil ketika pertama kali program dijalankan. Adapun menu utama juga sebagai navigasi untuk kemenu-menu yang lain. Berikut adalah rancangan menu utama dapat dilihat pada gambar di bawah:





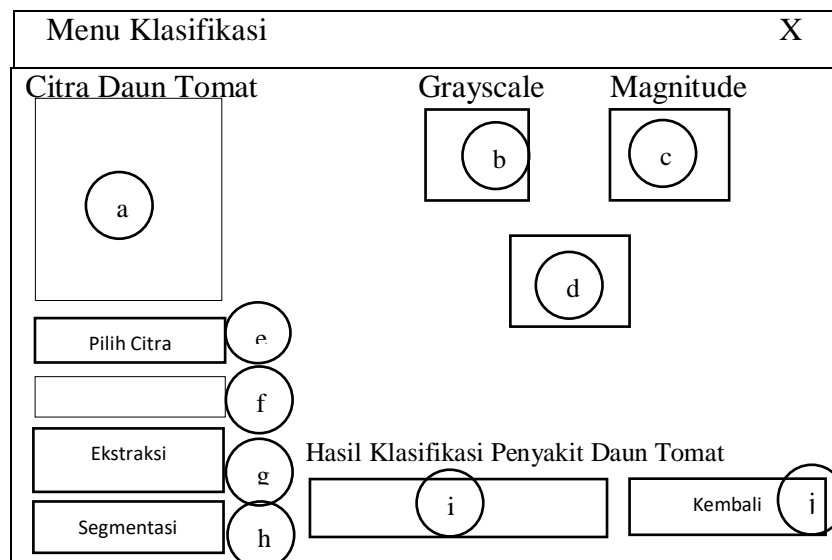
Gambar 4.7 Rancangan Menu Utama

Berdasarkan pada gambar di atas, adapun keterangannya sebagai berikut:

- a. *Button* yang berfungsi untuk menampilkan menu klasifikasi penyakit citra.
- b. *Button* yang berfungsi untuk menampilkan menu informasi tentang penulis.

1. Rancangan Menu Klasifikasi

Menu klasifikasi adalah sebuah menu yang akan tampil ketika pengguna akan melakukan klasifikasi penyakit daun tomat. Berikut perancangannya :



Gambar 4.8 Rancangan Klasifikasi

Berdasarkan pada gambar di atas, adapun dapat diberi keterangan sebagai berikut:

- a. *Axis* yang berfungsi menampung data citra daun tomat yang telah dipilih.
- b. *Axis* yang berfungsi menampung data citra daun tomat *grayscale*.
- c. *Axis* yang berfungsi menampung data citra daun tomat *magnitude*.

- d. Tabel yang berfungsi menampilkan nilai ciri.
- e. *Button* yang berfungsi untuk memilih dan mencari citra daun tomat yang akan diuji.
- f. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nama dari citra daun tomat uji.
- g. *Button* yang berfungsi melakukan ekstraksi citra daun tomat.
- h. *Button* yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi citra daun tomat.
- i. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nama penyakit citra daun tomat hasil klasifikasi.
- j. *Button* yang berfungsi untuk kembali ke menu dasar

2. Rancangan Menu Info

Menu info adalah sebuah menu yang akan tampil ketika pengguna melihat info tentang penulis. Berikut adalah rancangan menu info dapat dilihat pada gambar di bawah:

Menu Info	X
<p>NAMA MAHASIWA LELY SAHRANI</p> <p>NIM 0701163109</p> <p>RPOGRAM STUDI ILMU KOMPUTER</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 20px;">KEMBALI</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">a</div> </div>	

Gambar 4.9 Rancangan Menu Info

Berdasarkan pada gambar di atas, adapun dapat diberi keterangan sebagai berikut:

- a. *Button* yang berfungsi untuk kembali pada menu utama.

3. Rancangan *Pseudocode*

Sebelum mengeksekusi saluran *gabor filter* dan SVM pada sistem aplikasi, terlebih dulu merancang metode dalam bentuk *pseudocode*. Berikut adalah

rancangan metode gabor filter dan SVM dalam bentuk pemrograman matlab seperti pada gambar di bawah ini :

1. *Pseudocode* Gabor Filter

Adapun bentuk ringkas dari *pseudocode* metode gabor filter bahasa pemrograman matlab sebagai berikut :

```

gaborArray = cell(x,y);
cor = 30;
F = 0.707;
Y = log (2);
signal = sin(2*pi*t);
%mencari nilai ay
ay = sqrt (Y / signal * F) * tan(cor/2);
%mencari nilai ax
ax = sqrt(Y) * (4) / sqrt (signal) * (1);
%mencari nilai gabor
for i = 1:x
    U = ( cos (x) + sin (y));
    for j = 1:y
        G = 1 / signal (exp(x/ax) + (x / ay)) + exp (2* signal * U);
        gFilter = G(x,y);
        gaborArray{i,j} = gFilter;
    end
end

```

Gambar 4.10 *Pseudocode* Gabor Filter

2. *Pseudocode* SVM

Adapun bentuk ringkas dari *pseudocode* metode SVM yang diterapkan pada bahasa pemrograman matlab sebagai berikut :

```

%memanggil library
cl = fitcsvm(data3,theclass,'KernelFunction','rbf',...
    'BoxConstraint',Inf,'ClassNames',[0,1,-1]);
x,y = cl;
CiriENG = sum(x,y^2);%mendapatkan nilai energi
CiriENT = x,y(log(x,y)); %mendapatkan nilai entropy

%mencari nilai bias
for i = x
    y = ('x,y') + ('x+y') + b >= 1;
    w = y;
    b = solve (data3(:,1),data3(:,2),data3(:,3));
end
% Kalsifikasi SVM
SVMModel = fitcsvm(x,y);
K = gscatter(x,y(:,1),x,y(:,2),x,y(:,2));
class = K;

```

Gambar 4.11 *Pseudocode* SVM

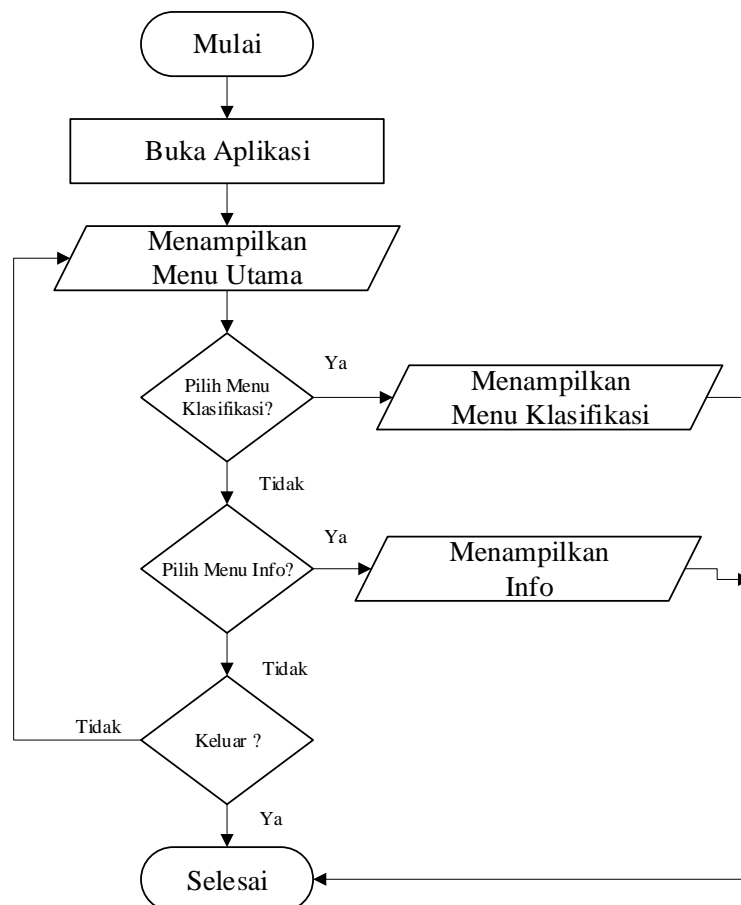
Berdasarkan pada gambar 4.10 dan 4.11 di atas, proses ekstraksi dilakukan dengan metode gabor filter kemudian dilanjutkan dengan klasifikasi menggunakan metode SVM berdasarkan jarak nilai *energi* dan *entropy*.

4.1.3 Flowchart Sistem

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

1. *Flowchart* Menu Utama

Flowchart menu utama adalah gambar alur proses ketika pengguna berada pada menu utama. Berikut adalah rancangan dari *flowchart* menu utama:



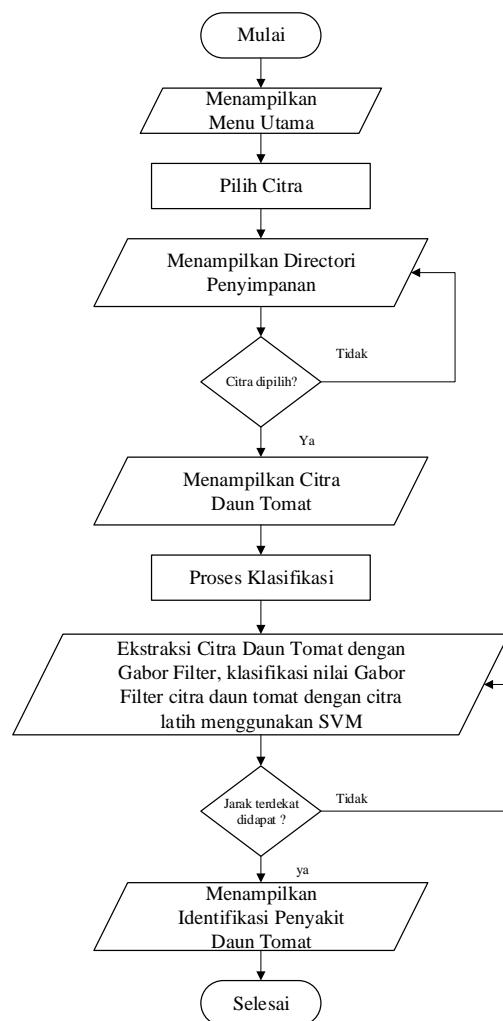
Gambar 4.12 *Flowchart* Menu Utama

Berdasarkan pada gambar *flowchart* menu utama, dapat dijelaskan bahwa langkah pengguna yang membuka aplikasi dihadapkan dengan 2 menu yaitu menu

klasifikasi yang digunakan untuk memproses klasifikasi penyakit citra daun tomat serta menu info penulis yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang penulis skripsi ini.

2. *Flowchart* Klasifikasi

Flowchart klasifikasi adalah gambar alur proses ketika pengguna melakukan klasifikasi penyakit citra daun tomat. Berikut adalah rancangan dari *flowchart* klasifikasi:



Gambar 4.13 *Flowchart* Klasifikasi

4.2 Hasil

Beberapa tahapan akan dikaji sehubungan dengan hasil yang didapat dalam tinjauan ini, khususnya pengujian dan penerapan sebagai berikut:

4.2.1 Penerapan

Berdasarkan dari proses tahapan hitungan manual dan rancangan program aplikasi, selanjutnya adalah melakukan tahapan pengujian sistem aplikasi yang telah dibangun menggunakan program Matlab. Berikut adalah tampilan program yang telah dibangun :

1. Tampilan Program Menu Utama

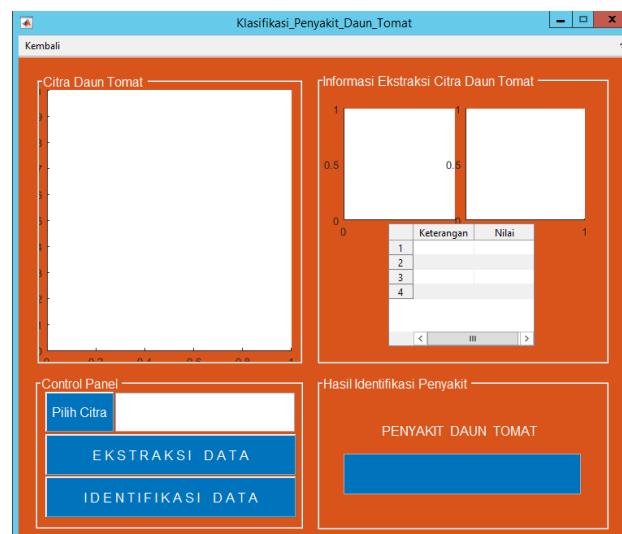
Adapun tampilan program menu utama yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:



Gambar 4.14 Tampilan Menu Utama

2. Tampilan Program Menu Klasifikasi

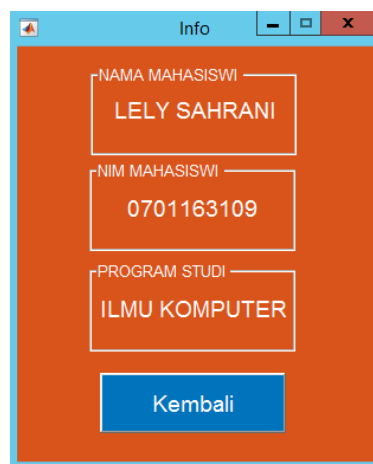
Adapun tampilan program menu klasifikasi yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:



Gambar 4.15 Tampilan Menu Klasifikasi

3. Tampilan Program Menu Info Penulis

Adapun tampilan program menu info penulis yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:

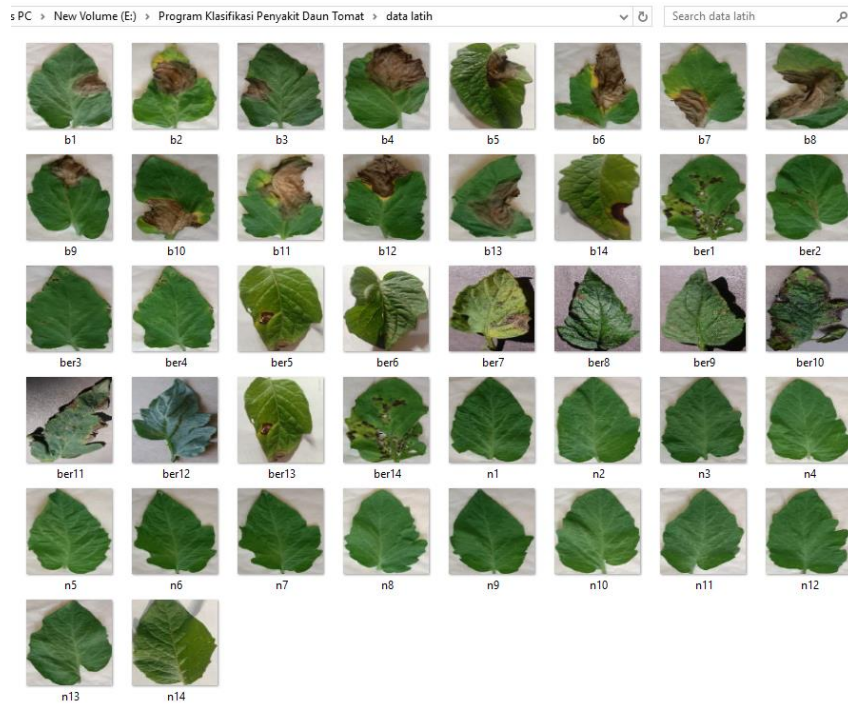
**Gambar 4.16** Tampilan Menu Info Penulis

Adapun tahapan pada pengujian program ini adalah dengan menyiapkan data latih dan data uji berupa cita daun tomat yang terdiri dari 42 citra daun tomat sebagai data citra latih dan 30 citra daun tomat sebagai citra latih serta 3 jenis penyakit daun tomat yaitu normal, bercak dan busuk. Berikut adalah data lengkap dari citra daun tomat disajikan kedalam tabel di bawah ini:

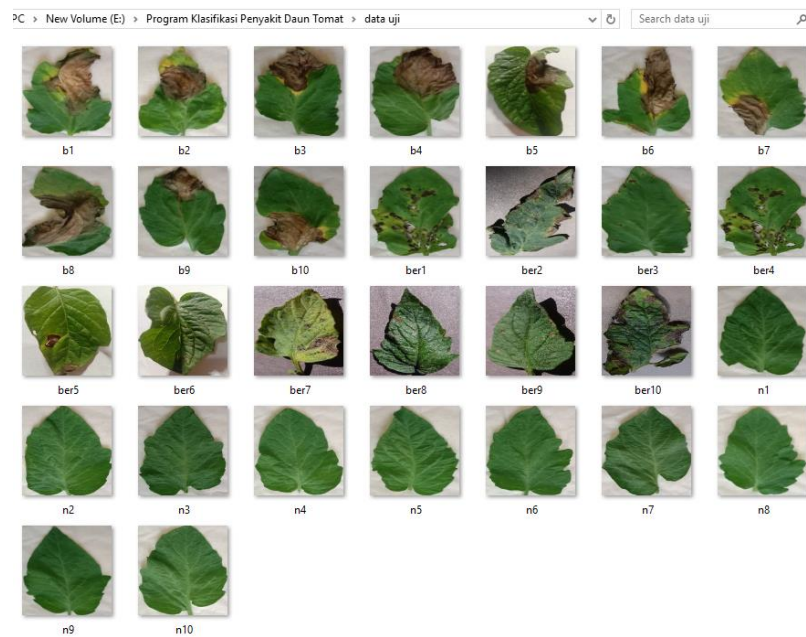
Tabel 4.10 Informasi Citra Latih dan Citra Uji

Data Citra	Jumlah	Jenis Penyakit Daun	Jumlah
Citra Latih	42 Citra	Daun Tomat Normal	14
		Daun Tomat Bercak	14
		Daun Tomat Busuk	14
Citra Uji	30 Citra	Daun Tomat Normal	10
		Daun Tomat Bercak	10
		Daun Tomat Busuk	10

Berdasarkan pada tabel informasi citra daun tomat, selanjutnya adalah menyiapkan data citra daun latih dan citra daun uji yang dimasukkan kedalam folder “Data Latih” dan folder “Data Uji” sebagai berikut:



Gambar 4.17 Citra Daun Tomat Latih

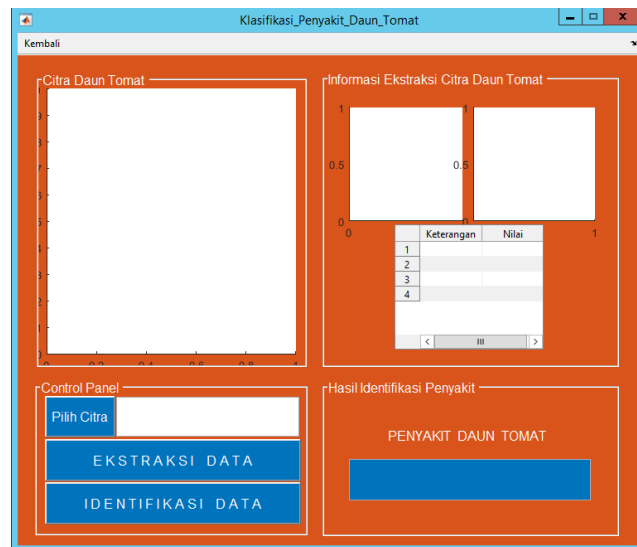


Gambar 4.18 Citra Daun Tomat Uji

Selanjutnya adalah melakukan klasifikasi jenis penyakit daun tomat berdasarkan citra daun tomat uji yang telah disiapkan pada gambar 4.18.

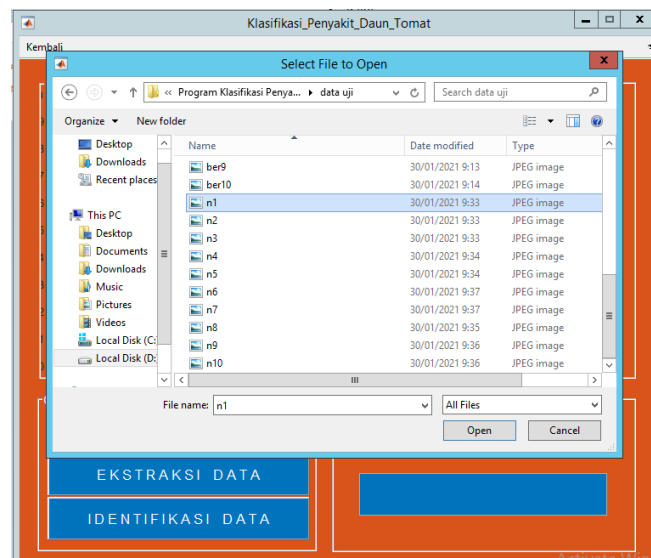
1. Klasifikasi Citra Daun Tomat Normal

Adapun tahapannya pada sistem aplikasi adalah sebagai berikut:



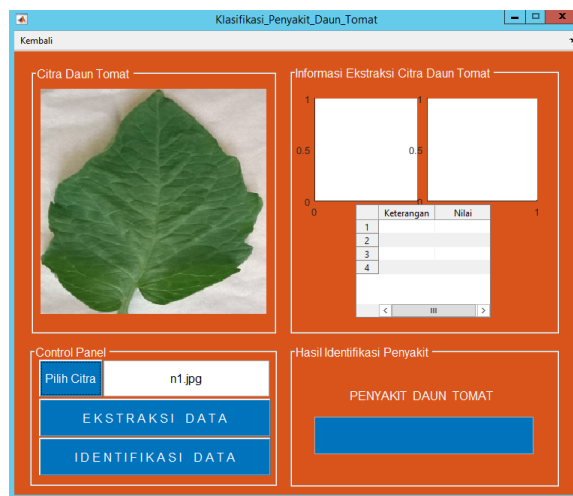
Gambar 4.19 Menu Proses Klasifikasi

Berdasarkan pada gambar di atas, untuk memulai proses klasifikasi jenis penyakit daun tomat berdasarkan bentuk citra daun tomat, pengguna dapat menekan *button* “Pilih Citra” sehingga menampilkan menu pencarian citra sebagai berikut ini:



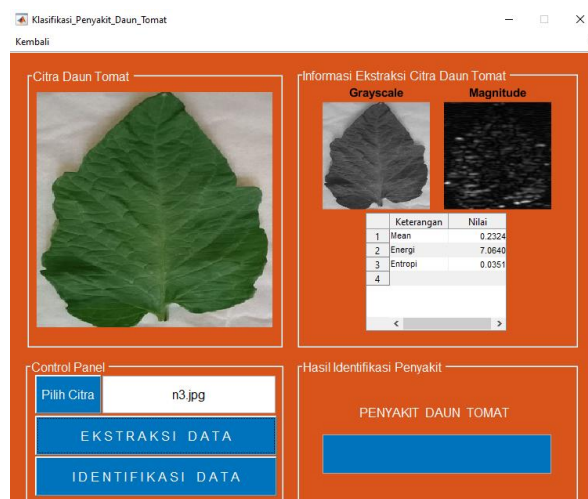
Gambar 4.20 Menu Pencarian Citra

Berdasarkan pada gambar 4.20 di atas, pengguna memilih citra uji yang akan diklasifikasi, pada tahapan ini pengguna memilih citra “n1” atau citra daun tomat normal, kemudian pilih “*open*”. Adapun hasilnya sebagai berikut:



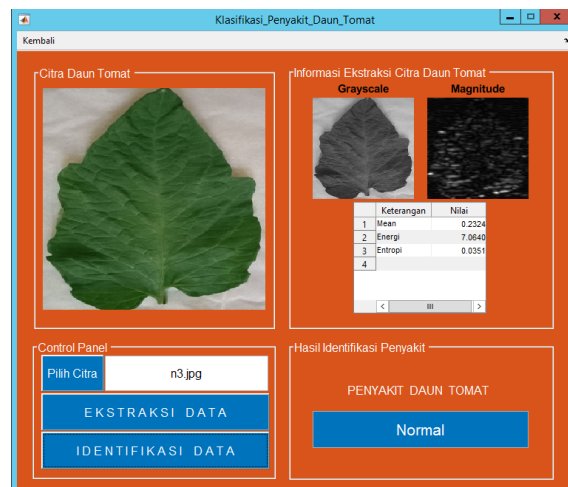
Gambar 4.21 Citra Daun Tomat Dipilih

Setelah dilakukan pemilihan citra daun tomat yang akan diklasifikasi, sistem dapat membaca informasi nama citra. Selanjutnya melakukan proses klasifikasi citra, terlebih dahulu melakukan ekstraksi citra dengan menekan *button* “Ekstraksi Data” sehingga menampilkan citra *grayscale* dan *magnitude* serta nilai energi dan *entropy* seperti pada gambar di bawah:



Gambar 4.22 Informasi Citra Daun Tomat Normal

Selanjutnya adalah melakukan klasifikasi daun tomat dengan menekan *button* “Identifikasi Data” sehingga menampilkan hasil sebagai berikut :

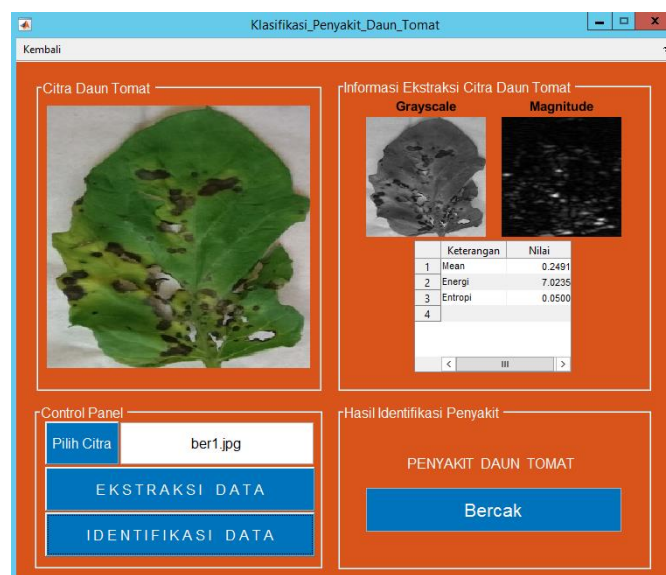


Gambar 4.23 Klasifikasi Citra Daun Tomat Normal

Berdasarkan pada gambar di atas, proses klasifikasi berhasil diterapkan pada sistem aplikasi, dimana dengan citra uji daun tomat normal berhasil diklasifikasi sebagai jenis “Normal”, sehingga klasifikasi sistem benar. Adapun cara yang sama dilakukan hingga citra uji daun tomat normal ke-10.

2. Klasifikasi Citra Daun Tomat Bercak

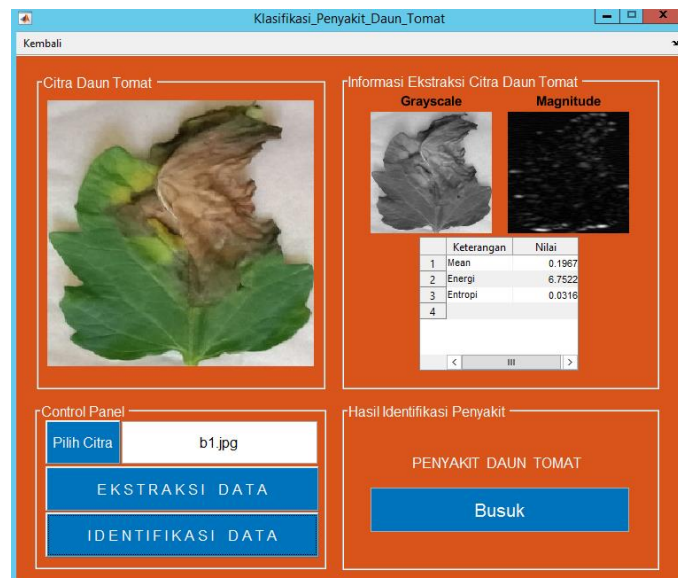
Proses dan tahapan awal dilakukan dengan cara yang sama seperti sebelumnya, sehingga adapun hasil dari klasifikasi penyakit keseluruhan untuk citra daun tomat bercak adalah sebagai berikut:



Gambar 4.24 Klasifikasi Citra Daun Tomat Bercak

Berdasarkan pada gambar di atas, proses klasifikasi berhasil diterapkan pada sistem aplikasi, dimana dengan citra uji daun tomat bercak berhasil diklasifikasi sebagai jenis “Bercak”, sehingga klasifikasi sistem benar.

3. Klasifikasi citra daun busuk



Gambar 4.25 Klasifikasi Citra Daun Tomat Busuk

Berdasarkan pada gambar di atas, proses klasifikasi berhasil diterapkan pada sistem aplikasi, dimana dengan citra uji daun tomat busuk berhasil diklasifikasi sebagai jenis “Busuk”, sehingga klasifikasi sistem benar.

4.2.1 Hasil Pengujian

Berdasarkan dari hasil pengujian klasifikasi dengan 30 citra daun tomat uji yang terdiri dari 3 jenis penyakit yaitu normal, bercak dan busuk didapati hasil sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Citra Daun Tomat Keseluruhan

No	Nama Citra	Jenis Daun	Hasil Klasifikasi	Keterangan
----	------------	------------	-------------------	------------

1	n1.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
2	n2.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
3	n3.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
4	n4.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
5	n5.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
6	n6.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
7	n7.jpg	Daun Normal	Daun Bercak	Salah
8	n8.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
9	n9.jpg	Daun Normal	Daun Bercak	Salah
10	n10.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
11	ber1.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
12	ber2.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
13	ber3.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
14	ber4.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
15	ber5.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
16	ber6.jpg	Daun Bercak	Daun Busuk	Salah
17	ber7.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
18	ber8.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
19	ber9.jpg	Daun Bercak	Daun Normal	Salah
20	ber10.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
21	b1.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
22	b2.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
23	b3.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
24	b4.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
25	b5.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
26	b6.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
27	b7.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
28	b8.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
29	b9.jpg	Daun Busuk	Daun Bercak	Salah
30	b10.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar

Berdasarkan pada tabel hasil pengujian di atas, didapati 25 citra daun tomat uji yang berhasil diklasifikasi dengan benar dan 5 citra daun tomat uji yang diklasifikasi dengan salah. Adapun selanjutnya menghitung tingkat akurasi berdasarkan citra daun tomat uji yang dipakai. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Klasifikasi\ Benar}{Jumlah\ Data} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{25}{30} \times 100\% = 83,33 \%$$

Berdasarkan dari hasil uji akurasi, didapatkan nilai akurasi sebesar 83,33% untuk proses klasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan citra daun tomat sebanyak 30 data.

4.2.2 Penerapan

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. Penerapan sistem ini dapat diterapkan oleh mahasiswa maupun pelajar yang ingin mengklasifikasi penyakit daun tomat. Yang mana sistem ini akan mempermudah mahasiswa maupun pelajar dalam menganalisis penyakit daun tomat. Dan nantinya sistem ini bisa menjadi referensi untuk peneliti selanjutnya untuk pengembangan sistem agar bisa digunakan oleh para petani, ataupun masyarakat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan dengan mengklasifikasi penyakit daun tomat berdasarkan dari citra daun tomat menggunakan metode *Gabor Filter* dan SVM maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *Gabor Filter* dengan melakukan ekstraksi citra daun tomat yang ditransformasi menjadi citra *grayscale* dan *magnitude* dapat diklasifikasi dengan cukup akurat menggunakan SVM.
2. Penerapan metode SVM dengan klasifikasi *class* daun tomat dengan mengitung nilai energi dan *entropy* hasil ekstraksi dapat mempercepat proses klasifikasi, hal ini disebabkan oleh proses klasifikasi yang lebih sederhana dengan tingkat akurasi tinggi.
3. Proses klasifikasi penyakit daun tomat dengan data uji sebanyak 30 citra berhasil mendapatkan nilai akurasi sebesar 83,33 %, dimana nilai akurasi ini dapat dikatakan baik.
4. Berdasarkan hasil pengujian, akurasi klasifikasi tentu akan berubah dengan semakin banyaknya data yang diuji.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem yang lebih baik, serta untuk menguji tingkat keakuratan yang lebih baik dalam mengklasifikasi jenis penyakit daun tomat berdasarkan citra daun tomat, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan akurasi klasifikasi, maka perlu adanya perbandingan metode ekstraksi *Gabor Filter* dengan metode ekstraksi yang lain.
2. Perlu ditambahkan data uji dan data latih untuk mendapatkan hasil klasifikasi berupa akurasi yang lebih optimal.

3. Untuk pengembangan sistem yang lebih baik, perlu adanya sistem yang *real time* dalam melakukan klasifikasi jenis penyakit serta dapat ditambahkan fitur pemilihan folder data citra uji dan folder data citra latih secara sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., 2019, Klasifikasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode SVM. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Desain Ilmu Komunikasi Visual*, **Vol 4**.
- Astiningrum, M., Arhandi, P.P., Ariditya,N.A., 2020, Identifikasi Penyakit Pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur. *Jurnal* **Vol 6**.
- Drajana, Ivo Colanus, 2017, Metode Support Vector Machine dan Forward Selection Prediksi Pembayaran Pembelian bahan baku Kopra. *Jurnal Ilmu Komputer*, **Vol 9**.
- Furqan,M., Sriani., Sari,L.E.Y., 2020, Penerapan Metode Otsu Dalam Melakukan Segmentasi Citra Pada Citra Naskah Arab. *Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, **Vol 20**.
- Furqan, Mhd., Kurniawan.R., HP.K.I., Evaluasi Performa Support Vector Machine Classifier Terhadap Penyakit Mental. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 02(2020)
- Gonzalez, R.C., Woods, R.E., 2008. *Digital Image Processing Third Edition*. New Jersey : Prentice Hall.
- Handayani,L., 2017, Analisa Metode Gabor Filter Dan Propbabilistic Neural Network Untuk Klasifikasi Citra. *Jurnal Sains Teknologi Dan Industri*, **Vol 14**.
- Jayarman, S., Esakkirajan, S., Veerakumar, T., 2009, *Digital Image Processing*. New Delhi : Tata McGraw Hill.
- Kadir A., Susanto.A., 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Andi :Yogyakarta
- Mase.J., Furqon.M.T., Rahayudi.B., 2018, Penerapan Support Vector Machine Pada Pengklasifikasian Penyakit Kucing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, **Vol 2**.
- Muchtar Mutmainnah, Laili.C., 2015, Klasifikikasi Citra Daun dengan Metode Gabor Co- Occurrence. *Jurnal* **Vol 7**.
- Munir.R., 2004, *Pengolahan Citra Digital*. Informatika: Bandung..
- Nazariana, Sinurat,S., Hutabarat.H., 2018, Analisa Tekstur Citra Biji Kemiri Menggunakan Metode Gabor Filter. *Jurnal* **Vol 5**.
- Parapat,I.M., Furqon,M.T., Sutrisno, 2018, Penerapan Support Vector Machine Pada Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, **Vol 2**.
- Putra,D., 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Andi Offset: Yogyakarta.

- Putra.R.P., Rahmadwati, Setyawati.O., 2018, Klasifikasi Penyakit Tanaman Kedelai Melalui Tekstur Daun dengan Metode Gabor Filter. *Jurnal EECCIS*, **Vol 12**.
- Safitri, R.A., Nurdiani,S., Riana,D., Hadiani,S.,D, 2019, Kl asifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Metode Orde 1 dengan Algoritma Multi-Support Vector Machines. *Jurnal Komputer dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatik*, **Vol 21**.
- Satrinah, Ambar.A.A., Rahim.I., 2014, Identifikasi Penyakit Dua Tomat yang Terimbas Asam Fusarat Terhadap Jamur Patogen, *Jurnal Galung Tropika*.
- Sutoyo, et al. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Andi : Yogyakarta.
- Wijaya Intan Raharni, Untari.N.W, Said.A.F, 2017, Analisis dan Implementasi Metode Gabor Filter dan Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Sidik Jari. *Jurnal* **Vol 2**.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Hasil uji citra daun tomat pada “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan *Gabor Filter* Dan Algoritma *Support Vector Machine*” :

No	Nama Citra	Jenis Daun	Hasil Klasifikasi	Keterangan
1	n1.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
2	n2.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
3	n3.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
4	n4.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
5	n5.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
6	n6.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
7	n7.jpg	Daun Normal	Daun Bercak	Salah
8	n8.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
9	n9.jpg	Daun Normal	Daun Bercak	Salah
10	n10.jpg	Daun Normal	Daun Normal	Benar
11	ber1.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
12	ber2.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
13	ber3.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
14	ber4.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
15	ber5.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
16	ber6.jpg	Daun Bercak	Daun Busuk	Salah
17	ber7.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
18	ber8.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
19	ber9.jpg	Daun Bercak	Daun Normal	Salah
20	ber10.jpg	Daun Bercak	Daun Bercak	Benar
21	b1.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
22	b2.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar

23	b3.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
24	b4.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
25	b5.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
26	b6.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
27	b7.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
28	b8.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar
29	b9.jpg	Daun Busuk	Daun Bercak	Salah
30	b10.jpg	Daun Busuk	Daun Busuk	Benar

LAMPIRAN 2

Kode program matlab untuk “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berdasarkan Ekstraksi Tekstur Daun Menggunakan *Gabor Filter* Dan Algoritma *Support Vector Machine*” :

```
function varargout = Info(varargin)

% Begin initialization code - DO NOT
EDITgui_Singleton = 1;

gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',  @Info_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',   @Info_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);

if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State,
varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before Info is made visible.
function Info_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)

% This function has no output args, see OutputFcn.

% hObject      handle to figure
```



```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

% handles          structure with handles and user data (see
GUIDATA)

% varargin         command line arguments to Info (see VARARGIN)

% Choose default command line output for
Infohandles.output = hObject;

% Update handles structure

guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes Info wait for user response (see UIRESUME)

% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command
line.function varargout = Info_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)

% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);

% hObject         handle to figure

% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

% handles          structure with handles and user data (see
GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure

varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pushbutton1.
```

```

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject          handle to pushbutton1 (see GCBO)

% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

% handles          structure with handles and user data (see
GUIDATA) close;

guidata(Menu_Utama);

MENU INFO

function varargout = Info(varargin)

gui_Singleton = 1;

gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',  @Info_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',   @Info_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [], ...
                  'gui_Callback',    []);

if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State,
varargin{:});

else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});

end

% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes on button press in pushbutton1.

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)

```

```

% hObject          handle to pushbutton1 (see GCBO)

% eventdata      reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

% handles        structure with handles and user data (see
GUIDATA)close;

guidata(Menu_Utama);

MENU UTAMA

% Begin initialization code - DO NOT EDIT

gui_Singleton = 1;

gui_State = struct('gui_Name',           mfilename, ...
                  'gui_Singleton',      gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',     @Menu_Utama_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',      @Menu_Utama_OutputFcn,
                  ... 'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',       []);

if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes on button press in pushbutton1.

```

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject          handle to pushbutton1 (see GCBO)

% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

% handles          structure with handles and user data (see
GUIDATA)
```

```
close; guidata(Klasifikasi_Penyakit_Daun_Tomat);
```

```
% --- Executes on button press in pushbutton3.
```

```
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
% hObject          handle to pushbutton3 (see GCBO)
```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
```

```
% handles          structure with handles and user data (see
GUIDATA)close;
```

```
guidata(Info);
```

```
PELATIHAN
```

```
clc; clear; close all; warning off all;
```

```
image_folder = 'data latihan';
```

```
filenames = dir(fullfile(image_folder, '*.jpg'))
```

```
;total_images = numel(filenames);
```

```
data_latih = zeros(6,total_images);
```

```
for n = 1:total_images
```

```
    full_name= fullfile(image_folder, filenames(n).name);
```

```
    Img = imread(full_name);
```

```

Img = im2double(Img);

% Ekstraksi Ciri Warna RGB
R = Img(:,:,1);
G = Img(:,:,2);
B = Img(:,:,3);

CiriR = mean2(R);
CiriG = mean2(G);
CiriB = mean2(B);

% 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';

% Pembentukan data latih
data_latih(1,n) = CiriR;
data_latih(2,n) = CiriG;
data_latih(3,n) = CiriB;

```

```

        data_latih(4,n) =
        CiriMEAN;data_latih(5,n)
        = CiriENG;
        data_latih(6,n) =
        CiriENT;

end

% Pembentukan target latihan

target_latih = ones(1,total_images);

target_latih(1:14) = 0;

target_latih(15:29) = 1;

target_latih(29:42) = 2;

% performance goal (MSE)

error_goal = 1e-6;

% choose a spread constant

spread = 2;

% choose max number of neurons

K = 5;

% number of neurons to add between displays

Ki = 20;

% create a neural network

net = newrb(data_latih,target_latih,error_goal,spread,K,Ki );

% Proses training

```

```

sv = SVMModel.SupportVectors;
gscatter(trainset(:,1),trainset(:,2),class)

fitcsvm = 'traingdx';

[dataset_daun_tomat,tr,~,E] = train(net,data_latih,target_latih);
save dataset_daun_tomat dataset_daun_tomat

% Hasil identifikasi

hasil_latih = round(sim(dataset_daun_tomat,data_latih));

[m,n] = find(hasil_latih==target_latih);

akurasi = sum(m)/total_images*100

PENGUJIAN

clc; clear; close all;

image_folder = 'data uji';

filenames = dir(fullfile(image_folder, '*.jpg'));

total_images = numel(filenames);

data_uji =
zeros(6,total_images);

for n = 1:total_images

    full_name= fullfile(image_folder, filenames(n).name);

    Img = imread(fullfile_name);

    Img = im2double(Img);

    % Ekstraksi Ciri Warna RGB

    R = Img(:,:,1);

    G = Img(:,:,2);

    B = Img(:,:,3);

```

```

CiriR = mean2(R);

CiriG = mean2(G);

CiriB = mean2(B);

% 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';

% Pembentukan data uji

data_uji(1,n) = CiriR;

data_uji(2,n) = CiriG;

data_uji(3,n) = CiriB;

data_uji(4,n) = CiriMEAN;

data_uji(5,n) = CiriENG;

data_uji(6,n) = CiriENT;

```



```
end

% Pembentukan target uji
target_uji = ones(1,total_images);
target_uji(1:10) = 0;
target_uji(11:20) = 1;
target_uji(21:30) = 2;











load dataset_daun_tomat
hasil_uji = round(sim(dataset_daun_tomat,data_uji));

[m,n] = find(hasil_uji==target_uji);
akurasi = sum(m)/total_images*100
```

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

Semester Gasal/Genap Tahun Akademik ...2019.../...2020

Nama : Lel7 Sahrani	Pembimbing I : Dr. Mhd Furqan, S.Si, M.Comp.Sc
NIM : 0701163109	Pembimbing II : Armansyah, M. Kom.
Prog. Studi : Ilmu Komputer	SK Pembimbing :
Judul Skripsi : <u>KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN TOMAT MELALUI TEKSTUR</u> <u>DAUN MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE</u>	

P E R T	PEMBIMBING I			PEMBIMBING II		
	Tgl.	Materi Bimbingan	Tanda Tangan	Tgl.	Materi Bimbingan	Tanda Tangan
I	14 APRIL 2020	Pengecekan Proposal		14 APRIL 2020	Revisi Bab 1 (Perbaiki Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian)	
II	24 APRIL 2020	Revisi Bab 1 (Perbaiki format penulisan dan lanjut Bab 2)		24 APRIL 2020	Revisi Bab 1 (Perbaiki format penulisan dan lanjut ke Bab 2)	
III	4 Agustus 2020	ACC Proposal		4 Agustus 2020	Revisi Bab 2 dan 3 (Tambah riset terkait dan perbaiki Prosedur Kerja di Bab 3).	
IV	19/ 11/2020	Revisi BAB IV		19/ 11/2020	Revisi Bab IV (Penulisan dan tambah contoh Perhitungan manual).	
V	20/ 11/2020	Revisi Bab V		27/ 11/2020	Perbaiki flowchart dan diperjelas	


VI	01/12/2020	Revisi Abstrak		29/11/2020	Revisi Penulisan	
VII	07/12/2020	Revisi Kesimpulan		05/12/2020	Acc Bab III	
VIII	05/03/2021	Acc BAB IV		3/03/2021	Revisi Bab IV	
IX	15/03/2021	Acc Semua BAB		12/03/2021	Tambahkan Pseudocode	
X	21/03/2021	Acc Sidang		21/03/2021	Acc Skripsi ajukan Sidang	

Medan, 9 Desember 2021

An. Dekan

Ketua Jurusan/Program Studi

Ilmu Komputer


Ilka Zulfita, M. Kom

NIP. 198506042015031006

Catatan: Pada saat bimbingan, kartu ini harus diisi dan ditandatangani oleh pembimbing

DAFTAR RIWAYAT HIDUP
(CURICULUM VITAE)



Nama : Lely Sahrani
Nim : 0701163109
Tempat/ Tanggal Lahir : Sibanggor Tonga, 13 Agustus 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Sibanggor Tonga Kecamatan Puncak Sorik Marapi
Agama : Islam
Status Nikah : Belum Menikah
No. Hp : 081376251641
Nama Orang Tua :
 Ayah : Yusnani
 Ibu : Samriah
Pendidikan Formal :
2003 – 2009 : SD Negeri 174 Sibanggor Tonga
2009 – 2013 : SMP Negeri 1 Puncak Sorik Marapi
2013 – 2015 : SMK Negeri 1 Panyabungan
2016 – 2020 : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara