

**SISTEM CERDAS UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT CABAI
MENGUNAKAN *FUZZY C-MEANS***

SKRIPSI



Oleh :
NURCHAERANI KADIR
NIM. 16650129

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK
IBRAHIM MALANG**

2020

**SISTEM CERDAS UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT CABAI
MENGUNAKAN *FUZZY C-MEANS***

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
NURCHAERANI KADIR
NIM. 16650129**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

**SISTEM CERDAS UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT CABAI
MENGUNAKAN *FUZZY C-MEANS***

SKRIPSI

Oleh :
NURCHAERANI KADIR
NIM. 16650129

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal : 25 Desember 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

Fresy Nugroho, M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN**SISTEM CERDAS UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT CABAI
MENGUNAKAN *FUZZY C-MEANS*****SKRIPSI**

Oleh :
NURCHAERANI KADIR
NIM. 16650129

Telah dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)
Pada Tanggal: 30 Desember 2020

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Yunifa Miftachul Arif, M.T</u> NIP. 19830616 201101 1 004	()
2. Ketua Penguji : <u>Khadijah F.H. Holle, M.Kom</u> NIDT. 19900626 20160801 2 077	()
3. Sekretaris Penguji : <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	()
4. Anggota Penguji : <u>Fresy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001	()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurchaerani Kadir
NIM : 16650129
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Infomatika
Judul Skripsi : Sistem Cerdas Untuk Diagnosis Penyakit Cabai
Menggunakan *Fuzzy C-Means*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Desember 2020
Yang membuat pernyataan,




Nurchaerani Kadir
NIM. 16650129

HALAMAN MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya" (QS. Al-Baqarah: 286)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji syukur kehadiran Allah SWT, shalawat serta salam bagi Rasul-Nya

Penulis persembahkan sebuah karya ini kepada:

Kedua orang tua penulis tercinta, Bapak Drs. ABD. Kadir dan Ibu Nurlia, S. Pd, Kakak laki-laki Muh. Ichsan, Kakak perempuan Nur Ifah, serta Adik laki-laki Muh. Fauzan dan Husnudzan yang selalu memberikan suntikan motivasi yang tak terhingga.

Dosen pembimbing penulis Bapak Dr. Muhammad Faisal, M.T dan Bapak Fresy Nugroho, M.T yang telah dengan sabar membimbing jalannya penelitian skripsi ini dan selalu memberikan stimulus positif untuk tetap semangat menjalani setiap tahap ujian skripsi.

Seluruh dosen Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membimbing dan memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat.

Keluarga Andromeda (Teknik Informatika angkatan 2016) yang telah membantu dan memberikan dukungan, semangat, dan motivasi sejak pertama kali penulis menginjakkan kaki di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Sahabat-sahabat seperjuangan Windasari, Sitti Bunga, Ayuni Abdullah, Muh. Taufik Syahrudin, Moh. Fadelilhaq, dan Juswandi yang senantiasa memberikan dukungan, doa, semangat, dan motivasi kepada penulis.

Orang-orang yang penulis sayangi, yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu yang selalu memberikan semangat dan motivasinya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi meskipun dalam kondisi pandemik covid-19 dengan judul “Sistem Cerdas Untuk Diagnosis Penyakit Cabai Menggunakan *Fuzzy C-Means*”.

Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, nabi yang telah menuntun umatnya dari alam yang gelap gulita menuju alam yang terang benderang. Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana komputer pada Fakultas Sains dan Teknologi (FSAINTEK) Program Studi Teknik Informatika di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Bapak Dr. Cahyo Crys dian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Dr. Muhammad Faisal, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak Fresy Nugroho, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
6. Bapak Supriyono, M.Kom, selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan banyak motivasi dan saran untuk kebaikan penulis.
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, serta wawasan bagi penulis.
8. Orang tua tercinta yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Kakak dan adek tercinta juga anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi.

Malang, 30 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
المخلص	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II STUDI LITERATUR	7
2.1 Cabai	7
2.2 Budidaya Tanaman Cabai	8
2.3 Penyakit Tanaman Cabai	9
2.3.1 Penyakit Bercak Daun (<i>Cercospora</i>).....	9
2.3.2 Penyakit Bercak Kelabu <i>Stemfilium (Stemphylium Solani)</i>	9
2.3.3 Busuk daun <i>Fitoftora (Phytophthora Capsici)</i>	10
2.3.4 Embun Tepung (<i>Leveillula Taurica</i>)	10
2.4 Sistem Cerdas	11

2.5	Citra	12
2.5.1	Citra Digital	12
2.5.2	Citra Biner.....	13
2.6	Pengolahan Citra.....	13
2.7	Segmentasi Menggunakan Metode <i>Thresholding</i>	14
2.8	Metode Nilai Ambang <i>Otsu</i>	14
2.9	Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	15
2.10	Penelitian Terkait.....	18
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI		21
3.1	Desain Sistem	21
3.1.1	Pengumpulan Data.....	22
3.1.2	<i>Preprocessing</i>	23
3.1.3	<i>Feature Extraction</i> (Ekstraksi Fitur).....	25
3.1.4	<i>Fuzzy C-Means</i>	27
3.2	Implementasi Sistem.....	40
3.2.1	Proses Tampil Halaman Utama	40
3.2.2	Proses Input Citra.....	43
3.2.3	Proses Preprocessing.....	45
3.2.4	Proses Segmentasi.....	47
3.2.5	Proses Ekstraksi Fitur	48
3.2.6	Proses <i>Clustering</i> menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	48
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Hasil Uji Coba dan Analisa	52
4.2	Pembahasan	55
BAB V PENUTUP		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cabai Rawit	8
Gambar 2. 2 Serangan Penyakit Bercak Daun Kering	9
Gambar 2. 3 Serangan Penyakit Embun Tepung.....	10
Gambar 2. 4 Contoh Citra Digital	12
Gambar 2. 5 Contoh Citra Biner <i>bit</i> 0 = warna hitam <i>bit</i> 1 = warna putih.....	13
Gambar 2. 6 Flowchart <i>Fuzzy C-Means</i>	16
Gambar 3. 1 Desain Sistem	21
Gambar 3. 2 Flowchart Segmentasi <i>Image</i>	23
Gambar 3. 3 <i>Image</i> hasil Entropi.....	24
Gambar 3. 4 <i>Image</i> segmentasi hasil gabungan nilai ambang warna <i>local entropi</i> dan <i>Otsu</i>	24
Gambar 3. 5 Flowchart analisa tekstur bentuk	25
Gambar 3. 6 Daun Cabai berpenyakit	26
Gambar 3. 7 Flowchart analisis tekstur warna	27
Gambar 3. 8 Kurva Variabel Warna Daun	28
Gambar 3. 9 Kurva Variabel Jumlah Bercak.....	29
Gambar 3. 10 Kurva Variabel Warna/pola bercak	30
Gambar 3. 11 Kurva Variabel Diameter Bercak	30
Gambar 3. 12 Flowchart metode <i>Fuzzy C-Means</i>	33
Gambar 3. 13 Tampilan Halaman Utama Program	41
Gambar 3. 14 Tampilan Halaman Diagnosis.....	41
Gambar 3. 15 Tampilan Halaman Tentang	42
Gambar 3. 16 Tampilan Box Dialog Konfirmasi Keluar	43
Gambar 3. 17 Proses Input Citra	44
Gambar 3. 18 Proses Resized Image	45
Gambar 3. 19 Proses Segmentasi	47
Gambar 3. 20 Proses Ekstraksi Fitur	48
Gambar 3. 21 Tampil Hasil Klasifikasi	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	18
Tabel 3. 1 <i>Rule Base</i> Penyakit Cabai (Mulyawanto, 2011).....	31
Tabel 3. 2 Matriks Partisi Awal U.....	34
Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Pusat <i>Cluster</i> pada Iterasi-1 <i>Cluster</i> ke-1	35
Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan Pusat <i>Cluster</i> pada Iterasi-1 <i>Cluster</i> ke-2.....	36
Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Pusat <i>Cluster</i> pada Iterasi-1 <i>Cluster</i> ke-3	36
Tabel 3. 6 Hasil Perhitungan Fungsi Objektif (V) pada Iterasi-1	37
Tabel 3. 7 Hasil Perhitungan Matriks Partisi Baru (Derajat Keanggotaan Baru) 38	
Tabel 3. 8 Kesimpulan dari Iterasi ke-24 Ketika Iterasi Berhenti.....	39
Tabel 3. 9 Hasil dari Clustering.....	39
Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Hasil <i>Clustering</i> Diagnosis Penyakit Bercak Daun Cabai menggunakan Program dan Pakar pada Data Training	52

ABSTRAK

Kadir, Nurchaerani. 2020. *Sistem Cerdas Untuk Diagnosis Penyakit Cabai Menggunakan Fuzzy C-Means*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T (II) Fresy Nugroho, M.T

Kata Kunci : Sistem Cerdas, *Preprocessing*, *Feature Extraction*, *Fuzzy C-Means*.

Cabai (*Capsicum annum L.*) adalah salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Peningkatan permintaan cabai semakin meningkat di Indonesia sehingga apabila ketersediaan pasokan cabai turun akan menyebabkan terjadinya kenaikan harga cabai melambung tinggi. Penurunan produktivitas cabai disebabkan oleh faktor berikut antara lain serangan hama dan penyakit. Akibat adanya serangan organisme pengganggu tanaman dan kurangnya pengetahuan petani dalam mengetahui jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman cabai dan bagaimana cara pengendaliannya sesuai dengan ciri-ciri penyakit yang terdapat pada tanaman tersebut membuat terlambatnya proses diagnosa hama dan penyakit pada tanaman cabai. Sehingga dibutuhkan sebuah sistem cerdas untuk mendiagnosis gejala-gejala hama dan penyakit yang menyerang tanaman cabai tanpa harus konsultasi langsung dengan pakar. Sistem cerdas adalah sistem perangkat lunak yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah yang biasanya hanya dapat diselesaikan oleh pakar. Dalam penelitian ini dilakukan *preprocessing* dan *feature extraction* untuk mendapatkan data ciri dari citra daun cabai. Data ciri citra daun cabai dihitung menggunakan logika *fuzzy c-means* untuk menentukan hasil diagnosis penyakit tanaman cabai. Hasil diagnosis penyakit cabai pada sistem dibandingkan dengan hasil diagnosis oleh pakar. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa logika *fuzzy c-means* dapat mendiagnosis penyakit tanaman cabai dengan akurasi tingkat keberhasilan sebesar 86 %.

ABSTRACT

Kadir, Nurchaerani. 2020. *Intelligent System For Diagnosis of Chili Disease Using Fuzzy C-Means*. Essay. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim of Malang. Counselor: (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T (II) Fresy Nugroho, M.T

Kata Kunci : *Intelligent System, Preprocessing, Feature Extraction, Fuzzy C-Means*.

Chili (*Capsicum annum* L.) is a horticultural commodity that has high economic value. The increase in demand for chili is increasing in Indonesia so that the amount of chili supply decreases which will cause the increase in chili prices to soar. The decrease in productivity was caused by the following factors, including pests and diseases. As a result of the presence of plant pests and lack of knowledge in controlling pests and diseases that attack chili plants and how to control them according to the characteristics of the diseases contained in these plants, the process of diagnosing pests and diseases in chili plants is delayed. So we need a smart system to diagnose the symptoms of pests and diseases that attack chili plants without having to consult directly with experts. Intelligent systems are software systems that use knowledge, facts, and reasoning techniques in making decisions to solve problems that only experts can normally require. In this study, preprocessing and feature extraction were carried out to obtain data characteristics from the image of chili leaves. Characteristic data of chili leaves are calculated using fuzzy c-means logic to determine the diagnosis result of chili plant disease. The results of the diagnosis of chili disease in the system are compared with the results of the diagnosis by experts. From this research, the results show that the fuzzy c-means logic can diagnose chili plants with an accuracy of 86 %.

المخلص

قدير، نور خير اني. ٢٠٢٠ نظام ذكي لتشخيص أمراض الفلفل الحار باستخدام غامض C-يعني. قسم هندسة المعلوماتية لكلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بالانق. المشرف : (١) الدكتور محمد فيصل ، الماجستير. (٢) فريسي نوغراها، الماجستير.

الفلفل الحار (*Capsicum annum L.*) هي واحدة من السلع البستانية التي لها قيمة اقتصادية عالية. الزيادة في الطلب الفلفل الحار أخذ في الازدياد في اندونيسيا بحيث إذا توافر العرض من الفلفل الحار أسفل سوف يسبب ارتفاع في سعر الفلفل ترتفع عالية. الانخفاض في الإنتاجية من الفلفل بسبب العوامل التالية ، من بين أمور أخرى، الآفات والأمراض. بسبب هجوم الآفات النباتية وعدم معرفة المزارعين في معرفة نوع الآفات والأمراض التي تهاجم نباتات الفلفل وكيفية السيطرة عليها وفقا لخصائص المرض الموجود في هذه النباتات تجعل التأخير في عملية تشخيص الآفات والأمراض على نباتات الفلفل. لذلك نحن بحاجة إلى نظام ذكي لتشخيص أعراض الآفات و الأمراض التي تهاجم نباتات الفلفل دون التشاور المباشر مع الخبراء. النظام الذكي هو نظام برمجي يستخدم المعرفة والحقائق وتقنيات التفكير في اتخاذ القرارات لحل المشكلات التي لا يمكن حلها عادة إلا من قبل الخبراء. في هذا البحث ، والمعالجة المسبقة واستخراج ميزة للحصول على خصائص البيانات من صورة أوراق الفلفل الحار. يتم حساب البيانات التي تميز صورة أوراق الفلفل الحار باستخدام المنطق الضبابي-C يعني التجميع لتحديد نتائج تشخيص أمراض نباتات الفلفل. نتائج تشخيص أمراض الفلفل الحار على النظام مقارنة مع نتائج التشخيص من قبل الخبراء. من هذا البحث الحصول على نتيجة أن منطق غامض-C يعني خوارزمية يمكن تشخيص أمراض النباتات الفلفل مع نسبة نجاح دقة ٨٦ % .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan kekayaan sumber daya alamnya yang melimpah, baik sumber daya alam hayati, maupun sumber daya alam hewani. Potensi kekayaan alamnya mulai dari kekayaan laut, darat, bumi dan kekayaan alam lainnya yang terkandung didalam bumi Indonesia. Kekayaan sumber daya alam tersebut sebagian telah dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan bangsa Indonesia dan sebagian lainnya masih berupa potensi yang belum dimanfaatkan karena berbagai keterbatasan seperti kemampuan teknologi dan ekonomi. Potensi sumber daya alam yang begitu besar tersebut dapat memberikan kontribusi terhadap pembangunan negara dan juga untuk kesejahteraan rakyat apabila dikelola dengan baik oleh pemerintah. Kekayaan sumber daya alam itu sendiri meliputi pertanian, kehutanan, kelautan, perikanan, peternakan, perkebunan, serta pertambangan dan juga energi.

Populasi di Indonesia mencapai 257,9 juta pada 2016, 45 % orang Indonesia bergantung pada pertanian. Ini didasarkan pada kenyataan bahwa Indonesia memiliki lebih dari 31 juta *ha* lahan siap tanam (Gultom, Harsono, Khameswara, & Santoso, 2017). Oleh karena itu sebagian dari warga Indonesia memilih untuk bercocok tanam. Seperti halnya pada hadist riwayat *Imam Bukhari* yang menunjukkan bahwa perbuatan yang lakukan seorang muslim yang hakekatnya

hanya berupa sebuah hal yang mubah, yaitu bercocok tanam tetapi pelakunya memperoleh pahala.

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا، أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ بَهِيمَةٌ إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya :

“Tidaklah seorang muslim menanam pohon, tidak pula menanam tanaman kemudian pohon / tanaman tersebut dimakan oleh burung, manusia atau binatang melainkan menjadi sedekah baginya.” (HR. Imam Bukhari hadits no.2321)

Pertanian di Indonesia menghasilkan berbagai tanaman komoditas, salah satunya tanaman cabai. Pada tahun 2011 hingga 2014 perluasan lahan untuk tanaman cabai ini terus meningkat sehingga tahun 2015 luas lahan tanaman cabai mencapai 134.869 ha. (Gultom, Harsono, Khameswara, & Santoso, 2017).

Cabai (*Capsicum annum L.*) adalah salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Hal tersebut dapat diamati dari jenis masakan khas Indonesia yang umumnya menggunakan cabai sebagai bahan bumbu utamanya, belum lagi berkembangnya berbagai macam olahan cabai yang berupa cabai giling, cabai kering dan bubuk cabai semakin meningkatkan permintaan terhadap cabai itu sendiri sehingga apabila ketersediaan pasokan cabai turun akan menyebabkan terjadi kenaikan harga cabai yang melambung tinggi. Berdasarkan data produktivitas cabai nasional tahun 2009-2010, produktivitas cabai tahun 2010 mengalami penurunan sebesar 0.29 dibandingkan tahun 2009 yang mengakibatkan kenaikan inflasi pada tahun 2010 sebesar 0.32%. Penurunan produktivitas cabai

disebabkan oleh faktor berikut antara lain *anomali* iklim, serangan hama dan penyakit, bencana alam di wilayah serta produksi cabai dan penurunan minat petani untuk menanam cabai. Penurunan produksi cabai yang disebabkan oleh serangan hama dan penyakit merupakan faktor yang sebenarnya dapat dihindari apabila pengetahuan mengenai penanggulangan serangan hama dan penyakit diketahui dengan baik. Sebab, kerugian berupa kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh serangan hama dan penyakit dapat mencapai nilai sebesar 80-100%, contoh serangan penyakit antraknose dapat menyebabkan kerugian 20-50% (Firmansyah, 2013).

Akibat adanya serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang dapat menimbulkan kegagalan panen. Untuk itu diperlukan upaya pengendalian yang tepat agar tidak menggagalkan panen. Pengendalian tidak hanya saat serangan sudah ada, tetapi yang paling penting adalah tindakan mencegah agar hama dan penyakit tidak datang menyerang. Karena kurangnya pengetahuan petani dalam mengetahui jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman cabai dan bagaimana cara pengendaliannya sesuai dengan ciri-ciri penyakit yang terdapat pada tanaman tersebut membuat terlambatnya proses diagnosa hama dan penyakit pada tanaman cabai dan penanganan yang tidak sesuai dapat mengakibatkan kematian pada tanaman cabai yang mengakibatkan kerugian kepada petani karena gagal panen (Muslim, Arnie, & Sushermanto, 2015). Proses diagnosa penyakit cabai dinilai masih manual sehingga dibutuhkan suatu sistem untuk mendiagnosa penyakit cabai secara otomatis tanpa harus mendatangkan seorang pakar.

Menurut Kurniawan & Rahmad (2012) sistem cerdas adalah sistem perangkat lunak computer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya hanya dapat diselesaikan oleh tenaga ahli dalam bidang tertentu. Sistem cerdas merupakan salah satu bagian dari *Artificial Intelligence* yang terdiri dari sistem pakar, pengolahan bahasa alami, pengenalan suara, robotika dan sensor, *computer vision*, *intelligent computer-aided instruction* dan *game playing*.

Seiring dengan perkembangan zaman, suatu permasalahan dapat diprediksi walaupun pakar tidak terlibat secara langsung. Salah satu metode kecerdasan buatan yang sering digunakan dalam sistem cerdas untuk menggantikan pakar adalah sistem *fuzzy*, hal ini karena logika *fuzzy* terbukti dapat dipakai untuk memodelkan proses berpikir manusia yang penuh ketidakpastian (Ludviani, Dewi, & Ratnawati, 2011). Logika *fuzzy* merupakan logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) yang digunakan untuk melakukan penalaran (Kusumadewi, 2010). Kelebihan dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan.

Pada umumnya, aturan *fuzzy* didefinisikan oleh pakar, dimana proses ini memerlukan waktu, pengalaman, dan keahlian pakar (Ludviani, Dewi, & Ratnawati, 2011). Namun, terkadang pakar dapat mengalami kesulitan mendefinisikan aturan pada kasus tertentu. Teknik pembentukan aturan secara otomatis oleh sistem dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Aturan *fuzzy* dapat diekstraksi dari data dengan menggunakan teknik clustering seperti *Fuzzy C-Means* (FCM).

Algoritma *Fuzzy C-Means* merupakan suatu teknik pengelompokan data dimana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaan (Siregar & Harliana, 2018). Adapun Kelebihan dari algoritma FCM adalah kemampuan hebat untuk mendeteksi cluster tingkat tinggi atau dapat melakukan clustering lebih dari satu variabel sekaligus (Rustiyana & Mustakim, 2018).

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat suatu aplikasi sistem cerdas untuk mendiagnosa gejala-gejala hama dan penyakit yang menyerang tanaman cabai serta memberikan solusi cara penanganan yang tepat dan cepat. Sistem Cerdas diagnosis tanaman cabai ini dibuat guna dijadikan sebagai sarana untuk konsultasi tanpa harus konsultasi langsung dengan pakar, karena selama ini diagnosis penyakit cabai dinilai masih manual. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengklasifikasikan atau mendiagnosa penyakit pada tanaman cabai berdasarkan parameter pada setiap penyakit.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dirumuskan diatas, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini, yaitu seberapa akurat algoritma *Fuzzy C-Means* dalam mendiagnosa penyakit tanaman cabai dengan menggunakan sistem cerdas?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui seberapa akurat algoritma *Fuzzy C-Means* dalam menghitung validasi sistem diagnosis penyakit tanaman cabai rawit dengan menggunakan sistem cerdas.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat khususnya bagi para petani pemula untuk mendiagnosa penyakit tanaman cabai tanpa harus mendatangkan langsung seorang pakar. Selain itu juga dapat memberi kemudahan bagi para petani untuk menentukan solusi yang harus dilakukan untuk menanggulangi penyakit tanaman cabai.

1.5 Batasan Masalah

Agar penyusunan penelitian ini tidak keluar dari pokok permasalahan yang dirumuskan, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada:

- a. Output dari aplikasi menampilkan diagnosa penyakit dan solusi untuk penyakit pada tanaman cabai rawit.
- b. Penyakit yang didiagnosa yaitu penyakit bercak daun serkospora, busuk daun fitoftora, bercak kelabu stemfilium, dan embun tepung.
- c. Data citra daun cabai diperoleh dari penelitian sebelumnya, yang terdapat 9 data (Wahyu, 2017).
- d. Data input berupa citra daun cabai dengan resolusi minimal 768 x 1024 px

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Cabai

Tanaman Cabai (*Capsicum*) adalah salah satu famili *Solanaceae*. Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang dikategorikan sebagai tanaman semusim yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman cabai berasal dari Amerika dan diperkirakan terdapat sekitar 20 spesies (Aristoteles, Prasetyo , Fuljana , & Muludi, 2017). Klasifikasi tanaman cabai adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledone</i>
Subkelas	: <i>Metachlamydeae</i>
Ordo	: <i>Tubiforae</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum annum L.</i>

Indonesia merupakan salah satu negara yang bercocok tanam cabai. Pada tahun 2011 hingga 2014 perluasan lahan untuk tanaman cabai ini terus meningkat sehingga tahun 2015 luas lahan tanaman cabai mencapai 134.869 *ha*. (Gultom, Harsono, Khameswara, & Santoso, 2017).



Gambar 2. 1 Cabai Rawit

2.2 Budidaya Tanaman Cabai

Budidaya tanaman cabai dimulai dengan proses persemaian. Media semai dibuat dari campuran tanah dan kompos steril dengan perbandingan 1:1. Bibit berumur kurang lebih 30-35 hari setelah disemai atau telah mempunyai 5-6 helai daun siap dipindahkan ke lahan penanaman (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2016).

Setelah dilakukan penanaman hendaknya dilakukan pemeliharaan untuk tanaman tetap terjaga dari serangan penyakit dan tidak mati. Pemeliharaan terdiri dari penyulaman, penyiraman, pengaturan *drainase*, penyiangan, penggemburan, dan pemupukan.

Pemupukan disesuaikan dengan kondisi lahan setempat. Pemupukan dilakukan secara berulang sesuai kebutuhan agar produksinya terus bertahan karena tanaman cabai rawit merupakan tanaman tahunan yang masih dapat memproduksi sampai 2-3 tahun. (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2016).

2.3 Penyakit Tanaman Cabai

2.3.1 Penyakit Bercak Daun (*Cercospora*)

Gejala awal yang ditimbulkan oleh penyakit bercak daun terlihat pada bagian daun berwarna kecoklatan disertai dengan kering dan pada bagian tengah daun yang berwarna kecoklatan terdapat bercak sirkuler yang berwarna abu-abu. Pada kelembapan tinggi, daun yang terjangkit penyakit bercak daun akan mengering, berubah warna menjadi kuning, kemudian gugur ke tanah. (Firmansyah, 2013)



Gambar 2. 2 Serangan Penyakit Bercak Daun Kering

2.3.2 Penyakit Bercak Kelabu *Stemfilium* (*Stemphylium Solani*)

Penyakit bercak Kelabu *Stemfilium* pada daun berbentuk sirkular, berukuran kecil dengan diameter 3 mm, bagian tengah berwarna bitnik putih yang dibatasi pinggiran warna hitam yang tidak beraturan. Bercak pada batang dan tangkai daun berbentuk elips yang tidak beraturan (Duriat, Gunaeni, & Wulandari, 2007).

2.3.3 Busuk daun *Fitoftora (Phytophthora Capsici)*

Penyakit Busuk Daun *Fitoftora* ditandai dengan tanaman layu secara *sporadis*. Terdapat bercak putih berbentuk sirkuler atau tidak beraturan pada daun. Bercak tersebut akan melebar, lalu mengering, kemudian akhirnya memutih (Duriat, Gunaeni, & Wulandari, 2007).

2.3.4 Embun Tepung (*Leveillula Taurica*)

Penyakit Embun Tepung pada daun cabai ditandai dengan bercak atau spot pucat atau kekuningan nampak pada permukaan daun bagian atas. Bila bercak-bercak ini menyatu menjadi klorosis yang lebih lebar pada daun. Pada bagian bawah daun bercak berkembang menjadi jaringan yang nekrotik, kadang-kadang ditutupi dengan kapang miselium berwarna keabu-abuan. Penyakit menjalar dari daun tua ke daun muda dan seluruh daun menjadi gejala yang mencolok (Duriat, Gunaeni, & Wulandari, 2007).



Gambar 2. 3 Serangan Penyakit Embun Tepung (Duriat, Gunaeni, & Wulandari, 2007)

2.4 Sistem Cerdas

Sistem cerdas adalah suatu mesin yang memiliki pengetahuan seperti cara berfikir manusia. Sistem cerdas juga merupakan sistem di mana memiliki instrumen yang tepat untuk membentuk perilaku intelektual, sambil mempertimbangkan berbagai kondisi dan keadaan yang mungkin bertambah selama pelaksanaan perilaku. Biasanya, sistem mencoba untuk mencapai tujuan / tugas yang diberikan dan menghasilkan domain data yang mewakili bagian dari lingkungan eksternal dan ditandai oleh beberapa set kondisi, pengetahuan, skenario aktivitas (Uskenbayeva, Kuandykov, Dinara, & Alimanova, 2017). Sistem cerdas menggunakan pengumpulan data dan prosedur komputasi untuk membuat penilaian dan melakukan pengambilan keputusan (Thirugnanasambantham, 2011).

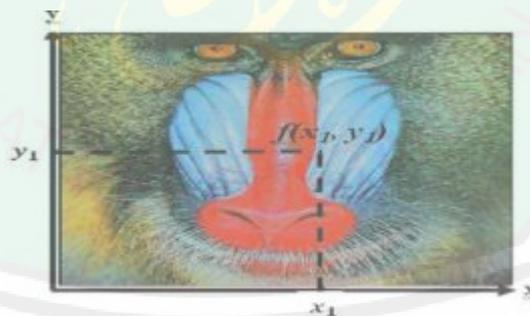
Pada awal 1970-an, Newell dan Simon dari Carnegie-Mellon University mengusulkan model sistem produksi, dasar dari sistem cerdas berbasis aturan modern. Model produksi didasarkan pada gagasan bahwa manusia menyelesaikan masalah dengan menerapkan pengetahuan mereka (dinyatakan sebagai aturan produksi) untuk masalah yang diberikan yang diwakili oleh informasi khusus masalah. Aturan produksi disimpan dalam memori jangka panjang dan informasi atau fakta khusus masalah dalam memori jangka pendek. Sistem cerdas berbasis aturan memiliki lima komponen: basis pengetahuan, basis data, mesin inferensi, fasilitas penjelasan, dan antarmuka pengguna.

2.5 Citra

Citra adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan (Jatmika & Purnamasari, 2014).

2.5.1 Citra Digital

Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Yang disimpan dalam memori komputer hanyalah angka-angka yang menunjukkan besar intensitas pada masing-masing piksel. Karena berbentuk data numerik, maka citra digital dapat diolah dengan komputer. Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut, hal tersebut diilustrasikan pada Gambar 5. (Jatmika & Purnamasari, 2014).



Gambar 2. 4 Contoh Citra Digital (Jatmika & Purnamasari, 2014)

Komputer dapat mengolah isyarat-isyarat elektronika digital yang merupakan kumpulan sinyal biner (bernilai 0 atau 1). Untuk itu, citra digital harus mempunyai format tertentu yang sesuai sehingga dapat merepresentasikan obyek pencitraan

dalam bentuk kombinasi data biner. Pada umumnya untuk penampil secara visual, nilai data digital tersebut merepresentasikan warna dari citra yang diolah, dengan demikian format data citra digital berhubungan erat dengan warna. Format citra digital yang banyak dipakai adalah citra biner, skala keabuan (*grey scale*), dan citra warna (Jatmika & Purnamasari, 2014).

2.5.2 Citra Biner

Citra biner merupakan citra yang mempunyai 2 warna yaitu hitam dan putih saja. Dimana hitam dinyatakan dengan *bit* 0 dan putih dinyatakan dengan *bit* 1. Citra biner diperoleh melalui proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Piksel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas yang ditentukan akan diberikan nilai 0, sementara piksel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan diubah menjadi bernilai 1 (Jatmika & Purnamasari, 2014).



Gambar 2. 5 Contoh Citra Biner *bit* 0 = warna hitam *bit* 1 = warna putih (Jatmika & Purnamasari, 2014)

2.6 Pengolahan Citra

Pengolahan citra atau *Image Processing* adalah suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan (*input*) berupa citra (*image*) dan hasilnya (*output*) juga berupa citra (*image*) (Hendrawan, Ramdhani, & Ramadan, 2016). Pengolahan citra digunakan untuk memperbaiki kualitas gambar, pengenalan objek pada citra,

melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) dan melakukan kompresi atau reduksi data dengan tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data (Samhari, 2019).

2.7 Segmentasi Menggunakan Metode *Thresholding*

Metode *thresholding* merupakan sebagian dari metode segmentasi yang digunakan untuk mengatur jumlah derajat keabuan yang ada pada citra. Metode ini bertujuan untuk mengklasifikasikan *image* ke dalam dua atau lebih komponen dan objek yang berbeda (Sinaga, 2017).

Pada dasarnya yang dilakukan dengan metode ini adalah mengklasifikasikan piksel gambar dengan memilih satu nilai ambang, misalnya pada persamaan 2.1 berikut:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x, y) \geq T \\ 0 & \text{if } (x, y) < T \end{cases} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan $g(x, y)$ adalah *binary image* dari citra *grayscale* (x, y) , dan T adalah nilai ambang/*threshold value*.

2.8 Metode Nilai Ambang *Otsu*

Metode *otsu* melakukan analisis diskriminan dengan menentukan suatu variabel dengan membedakan antara dua atau lebih kelompok secara alami (Sinaga, 2017). Metode ini digunakan pada pengolahan citra untuk menampilkan *histogram* citra dan pengubahan citra berwarna menjadi citra *biner*. Metode *otsu* mengambil nilai rata-rata *primitif*, μ , (Persamaan 2.2a) dan nilai *varians*, σ^2 , (Persamaan 2.2b), probabilitas *histogram*, ρ_i , dari *image* ρ , dengan nilai i dari 0 sampai g .

$$\mu = \frac{\sum_{i=0}^g ip_i}{\sum_{i=0}^g p_i} \dots \dots \dots (2, 2a)$$

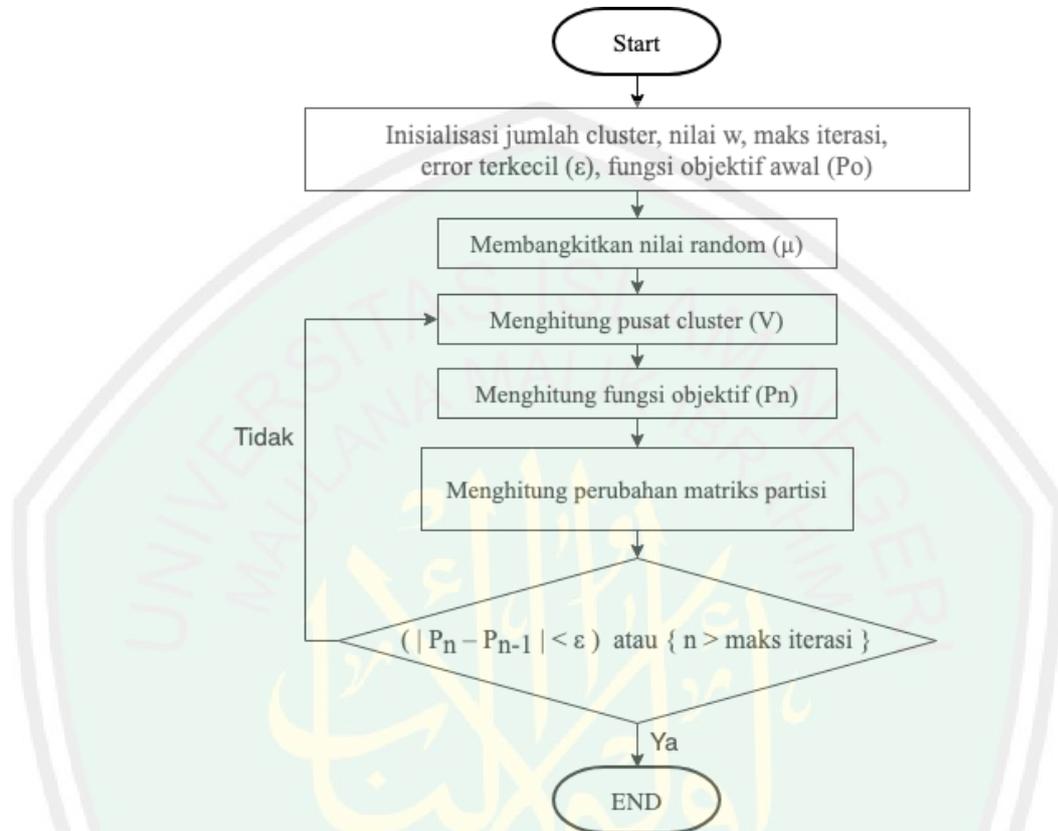
$$\sigma_i^2 = \frac{\sum_{i=0}^g (i-\mu)^2 p_i}{\sum_{i=0}^g p_i} \dots \dots \dots (2, 2b)$$

2.9 Algoritma *Fuzzy C-Means*

Fuzzy C-Means (FCM) adalah teknik pengelompokan data di mana setiap titik data milik sebuah *cluster* yang ditentukan oleh tingkat keanggotaan. Teknik ini diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. Dalam FCM, suatu titik data dapat menjadi milik beberapa *cluster* dengan tingkat kepemilikan yang ditentukan oleh nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Matriks keanggotaan U memiliki elemen dengan nilai antara 0 dan 1 (Goyal, Mittal, & Sethi, 2016).

Konsep dasar *Fuzzy C-Means* yang pertama kali adalah menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. Output dari *Fuzzy C-Means* bukan merupakan *fuzzy inference system*, namun merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy*

inference system (Puspitasari, Widians, & Pohny, 2018). Berikut ini *flowchart* dari metode *Fuzzy C-Means* seperti terlihat pada berikut.



Gambar 2. 6 Flowchart *Fuzzy C-Means* (Nurjanah, Farmadi, & Indriani, 2014)

Algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut:

- 1) Input data yang akan di-cluster X , berupa matriks berukuran $n \times m$ (n = jumlah sampel data, m = atribut data). X_{ij} = data sampel ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$).
- 2) Selanjutnya tentukan nilai-nilai awal perhitungan seperti:

Jumlah cluster = c ;

Pangkat = w ;

Maksimum Iterasi = $MaksIter$;

- Error terkecil yang diharapkan = ϵ
- Fungsi obyektif awal = $P_0 = 0;$
- Iterasi awal = $t = 1;$

3) Bangkitkan bilangan random dalam bentuk elemen matriks partisi awal U $\mu_{ik} = 1,2, \dots, n; k = 1,2, \dots, c;$ kemudian hitunglah jumlah setiap kolom dengan persamaan 2.3 berikut.

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

μ_{ik} : derajat keanggotaan

Q_i : Jumlah nilai derajat keanggotaan perkolom = 1 dengan $i = 1,2, \dots, n;$

Selanjutnya tentukan nilai matriks partisi awal, dengan persamaan (2.4).

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \dots \dots \dots (2.4)$$

4) Hitung pusat *cluster* ke-k : V_{kj} , dimana $k = 1,2, \dots, c;$ dan $j = 1,2, \dots, n;$ dengan persamaan 2.5 berikut:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * x_{ij})}{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

V : pusat *cluster*

X_i : parameter ke-i

5) Selanjutnya, lakukan perhitungan nilai fungsi obyektif pada iterasi ke-t (P_t), dengan persamaan 2.6 berikut:

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^w] (\mu_{ik})^w) \dots \dots \dots (2.6)$$

- 6) Dimana Pt : nilai fungsi obyektif iterasi ke-t
- 7) Hitung perubahan matriks partisi U, dengan persamaan 2.7 berikut:

$$V_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - X_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - X_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \dots \dots \dots (2,7)$$

Dimana $i = 1,2, \dots, n; k = 1,2, \dots, c;$

- 8) Langkah terakhir adalah dengan mengecek kondisi berhenti, dengan ketentuan sebagai berikut:
 - 1. Jika : $(|Pt - Pt-1| < \xi)$ atau $t > MaxIter$ maka berhenti;
 - 2. Jika tidak : $t = t + 1$, ulangi langkah ke-4

2.10 Penelitian Terkait

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

No	Identitas	Variabel	Hasil
1.	Ali Mahmudi, Moh. Miftakhur Rokhman, Achmat Eko Prasetyo (2016) Rancang Bangun Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Tanaman Cabai menggunakan Metode Bayes	Mendiagnosa penyakit cabai menggunakan metode bayes	Dalam penelitian ini, peneliti merancang sebuah sistem pakar untuk mendignosa penyakit cabai menggunakan metode bayes berbasis web dengan output berupa nilai prosentase kepastian hama dan penyakit pada tanaman cabai

2.	<p>Aristoteles, Joko Prasetyo, Mita Fuljana, Kurnia Muludi (2017)</p> <p><i>Expert System of Chili Plant Disease Diagnosis using Forward Chaining Method on Android</i></p>	<p>Perhitungan probabilitas klasik dalam menghitung prosentase untuk mendiagnosis penyakit cabai</p>	<p>Hasil perbandingan penelitian diatas, keberhasilan dalam mendiagnosis tanaman cabai, dapat diukur menggunakan metode perhitungan probabilitas klasik dalam menghitung prosentase diagnosis penyakit. Penelitian ini terdiri dari 37 data gejala, 10 data penyakit cabai yang disebabkan oleh jamur, dan 10 aturan. Sistem ini menggunakan metode <i>inferensi Forward chaining</i>. Hasil pengujian menunjukkan: Pengujian fungsional menggunakan metode <i>Black Box Equivalence Partitioning</i></p>
3.	<p>Amosa Babalola, Ateko Busayo, Ugwu Jennifer, Adeko Moses (2018)</p>	<p>Sistem logika fuzzy untuk membantu dalam diagnosis penyakit Cabai</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem logika fuzzy untuk membantu dalam diagnosis penyakit Cabai menggunakan serangkaian</p>

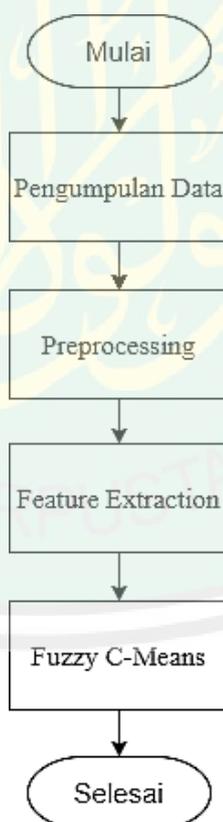
	<i>Fuzzy Logic Expert System for the Diagnosis of Chili Diseases</i>		gejala dan menunjukkan aplikasi praktis TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) dalam domain penilaian pola diagnostik dengan menentukan tingkat keanggotaan gejala individu
4.	Hafidh Azmi Samhari (2019) Aplikasi Diagnosis Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web Menggunakan Teknik Pengolahan Citra	Mendiagnosis penyakit padi berbasis web dengan menggunakan pengolahan citra	Penerapan metode pengolahan citra dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman padi menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi diangka 94%. Metode pengolahan citra yang dibangun berbasis desktop dan dapat diterapkan pada aplikasi berbasis web.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Desain Sistem

Pada bab ini akan dibahas beberapa hal mengenai desain sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini, seperti pengumpulan data, *preprocessing*, *feature extraction*, dan pendekatan yang diusulkan untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman cabai. Pendekatan yang diusulkan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengklasifikasikan jenis penyakit tanaman cabai. Berikut tahapan yang akan dilakukan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Desain Sistem

3.1.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data berupa gambar daun cabai berpenyakit yang memiliki tingkat kecerahan merata. Data yang digunakan dibagi dalam dua bagian yaitu:

1. Data Input

Data input yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra daun cabai yang berpenyakit sebanyak 50 buah citra daun cabai. Data citra daun cabai ini merupakan data tahun 2002 dan terakhir diperbarui pada tahun 2014 yang diperoleh dari database Forestry Images dengan alamat <https://www.forestryimages.org/index.cfm>. Forestry Images merupakan situs web yang diluncurkan pada tahun 2001 berupa proyek yang didanai hibah yang dimulai pada tahun 1994 oleh Center for Invasive Species and Ecosystem Health Universitas Georgia. Forestry Images menyediakan arsip gambar berkualitas tinggi yang mudah diakses untuk digunakan dalam aplikasi pendidikan. Gambar mencakup spesies invasif, kehutanan, pertanian, pengelolaan hama terpadu, tanaman, serangga, penyakit, jamur, satwa liar, kebakaran, dan masalah sumber daya alam lainnya.

2. Data Proses

Data proses merupakan data berupa ciri dari setiap citra input seperti warna daun, jumlah bercak, ukuran bercak, dan warna bercak. Kemudian ciri dari setiap input citra berguna untuk kepentingan klasifikasi penyakit berdasarkan ciri-ciri yang dihasilkan dari proses ekstraksi fitur. Klasifikasi penyakit daun cabai menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.

3.1.2 Preprocessing

3.1.2.1 Segmentasi

Pada penelitian ini dilakukan proses segmentasi dengan cara menggabungkan nilai ambang warna *local entropy* dengan nilai ambang *otsu* seperti pada Gambar 3.2



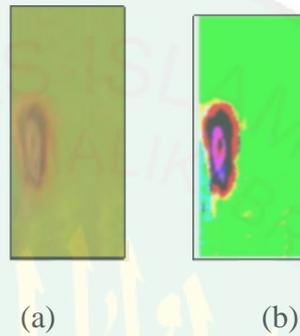
Gambar 3. 2 Flowchart Segmentasi *Image*

Adapun algoritma gabungan antara nilai ambang warna *local entropy* dengan nilai ambang *otsu* yaitu:

1. Input citra daun cabai (citra RGB-MHB). Berdasarkan nilai RGB, terdapat nilai piksel pada setiap citra asal.
2. Menghitung nilai matrik kejadian melalui histogram dua dimensi setiap piksel warna pada citra yang berukuran $N \times N$, dimana N adalah nilai maksimum *grayscale*.
3. Menghitung nilai *local entropy* berdasarkan matrik kejadian tersebut. Jika M ditentukan sebagai nilai ambang, maka bagi matrik menjadi 4 bagian (Kuadran

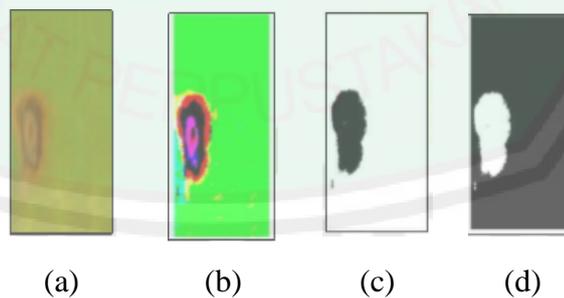
A, B, C, dan D). Kemudian hitung nilai *local entropy* pada kuadran A dan C. Jumlah *entropy* pada setiap kuadran yang mewakili objek digunakan untuk memaksimalkan nilai ambang.

4. Output dari proses segmentasi dengan menggabungkan citra entropi seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. 3 Citra hasil Entropi; (a) Citra asli; (b) Citra *entropy* (Samhari, 2019)

5. Kemudian ubah citra entropi menjadi citra *binary* (img_p) dengan menggunakan metode *Otsu*, sehingga menghasilkan citra *binary* dengan objek berwarna putih dan latar berwarna hitam seperti pada Gambar 3.4.



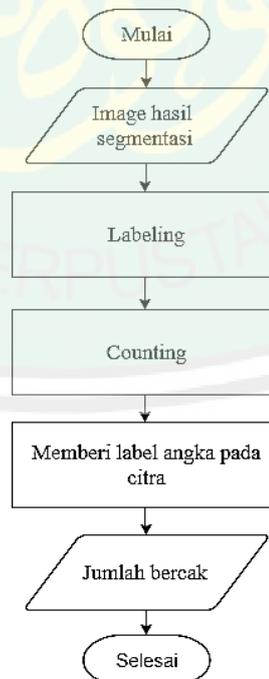
Gambar 3. 4 Citra segmentasi hasil gabungan nilai ambang warna *local entropy* dan *Otsu*; (a) Citra asli; (b) Citra *entropy*; (c) Citra nilai ambang; (d) Citra nilai ambang akhir (Samhari, 2019)

3.1.3 Feature Extraction (Ekstraksi Fitur)

Feature extraction (ekstraksi fitur) pada citra daun cabai dilakukan untuk mendapatkan gejala penyakit pada cabai dengan menggunakan analisa tekstur citra sehingga dapat memudahkan pada saat proses klasifikasi citra. Analisa tekstur citra dibagi menjadi dua bagian yaitu analisa tekstur bentuk dan analisa tekstur warna. Analisa tektur bentuk dilakukan untuk mendapatkan jumlah bercak dan ukuran bercak pada daun. Sedangkan analisa tekstur warna dilakukan untuk mendapatkan warna daun dan warna bercak yang ada pada citra daun cabai berpenyakit.

3.1.3.1 Analisa Tekstur Bentuk

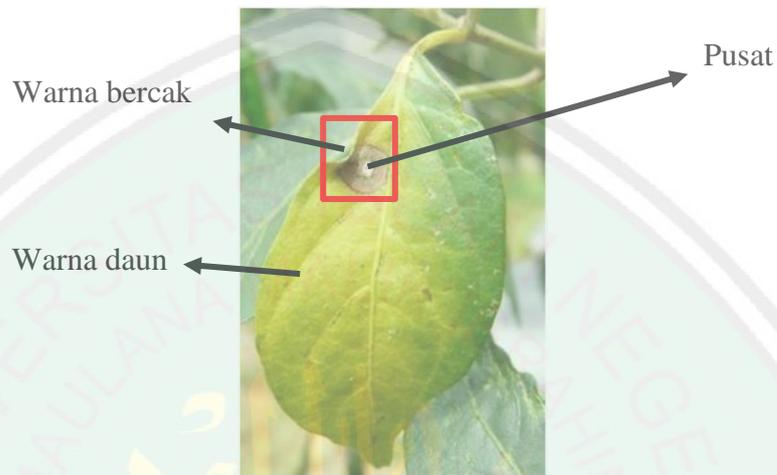
Analisa tekstur bentuk bertujuan untuk mendapatkan jumlah bercak dan ukuran bercak dari daun cabai yang berpenyakit. Proses analisa tekstur bentuk dapat dilihat pada flowchart berikut ini.



Gambar 3. 5 Flowchart analisa tekstur bentuk

3.1.3.2 Analisa Tekstur Warna Daun

Analisa tekstur warna bertujuan untuk mendapatkan ciri-ciri warna daun dan warna bercak pada citra daun cabai yang berpenyakit.



Gambar 3. 6 Daun Cabai berpenyakit (Meilin, 2014)

Analisa kerusakan daun berdasarkan warna bercak diperoleh dari koordinat pusat yang ditentukan dari objek. Sedangkan warna daun diperoleh dari koordinat setiap piksel pada citra daun cabai yang telah ditentukan kecuali piksel pada objek. Berikut flowchart proses analisa tekstur warna dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Flowchart analisis tekstur warna

Analisa tekstur daun cabai berpenyakit berdasarkan warna bercak, warna daun, dan warna batang dilakukan dengan mengubah warna RGB menjadi warna CIE L*a*b, kemudian menghitung jarak *Euclidean* untuk mendapatkan warna yang identik dengan warna yang telah ditentukan pakar.

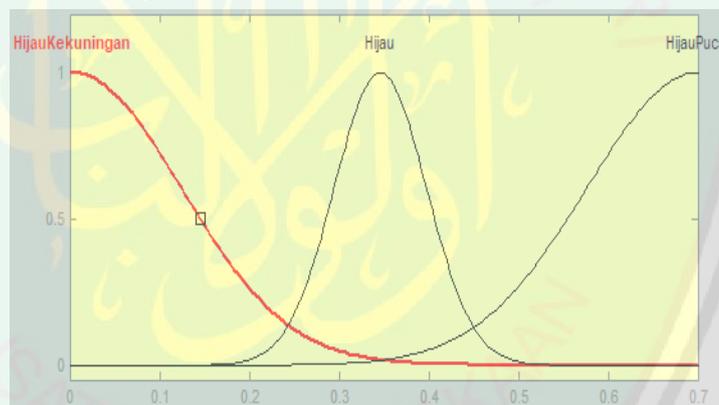
3.1.4 *Fuzzy C-Means*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy C-Means*. *Fuzzy C-Means* merupakan teknik pengelompokkan data yang mana keberadaan tiap-tiap data dalam suatu kelompok ditentukan oleh derajat keanggotaan. *Fuzzy C-Means* digunakan untuk klasifikasi citra berdasarkan gejala penyakit yang didapatkan dari hasil ekstraksi fitur. Klasifikasi citra merupakan tahap penting yang dilakukan setelah proses segmentasi dan analisa tekstur. Klasifikasi citra dilakukan dengan

sistem *rule base*. Pada penelitian ini hanya fokus pada 3 jenis penyakit tanaman cabai yang akan didiagnosa, yaitu penyakit bercak daun *serkospora*, busuk daun *fitofthora*, dan bercak kelabu *stemfilium*.

Berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki pada setiap penyakit diperoleh *rule* atau aturan. Terdapat empat parameter input *fuzzy* yang digunakan pada penelitian ini untuk diagnosis penyakit cabai seperti warna daun, warna bercak, jumlah bercak, dan ukuran bercak. Parameter input *fuzzy* memiliki himpunan dan dominan masing-masing, antara lain sebagai berikut.

1. Variabel Warna Daun dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu hijau kekuningan, dan hijau pucat seperti yang direpresentasikan kedalam kurva.

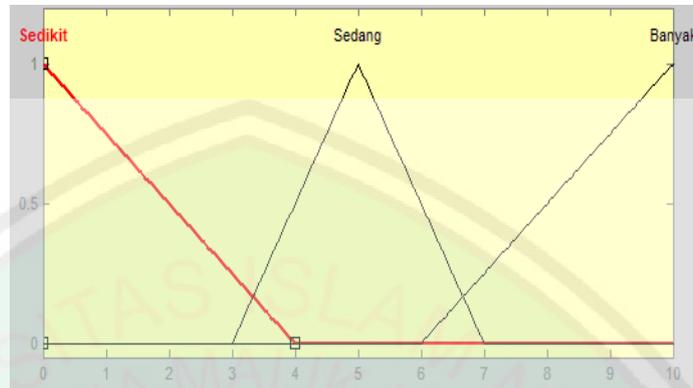


Gambar 3. 8 Kurva Variabel Warna Daun

Adapun fungsi keanggotaan dari setiap himpunan *fuzzy* pada variabel warna daun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{hijau kekuningan}}(x) &= e^{\frac{-(x-0)^2}{2(0.03)^2}} \\ \mu_{\text{hijau}}(x) &= e^{\frac{-(x-0.35)^2}{2(0.02)^2}} \\ \mu_{\text{hijau pucat}}(x) &= e^{\frac{-(x-0.7)^2}{2(0.03)^2}}\end{aligned}$$

2. Variabel Jumlah Bercak dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu sedikit, sedang, dan banyak dengan representasi kurva sebagai berikut.



Gambar 3. 9 Kurva Variabel Jumlah Bercak

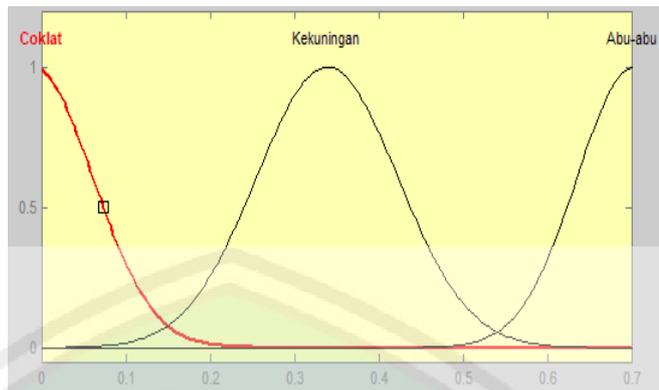
Adapun fungsi keanggotaan dari setiap himpunan *fuzzy* pada variabel diameter bercak adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{kecil}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 4 \\ (4-x)/(4-1); & 1 \leq x \leq 4 \\ 1; & x = 1 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ (x-3)/(5-3); & 3 \leq x \leq 5 \\ 1; & x = 5 \\ (7-x)/(7-5); & 5 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{besar}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ (x-6)/(10-6); & 6 \leq x \leq 10 \\ 1; & x = 10 \end{cases}$$

3. Variabel Warna atau Pola Bercak dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu coklat, kekuningan, dan abu-abu dengan representasi kurva sebagai berikut.

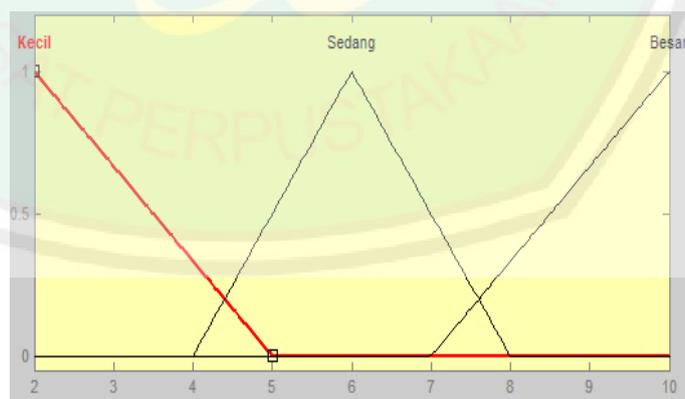


Gambar 3. 10 Kurva Variabel Warna/pola bercak

Adapun fungsi keanggotaan dari setiap himpunan *fuzzy* pada variabel warna atau pola bercak adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{coklat}}(x) &= e^{\frac{-(x-0)^2}{2(0.05)^2}} \\ \mu_{\text{kekuningan}}(x) &= e^{\frac{-(x-0.35)^2}{2(0.04)^2}} \\ \mu_{\text{abu-abu}}(x) &= e^{\frac{-(x-0.7)^2}{2(0.05)^2}}\end{aligned}$$

4. Variabel Diameter Bercak dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu kecil, sedang, dan besar dengan representasi kurva sebagai berikut.



Gambar 3. 11 Kurva Variabel Diameter Bercak

Adapun fungsi keanggotaan dari setiap himpunan *fuzzy* pada variabel diameter bercak adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Kecil}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 5 \\ (5 - x)/(5 - 1) & 1 \leq x \leq 5 \\ 1; & x = 1 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 4 \text{ atau } x \geq 8 \\ (x - 4)/(6 - 4) & 4 \leq x \leq 6 \\ 1; & x = 6 \\ (8 - x)/(8 - 6) & 6 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Besar}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 7 \\ (x - 7)/(10 - 7) & 7 \leq x \leq 10 \\ 1; & x = 10 \end{cases}$$

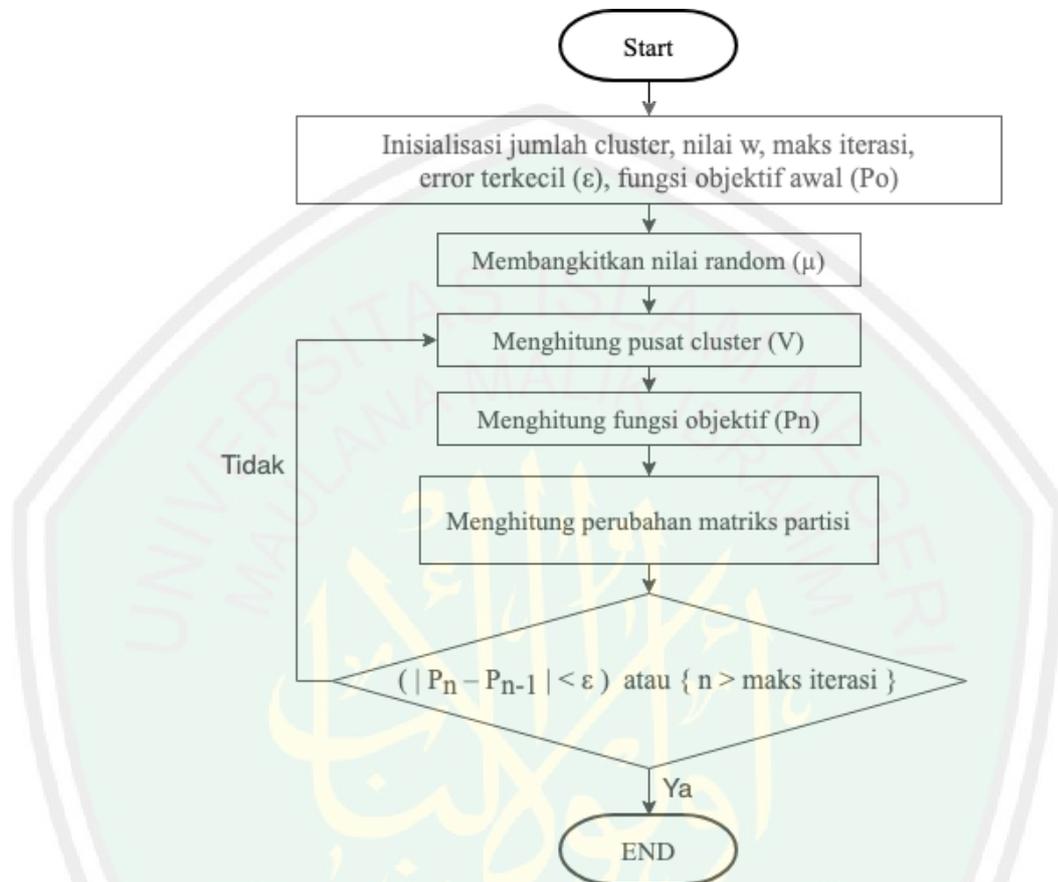
Adapun *rule based* yang dihasilkan berdasarkan data penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 *Rule Base* Penyakit Cabai (Mulyawanto, 2011)

No	Warna Daun	Warna Bercak	Ukuran Bercak	Jumlah Bercak	Penyakit
1.	Hijau	Coklat	Kecil	Sedikit	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>
2.	Hijau	Coklat	Sedang	Sedikit	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>
3.	Hijau	Keabuan	Besar	Sedikit	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
4.	Hijau	Keabuan	Kecil	Sedang	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
5.	Hijau	Kekuningan	Besar	Sedang	Busuk Daun <i>Stemfilium</i>
6.	Hijau Kekuningan	Coklat	Sedang	Sedikit	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>
7.	Hijau Kekuningan	Coklat	Besar	Sedikit	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>

No	Warna Daun	Warna Bercak	Ukuran Bercak	Jumlah Bercak	Penyakit
8.	Hijau Kekuningan	Coklat	Kecil	Sedikit	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>
9.	Hijau Kekuningan	Keabuan	Sedang	Sedikit	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
10.	Hijau Kekuningan	Keabuan	Besar	Sedikit	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
11.	Hijau Kekuningan	Keabuan	Besar	Banyak	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
12.	Hijau Kekuningan	Keabuan	Sedang	Sedang	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
13.	Hijau Kekuningan	Kekuningan	Kecil	Sedikit	Busuk Daun <i>Stemfilium</i>
14.	Hijau Kekuningan	Kekuningan	Sedang	Sedikit	Busuk Daun <i>Stemfilium</i>
15.	Hijau Kekuningan	Kekuningan	Sedang	Sedang	Busuk Daun <i>Stemfilium</i>
16.	Hijau Pucat	Coklat	Kecil	Sedikit	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>
17.	Hijau Pucat	Coklat	Sedang	Banyak	Bercak Kelabu <i>Fitoftora</i>
18.	Hijau Pucat	Keabuan	Banyak	Sedang	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
19.	Hijau Pucat	Keabuan	Sedang	Sedikit	Bercak Daun <i>Serkospora</i>
20.	Hijau Pucat	Kekuningan	Banyak	Sedikit	Busuk Daun <i>Stemfilium</i>

Adapun tahapan-tahapan pada proses *clustering* menggunakan metode *Fuzzy C-Means*, yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. 12 Flowchart metode *Fuzzy C-Means*

Data ciri-ciri penyakit yang diperoleh dari hasil ekstraksi fitur dilakukan klasifikasi dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* sebagai berikut:

1. Menetapkan Matriks partisi awal (U). Matriks berukuran $n \times m$ (n adalah jumlah sampel data = 10, dan m adalah parameter/atribut setiap data = 4). X_{ij} = data sampel ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$) data untuk matriks partisi awal yang digunakan yaitu:

Tabel 3. 2 Matriks Partisi Awal U

No	X1 (Warna Daun)	X2 (Jumlah Bercak)	X3 (Ukuran Bercak)	X4 (Warna Bercak)
1	0.19	7.0	38766	0.24
2	0.24	3.0	103872	0.76
3	0.26	6.0	178133	0.67
4	0.20	4.0	10047	0.09
5	0.23	2.0	143279	0.10
6	0.35	2.0	174152	0.54
7	0.14	7.0	90	0.12
8	0.24	2.00	2556	0.08
9	0.60	5.0	624	0.64
10	0.35	5.0	42341	0.17

2. Menentukan parameter awal
 - a. Jumlah *cluster* (c) : 3
 - b. Nilai pangkat (w) : 2
 - c. Maksimum iterasi : 100
 - d. Error terkecil (ϵ) : 10^{-5}
 - e. Fungsi obyektif awal (P_0) : 0
 - f. Iterasi awal (t) : 1
3. Membangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i=1,2,\dots, n$; $k=1,2,\dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal (U).

$$U = \begin{pmatrix} 0.31 & 0.15 & 0.54 \\ 0.32 & 0.16 & 0.52 \\ 0.11 & 0.33 & 0.56 \\ 0.65 & 0.22 & 0.13 \\ 0.44 & 0.21 & 0.35 \\ 0.14 & 0.3 & 0.56 \\ 0.45 & 0.41 & 0.14 \\ 0.34 & 0.32 & 0.34 \\ 0.66 & 0.11 & 0.23 \\ 0.32 & 0.33 & 0.35 \end{pmatrix}$$

4. Menentukan pusat cluster (V), dengan menggunakan persamaan 3.1:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * x_{ij})}{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w)} \dots \dots \dots (3.1)$$

Adapun hasil perhitungan pusat cluster 1, cluster 2, dan cluster 3 adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Pusat Cluster pada Iterasi-1 Cluster ke-1

NO	Derajat Keanggotaan Cluster 1	Data yang di-Cluster				$(\mu_{ik1})^2$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi1$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi2$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi3$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi4$
		x1	x2	x3	x4					
1	0.31	0.19	7.0	38766	0.24	0.096	0.019	0.673	3725.413	0.023
2	0.32	0.24	3.0	103872	0.76	0.102	0.025	0.307	10636.493	0.078
3	0.11	0.26	6.0	178133	0.67	0.012	0.003	0.073	2155.409	0.008
4	0.65	0.20	4.0	10047	0.09	0.423	0.087	1.690	4244.858	0.036
5	0.44	0.23	2.0	143279	0.10	0.194	0.045	0.387	27738.814	0.019
6	0.14	0.35	2.0	174152	0.54	0.020	0.007	0.039	3413.379	0.011
7	0.45	0.14	7.0	90	0.12	0.203	0.029	1.418	18.225	0.024
8	0.34	0.24	2.00	2556	0.08	0.116	0.028	0.231	295.474	0.009
9	0.66	0.60	5.0	624	0.64	0.436	0.261	2.178	271.814	0.278
10	0.32	0.35	5.0	42341	0.17	0.102	0.036	0.512	4335.718	0.018
$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * x_{ij})}{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w)}$						1.702	0.538	7.508	56835.597	0.504
							0.316	4.410	33385.572	0.296

Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan Pusat *Cluster* pada Iterasi-1 *Cluster* ke-2

NO	Derajat Keanggotaan <i>Cluster</i> 2	Data yang di- <i>Cluster</i>				$(\mu_{ik1})^2$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi1$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi2$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi3$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi4$
		x1	x2	x3	x4					
1	0.15	0.19	7.0	38766	0.24	0.023	0.004	0.158	872.235	0.005
2	0.16	0.24	3.0	103872	0.76	0.026	0.006	0.077	2659.123	0.020
3	0.33	0.26	6.0	178133	0.67	0.109	0.029	0.653	19398.684	0.073
4	0.22	0.20	4.0	10047	0.09	0.048	0.010	0.194	486.275	0.004
5	0.21	0.23	2.0	143279	0.10	0.044	0.010	0.088	6318.604	0.004
6	0.3	0.35	2.0	174152	0.54	0.090	0.031	0.180	15673.680	0.049
7	0.41	0.14	7.0	90	0.12	0.168	0.024	1.177	15.129	0.020
8	0.32	0.24	2.00	2556	0.08	0.102	0.025	0.205	261.734	0.008
9	0.11	0.60	5.0	624	0.64	0.012	0.007	0.061	7.550	0.008
10	0.33	0.35	5.0	42341	0.17	0.109	0.038	0.545	4610.935	0.019
$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * x_{ij})}{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w)}$						0.731	0.185	3.336	50303.949	0.210
							0.253	4.564	68815.252	0.287

Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Pusat *Cluster* pada Iterasi-1 *Cluster* ke-3

NO	Derajat Keanggotaan <i>Cluster</i> 3	Data yang di <i>Cluster</i>				$(\mu_{ik1})^2$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi1$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi2$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi3$	$(\mu_{ik1})^2 * Xi4$
		x1	x2	x3	x4					
1	0.54	0.19	7.0	38766	0.24	0.292	0.056	2.041	11304.166	0.069
2	0.52	0.24	3.0	103872	0.76	0.270	0.066	0.811	28086.989	0.206
3	0.56	0.26	6.0	178133	0.67	0.314	0.083	1.882	55862.509	0.211
4	0.13	0.20	4.0	10047	0.09	0.017	0.004	0.068	169.794	0.002
5	0.35	0.23	2.0	143279	0.10	0.123	0.028	0.245	17551.678	0.012
6	0.56	0.35	2.0	174152	0.54	0.314	0.109	0.627	54614.067	0.170
7	0.14	0.14	7.0	90	0.12	0.020	0.003	0.137	1.764	0.002
8	0.34	0.24	2.00	2556	0.08	0.116	0.028	0.231	295.474	0.009
9	0.23	0.60	5.0	624	0.64	0.053	0.032	0.265	33.010	0.034
10	0.35	0.35	5.0	42341	0.17	0.123	0.042	0.613	5186.773	0.021
$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w * x_{ij})}{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^w)}$						1.639	0.451	6.919	173106.222	0.735
							0.275	4.221	105604.089	0.448

Jadi, pusat *cluster* (V) yang terbentuk pada iterasi ke-1 yaitu:

$$V = \begin{pmatrix} 0.316 & 4.410 & 33385.572 & 0.296 \\ 0.253 & 4.564 & 68815.252 & 0.287 \\ 0.275 & 4.221 & 105604.089 & 0.448 \end{pmatrix}$$

5. Menghitung Fungsi Objektif (P_i) dengan menggunakan persamaan 3.2:

$$P_1 = \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^3 \left(\left[\sum_{j=1}^4 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right) \dots \dots \dots (3.2)$$

Tabel 3. 6 Hasil Perhitungan Fungsi Objektif (V) pada Iterasi-1

NO	Kuadrat Derajat Keanggotaan Data ke-i			L1	L2	L3	LT = L1+L2+L3
	(μ_{i1})	(μ_{i2}) ²	(μ_{i3}) ²				
1	0.096	0.023	0.292	2782000	20316545	1302673453	1325771998
2	0.102	0.026	0.270	508757666	31461775	811236	541030676
3	0.012	0.109	0.314	253516998	1301395293	1649674926	3204587217
4	0.423	0.048	0.017	230131072	167159441	154316556	551607069
5	0.194	0.044	0.123	2338023100	244527874	173876373	2756427346
6	0.020	0.090	0.314	388377672	998624741	1473548752	2860551166
7	0.203	0.168	0.020	224490508	793963244	218211169	1236664920
8	0.116	0.102	0.116	109873464	449565542	1227545829	1786984835
9	0.436	0.012	0.053	467538444	56265567	583001324	1106805335
10	0.102	0.109	0.123	8212449	76326488	490271750	574810687
Fungsi Objektif Σ							15945241251

6. Menghitung Perubahan Matriks Partisi (U) dengan persamaan 3.3:

$$V_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - X_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - X_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \dots \dots \dots (3.3)$$

Tabel 3. 7 Hasil Perhitungan Matriks Partisi Baru (Derajat Keanggotaan Baru)

No	L1	L2	L3	LT (L1+L2+L3)	$(\mu i1)^2$	$(\mu i2)^2$	$(\mu i3)^2$
					L1/LT	L2/LT	L3/LT
1	3.454E-08	1.107E-09	2.238E-10	3.587E-08	0.963	0.031	0.006
2	2.013E-10	8.137E-10	3.333E-07	3.343E-07	0.001	0.002	0.997
3	4.773E-11	8.368E-11	1.901E-10	3.215E-10	0.148	0.260	0.591
4	1.836E-09	2.895E-10	1.095E-10	2.235E-09	0.821	0.130	0.049
5	8.281E-11	1.803E-10	7.045E-10	9.677E-10	0.086	0.186	0.728
6	5.047E-11	9.012E-11	2.128E-10	3.534E-10	0.143	0.255	0.602
7	9.020E-10	2.117E-10	8.982E-11	1.204E-09	0.749	0.176	0.075
8	1.052E-09	2.278E-10	9.417E-11	1.374E-09	0.766	0.166	0.069
9	9.317E-10	2.151E-10	9.074E-11	1.237E-09	0.753	0.174	0.073
10	1.247E-08	1.427E-09	2.499E-10	1.415E-08	0.881	0.101	0.018

Matriks partisi baru (U_1) pada Iterasi-1 adalah:

$$U_1 = \begin{pmatrix} 0.963 & 0.031 & 0.006 \\ 0.001 & 0.002 & 0.997 \\ 0.148 & 0.260 & 0.591 \\ 0.821 & 0.130 & 0.049 \\ 0.086 & 0.186 & 0.728 \\ 0.143 & 0.255 & 0.602 \\ 0.749 & 0.176 & 0.075 \\ 0.766 & 0.166 & 0.069 \\ 0.753 & 0.174 & 0.073 \\ 0.881 & 0.101 & 0.018 \end{pmatrix}$$

7. Mengecek Kondisi berhenti:

Karena $|P_1 - P_0| = |20.11029094 - 0| = 20.11029094 \gg \varepsilon (10^{-5})$, dan iterasi=1 < *MaxIter* (=100), maka proses iterasi dilanjutkan ke iterasi ke-2 (t=2). Dan iterasi akan berhenti jika hasil dari kesimpulan Klaster 0,00. Berikut hasil dari Iterasi ke-24 ketika klaster berhenti.

Tabel 3. 8 Kesimpulan dari Iterasi ke-24 Ketika Iterasi Berhenti

KESIMPULAN	
P24	2214582145
P23	2214582145
P24-P23	0.006193638

Tabel 3. 9 Hasil dari Clustering

Data ke	Derajat Keanggotaan (m) data pada Cluster Ke-			Data Cenderung Masuk ke Cluster dengan Derajat Keanggotaan	CLUSTER
	1	2	3		
1	0.836	0.131	0.033	0.836	1
2	0.000	1.000	0.000	1.000	2
3	0.002	0.012	0.986	0.986	3
4	0.999	0.001	0.000	0.999	1
5	0.028	0.315	0.658	0.658	3
6	0.001	0.003	0.996	0.996	3
7	0.980	0.014	0.005	0.980	1
8	0.987	0.010	0.004	0.987	1
9	0.982	0.013	0.005	0.982	1
10	0.781	0.177	0.042	0.781	1

3.2 Implementasi Sistem

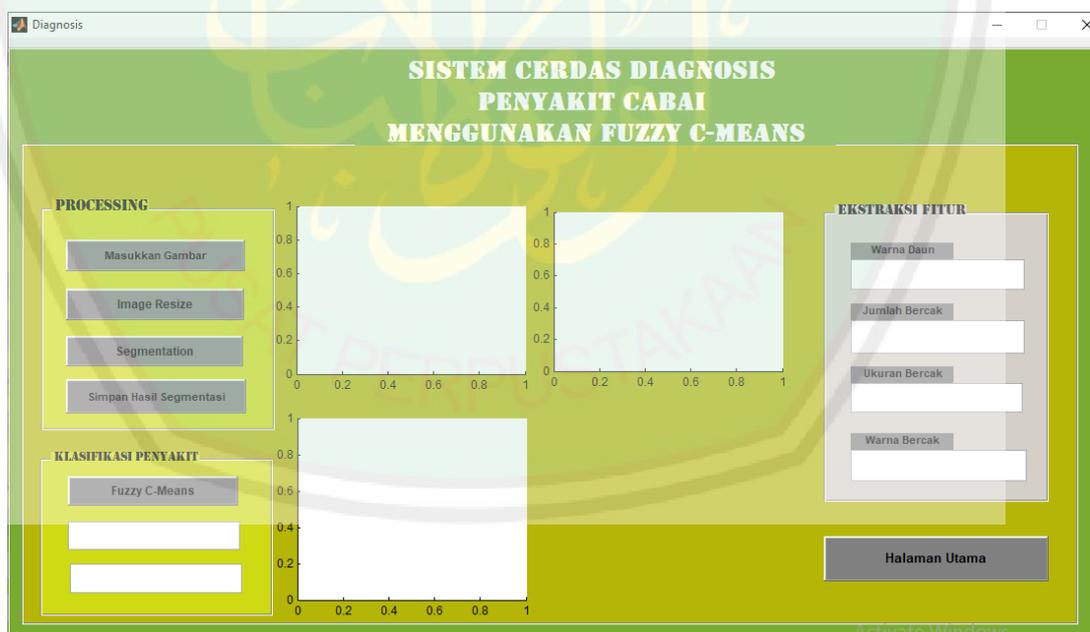
Implementasi sistem merupakan tampilan sistem yang berinteraksi dengan pengguna beserta alur pembuatan sistem dan kegunaan sistem. Mulai dari pengolahan citra daun cabai seperti preprocessing dan ekstraksi fitur yang bertujuan untuk menghasilkan data inputan. Kemudian, melakukan klasifikasi penyakit menggunakan metode *Fuzzy C-Means* berdasarkan data inputan dari hasil ekstraksi fitur.

3.2.1 Proses Tampil Halaman Utama

Halaman utama merupakan halaman yang pertama kali muncul ketika diakses oleh pengguna. Halaman utama program merupakan *button* pilihan menu yang terdiri dari *button* diagnosis, *button* tentang, dan *button* exit. *Button* diagnosis berfungsi untuk menampilkan halaman untuk mendiagnosis penyakit citra daun cabai berdasarkan ekstraksi fitur. Selanjutnya, *button* tentang menampilkan halaman informasi terkait pembuat program. Selain itu, terdapat *button* exit yang akan membantu pengguna untuk keluar dari program. Berikut tampilan pada halaman utama program.



Gambar 3. 13 Tampilan Halaman Utama Program



Gambar 3. 14 Tampilan Halaman Diagnosis

Bila pengguna memilih *button* diagnosis maka akan tampil halaman diagnosis seperti pada gambar 3.14 Pada tampilan form diagnosis terdapat beberapa *button* atau

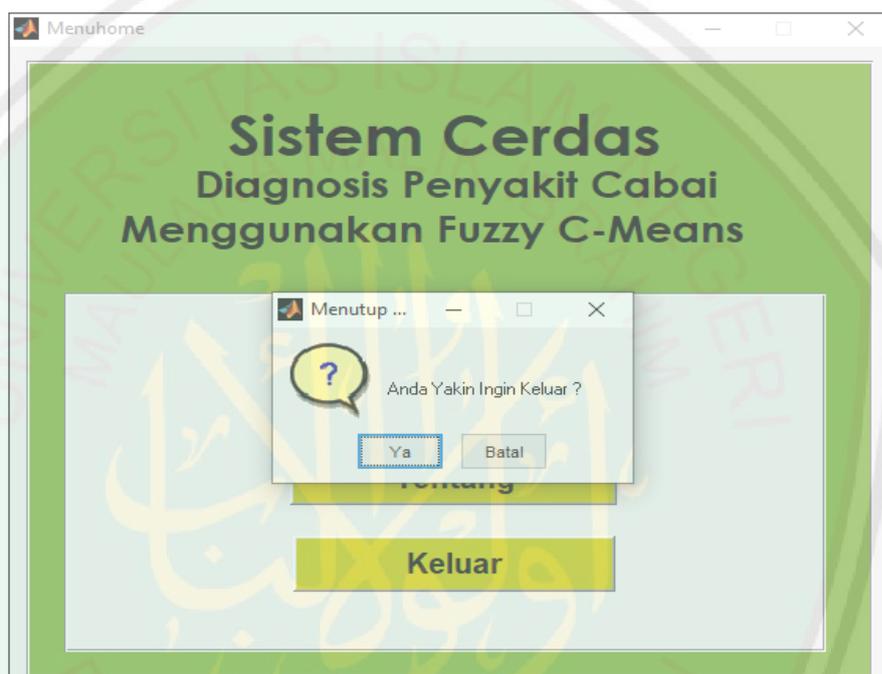
tombol yang digunakan dalam proses diagnosis penyakit pada daun cabai antara lain *button* ‘Masukkan Gambar’ yang digunakan untuk membuka file citra yang akan diklasifikasikan. Kemudian *button* “Image Resize” yang digunakan untuk mengubah ukuran gambar sesuai yang ditentukan dan mengubah *enhance contrast* atau perbaikan kualitas citra. Peningkatan kualitas citra bertujuan agar citra lebih mudah diolah dalam tahapan selanjutnya seperti segmentasi citra maupun ekstraksi ciri citra. Selain itu, terdapat *button* “Segmentasi” yang berfungsi untuk proses segmentasi citra dan digunakan untuk melakukan ekstraksi ciri citra. Lalu, terdapat *button* “Simpan Seg” yang berfungsi menyimpan hasil segmentasi citra dan *button* “Halaman Utama” yang berfungsi untuk kembali ke form halaman utama.



Gambar 3. 15 Tampilan Halaman Tentang

Gambar 3.15 merupakan tampilan halaman tentang yang muncul ketika *user* memilih *button* “Tentang”. Halaman tentang berisi informasi-informasi terkait pembuat program. Adapun *button* keluar seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.16

yang digunakan ketika pengguna ingin keluar dari program. Bila pengguna mengklik *button* keluar, maka akan muncul tampilan box dialog konfirmasi keluar dari program. Bila pengguna memilih “Yes” maka pengguna akan keluar dari program, tetapi bila pengguna memilih “No” maka pengguna kan kembali ke form halaman utama program.



Gambar 3. 16 Tampilan Box Dialog Konfirmasi Keluar

3.2.2 Proses Input Citra

Proses input citra dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan proses ekstraksi fitur. Proses pengambilan citra daun cabai dari penyimpanan komputer. Citra yang diinputkan berupa citra daun cabai yang selanjutnya yang akan diproses pada tahap selanjutnya. Tampilan form input citra dapat dilihat pada gambar 3.17 berikut.



Gambar 3. 17 Proses Input Citra

Seorang pengguna dapat melakukan input citra dengan cara mengklik *button* “Masukkan Gambar”, setelah itu pengguna akan diarahkan ke lokasi penyimpanan citra yang akan diolah. Berikut merupakan *sourcecode* program pada saat proses input citra daun.

```
function inputgambar_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to inputgambar (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see
GUIDATA)
[filename, pathname] =
uigetfile({'*.*'; '*.png'; '*.jpg'; '*.tif'}, 'Pick a Leaf
Image File');
image = imread([pathname, filename]);
handles.image = image;
guidata(hObject, handles);
```

Sourcecode diatas berfungsi untuk *input* citra menggunakan perintah *uigetfile* (`{'*. *'; '*.png'; '*.jpg'; '*.tif'}`), yaitu citra yang hanya mempunyai format `*.png`, `*.jpg`, dan `*.tif` yang dapat menjadi *input* atau masukan. Selanjutnya, terdapat perintah *axes*

(*handles.axes6*) yang berfungsi untuk menampilkan citra masukan pada *axes* pertama.

3.2.3 Proses Preprocessing

Proses selanjutnya setelah proses *input* citra atau masukkan citra yaitu proses *preprocessing*. Pada proses *preprocessing*, terdapat beberapa tahapan-tahapan diantaranya yaitu mengubah *size* citra, *Enhance Contrast* atau perbaikan kualitas citra, dan konversi RGB menjadi HSV. Berikut adalah tahapan-tahapan dari proses *preprocessing*:

a) Mengubah *Size* Citra dan *Enhance Contrast*

Setelah *file* citra di-*inputkan*, citra tersebut disesuaikan ukurannya sesuai dengan yang telah ditentukan oleh pembuat yaitu $300 * 400$. Kemudian melakukan *Enhance Contrast* yang berguna untuk meningkatkan kualitas citra agar citra mudah diolah dalam tahapan selanjutnya, seperti ditunjukkan pada gambar 3.18 berikut ini.



Gambar 3. 18 Proses Resized Image

Adapun sourcecode untuk mengubah ukuran gambar dan perbaikan kualitas citra yaitu sebagai berikut.

```
function pushbutton10_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton10 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
I = handles.image;
[row col channel] = size(I);
RGB = imresize(I,[300 400]); % Need to change the size of
the resize
% Displaying the image
axes(handles.axes7);

% Enhance Contrast + Resize image
RGB = imadjust(RGB ,stretchlim(RGB ));
imshow(RGB);
title('Resized Image(300 * 400)');

handles.ImgData1 = RGB;
guidata(hObject,handles);
```

b) Konversi Citra RGB menjadi HSV

Proses konversi warna citra RGB (*Red, Green, and Blue*) menjadi ruang warna HSV (*Hue, Saturation, Value*) dilakukan sebelum proses ekstraksi ciri warna citra. Citra daun yang menjadi masukan merupakan citra yang berwarna, sehingga dilakukan konversi menjadi HSV terlebih dahulu. Berikut adalah sourcecode proses konversi citra RGB menjadi HSV.

```
%RGB ke HSV
I = handles.ImgData1;

HSV = rgb2hsv(I);
H = HSV(:, :, 1);
S = HSV(:, :, 2);
V = HSV(:, :, 3);
bw = im2bw(S, .4);
bw = imfill(bw, 'holes');
bw = bwareaopen(bw, 1000);
str = strel('square', 12);
bw = imopen(bw, str);
```

```

R = I(:, :, 1);
G = I(:, :, 2);
B = I(:, :, 3);

R(~bw) = 0;
G(~bw) = 0;
B(~bw) = 0;

RGB = cat(3, R, G, B);
[L, num] = bwlabel(bw);
for n = 1:num
    bw2 = L==n;

    R = I(:, :, 1);
    G = I(:, :, 2);
    B = I(:, :, 3);

    R(~bw2) = 0;
    G(~bw2) = 0;
    B(~bw2) = 0;
    RGB = cat(3, R, G, B);

```

3.2.4 Proses Segmentasi

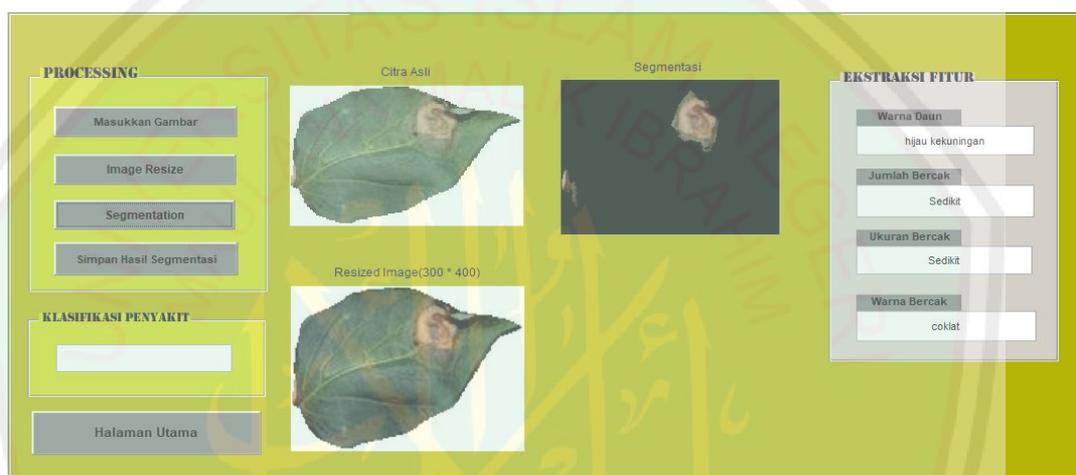
Proses segmentasi merupakan proses yang akan dilakukan setelah proses konversi ruang warna dari RGB menjadi HSV. Proses segmentasi dilakukan untuk memisahkan antara objek dengan *background*, seperti ditunjukkan pada gambar 3.19 berikut ini.



Gambar 3. 19 Proses Segmentasi

3.2.5 Proses Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur digunakan untuk mendapatkan ciri dari setiap citra input seperti warna daun, jumlah bercak, ukuran bercak, dan warna bercak. Kemudian ciri dari setiap input citra berguna untuk kepentingan klasifikasi penyakit berdasarkan ciri-ciri yang dihasilkan dari ekstraksi fitur. Berikut adalah hasil ekstraksi fitur ditunjukkan pada gambar 3.20.



Gambar 3. 20 Proses Ekstraksi Fitur

3.2.6 Proses *Clustering* menggunakan *Fuzzy C-Means*

Proses *clustering* merupakan proses inti dari penelitian yang berfungsi untuk mengklasifikasikan penyakit bercak pada citra daun cabai menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Pada tahap ini dilakukan pengklasifikasian penyakit bercak pada citra daun cabai berdasarkan ciri-ciri atau fitur yang dihasilkan dari proses ekstraksi fitur. Sebelum tahap klasifikasi, terlebih dahulu dilakukan proses iterasi. Berikut adalah *soucecode* pada proses peng-*cluster*-an menggunakan *Fuzzy C-Means*:

```

%% Pengclusteran FCM
class=3; % Jumlah kelas
phi =2;
maxiter = 100;
toldif = 0.000001;
distype = 1;
scatter = 0.2;

ndata =size(dataset,1);
Unit=initmember(scatter,class,ndata);
[U, centroid, dist, W, obj] = fcm (class, dataset,Unit,
phi, maxiter, distype, toldif);
U=U';
%Hasil FCM
[DT, II] = max (U);
f =[i];
outc=II(:,50);
output=find(f==outc);

%Hasil Klasifikasi
if output == 1;
    class= 'Cescospora';
    set(handles.edit25,'string',class);
elseif output == 2;
    class= 'Fitofthora';
    set(handles.edit25,'string',class);
elseif output == 3;
    class= 'Stemfilium';

```

Setelah melalui proses iterasi, kemudian hasil klasifikasi penyakit akan ditampilkan seperti pada gambar 3.21 berikut ini.



Gambar 3. 21 Tampil Hasil Klasifikasi

Berikut adalah *sourcecode* klasifikasi:

```
%Hasil Klasifikasi
if output == 1;
    class= 'Cescospora';
    set(handles.edit25, 'string', class);
elseif output == 2;
    class= 'Fitofthora';
    set(handles.edit25, 'string', class);
elseif output == 3;
    class= 'Stemfilium';
    set(handles.edit25, 'string', class);
end
```

Adapun *sourcode* pada form utama untuk melengkapi tampilan form diagnosis penyakit pada daun cabai diantaranya sebagai berikut:

1) *Sourcecode* Form Utama

```
function varargout = Diagnosis(varargin)
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Diagnosis_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @Diagnosis_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 Diagnosis is made visible.

function Diagnosis_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 Diagnosis (see VARARGIN)

% Choose default command line output for Diagnosis
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
```

```

% UIWAIT makes Diagnosis wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Diagnosis_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;

```

2) *Sourcecode* Tombol Halaman Utama

```

function pushbutton13_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton13 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
Menuhome;

```

3) *Sourmentasi cecode* Tombol Simpan Hasil Segmentasi

```

function pushbutton19_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton19 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
hasil_akhir=handles.hasil_seg;
[nama_file_simpan, path_simpan]=uiputfile ({'*.jpg','JPEG Image
(*.jpg)'};,'Menyimpan Citra');
imwrite(hasil_akhir,
fullfile(path_simpan,nama_file_simpan),'jpg');

```

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Tahap uji coba merupakan tahap untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan dari implementasi metode yang digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy C-Means* yang diimplementasikan untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun cabai berdasarkan ekstraksi fitur dari masing-masing *image*.

4.1 Hasil Uji Coba dan Analisa

Pada tahap pengujian dilakukan proses *clustering* dengan cara membandingkan hasil *clustering* citra daun cabai yang diperoleh dari hasil *clustering* program dengan hasil *clustering* yang dilakukan oleh pakar. Dari hasil *clustering* tersebut, terdapat jenis penyakit bercak yang berhasil dideteksi program dari setiap sampel citra daun cabai yang berpenyakit. Kemudian, hasilnya dihitung sehingga dapat diketahui ada berapa sampel yang berhasil dideteksi oleh program.

Selanjutnya, hasil *clustering* program maupun hasil *clustering* oleh pakar akan dilakukan validasi. Proses validasi menggunakan sistem rule base yang ditentukan oleh seorang pakar pada penelitian sebelumnya. Sistem rule base merujuk pada penelitian Muhammad Mulyanto (2011) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Institut Pertanian Bogor. Kemudian dilakukan perhitungan berapa jumlah sampel yang berhasil terdeteksi. Lalu, hasil perhitungan tersebut dibandingkan untuk menentukan ada berapa presentase sampel yang berhasil terdeteksi oleh program terhadap hasil *clustering* oleh pakar.

Pengujian dilakukan terhadap 50 buah sampel data citra daun cabai yang rusak yang didapatkan dari. Dari hasil klasifikasi akan diketahui jenis penyakit bercak dari citra uji tersebut. Hasil pendeteksian jenis penyakit bercak dari citra uji dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Hasil *Clustering* Diagnosis Penyakit Bercak Daun Cabai menggunakan Program dan Pakar pada Data Training

No Sampel	Diagnosis Penyakit Daun Cabai		Perbandingan
	Diagnosa Program	Diagnosa Pakar	
1	Cescospora	Cescospora	Cocok
2	Cescospora	Cescospora	Cocok
3	Cescospora	Cescospora	Cocok
4	Cescospora	Cescospora	Cocok
5	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
6	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
7	Cescospora	Fitoftora	Tidak Cocok
8	Cescospora	Cescospora	Cocok
9	Cescospora	Cescospora	Cocok
10	Stemfilium	Stemfilium	Cocok
11	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
12	Cescospora	Cescospora	Cocok
13	Cescospora	Cescospora	Cocok
14	Cescospora	Fitoftora	Tidak Cocok
15	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
16	Cescospora	Cescospora	Cocok
17	Cescospora	Cescospora	Cocok
18	Stemfilium	Stemfilium	Cocok
19	Cescospora	Fitoftora	Tidak Cocok
20	Fitoftora	Fitoftora	Cocok

21	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
22	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
23	Cescospora	Cescospora	Cocok
24	Cescospora	Cescospora	Cocok
25	Cescospora	Cescospora	Cocok
26	Fitoftora	Cescospora	Tidak Cocok
27	Cescospora	Cescospora	Cocok
28	Cescospora	Cescospora	Cocok
29	Stemfilium	Stemfilium	Cocok
30	Cescospora	Cescospora	Cocok
31	Cescospora	Cescospora	Cocok
32	Cescospora	Cescospora	Cocok
33	Fitoftora	Fitoftora	Cocok
34	Stemfilium	Fitoftora	Tidak Cocok
35	Cescospora	Cescospora	Cocok
36	Cescospora	Cescospora	Cocok
37	Cescospora	Cescospora	Cocok
38	Cescospora	Cescospora	Cocok
39	Cescospora	Cescospora	Cocok
40	Cescospora	Cescospora	Cocok
41	Cescospora	Cescospora	Cocok
42	Cescospora	Cescospora	Cocok
43	Cescospora	Cescospora	Cocok
44	Cescospora	Cescospora	Cocok
45	Cescospora	Cescospora	Cocok
46	Cescospora	Fitoftora	Tidak Cocok
47	Cescospora	Fitoftora	Tidak Cocok
48	Cescospora	Cescospora	Cocok
49	Cescospora	Cescospora	Cocok
50	Cescospora	Cescospora	Cocok

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan seperti pada tabel 4.1, menandakan bahwa metode *fuzzy c-means* dapat mendiagnosis penyakit pada tanaman cabai. Sebelum melakukan proses diagnosis menggunakan metode *fuzzy c-means*, terlebih dahulu dilakukan *preprocessing*. Pada proses *preprocessing* dilakukan segmentasi untuk menghasilkan citra *binary*. Kemudian dilakukan proses *feature extraction* untuk mendapatkan ciri dari citra daun uji, lalu dilakukan proses diagnosis menggunakan logika *fuzzy c-means*.

Pada tabel 4.1 menunjukkan validasi perbandingan antara hasil diagnosis menggunakan program dengan hasil diagnosis yang dilakukan seorang pakar. Proses validasi menggunakan sistem rule base yang ditentukan oleh seorang pakar pada penelitian sebelumnya. Sistem rule base merujuk pada penelitian Muhammad Mulyanto (2011) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Institut Pertanian Bogor. Data sampel yang diujikan sebanyak 50 data sampel, terdapat 43 data sampel citra daun cabai yang cocok atau berhasil didiagnosis program dan 7 data sampel diantaranya tidak cocok. Sehingga diperoleh data keberhasilan diagnosa penyakit sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= \frac{\text{Jumlah data yang cocok}}{\text{Total data}} \times 100 \% \\ &= \frac{43}{50} \times 100 = 86 \% \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh hasil persentase keberhasilan uji coba diagnosa penyakit bercak daun tanaman cabai sebesar 86 %. Sedangkan

ketidakcocokan sistem untuk mendiagnosa penyakit sebesar 12 %. Jika dilihat dari hasil persentase keberhasilan implementasi metode *fuzzy c-means* pada proses diagnosis cabai dirasa memiliki tingkat akurasi yang sedikit lebih baik. Dengan adanya sistem diagnosa penyakit tanaman cabai ini diharapkan dapat membantu membuat sebuah inovasi baru bagi para petani pemula dalam mendiagnosa penyakit pada daun tanaman cabai tanpa harus mendatangkan langsung seorang pakar. Dalam Al-Qur'an Allah SWT telah memerintahkan kepada manusia untuk saling peduli dan tolong menolong, sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-Maidah ayat 2 yang berbunyi:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۗ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ ﴿٢﴾

Artinya: “Dan tolong-menolong lah kamu dalam kebaikan dan ketakwaan. Dan janganlah tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya siksa Allah sangat berat” (QS. Al-Maidah: 2).

Penjelasan tafsir surat Al-Maidah ayat 2, bila dikutip dari tafsir Jalalayn yang tertulis seperti berikut “(Bertolong-tolonglah kamu dalam kebaikan) dalam mengerjakan yang dititahkan (dan ketakwaan) dengan meninggalkan apa-apa yang dilarang (dan janganlah kamu bertolong-tolongan) pada ta`aawanu dibuang salah satu di antara dua ta pada asalnya (dalam berbuat dosa) atau maksiat (dan pelanggaran) artinya melampaui batas-batas ajaran Allah. (Dan bertakwalah kamu kepada Allah) takutlah kamu kepada azab siksa-Nya dengan menaati-Nya (sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya) bagi orang yang menentang-Nya”.

Sebagai umat manusia, bercocok tanaman atau bertani merupakan salah satu langkah untuk kelangsungan hidup manusia. Dalam Al-Qur'an Allah SWT telah menyebutkan bahwa Allah SWT telah menyediakan tumbuh-tumbuhan agar dimanfaatkan manusia terutama dalam memenuhi kebutuhannya, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Al-An'am Ayat 99 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (QS. Al-An'am: 99).

Adapun salah satu hadist dimana Rasulullah menganjurkan umatnya untuk bercocok tanam karena bercocok tanam merupakan suatu pekerjaan yang mulia dikarenakan mempunyai banyak manfaat, sebagaimana dalam hadis Rasulullah yang berbunyi:

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا، أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ بَهِيمَةٌ إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya: “Tidaklah seorang muslim menanam pohon, tidak pula menanam tanaman kemudian pohon / tanaman tersebut dimakan oleh burung, manusia atau binatang melainkan menjadi sedekah baginya” (HR. Imam Bukhari: 2321)

Dari hadis diatas menunjukkan bahwa bercocok tanam bagi setiap muslim tidak hanya memiliki manfaat untuk kehidupan didunia, tetap juga memberi manfaat diakhirat, karena tanaman yang dimakan oleh manusia, hewan dan burung akan bernilai sedekah bagi yang menanamnya.

Tanaman cabai merupakan salah satu bentuk ciptaan Allah SWT yang diperuntukkan bagi makhluk hidup. Cabai juga merupakan salah satu kelompok hortikultura yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Berdasarkan data produktivitas cabai nasional tahun 2009-2010, produktivitas cabai tahun 2010 mengalami penurunan sebesar 0.29 dibandingkan tahun 2009. Salah satu penyebab penurunan produktivitas cabai akibat adanya gangguan serangan hama dan penyakit. (Firmansyah, 2013).

Dalam Al-Qur’an dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan bermacam-macam jenis binatang, diantaranya adalah serangga. Terdapat jenis serangga yang bermanfaat bagi manusia, contohnya adalah lebah yang dapat memproduksi madu, dan ada pula yang merugikan, salah satunya adalah kutu yang dapat merusak atau menimbulkan penyakit pada tanaman, misalnya pada tanaman cabai. Sebagaimana dalam surat Al-A’raf ayat 133 Allah SWT berfirman bahwa:

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالْدَّمَ آيَاتٍ مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكْبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا

مُجْرِمِينَ (١٣٣)

Artinya: *“Maka Kami kirimkan kepada mereka taufan, belalang, kutu, katak dan darah sebagai bukti yang jelas, tetapi mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum yang berdosa”* (QS. Al-A’raf:133).

Pada Al-Qur’an surat Al-A’raf ayat 133, Allah SWT telah menjelaskan tentang tanda-tanda kekuasaan Allah. Dari tafsir Muyassar yang tertulis seperti berikut *“Maka Kami kirimkan kepada mereka banjir yang besar sehingga menenggelamkan ladang pertanian dan buah-buahan. Kami kirimkan belalang sehingga memakan tanaman, buah-buahan, pintu-pintu rumah, atap-atap dan pakaian-pakaian mereka. Kami kirimkan kutu-kutu yang merusak buah-buahan, hewan ternak, dan tanaman-tanaman. Ini adalah sebagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah yang menjelaskan antara satu ayat dengan ayat yang lain, tidak ada yang dapat melakukan itu, kecuali Dia. Akan tetapi, mereka tetap sombong tidak beriman kepada Allah. Mereka adalah kaum yang bermaksiat kepada Allah dan fasik disebabkan kekufuran mereka.”*

Selanjutnya pada penggalan ayat diatas yang menjelaskan tentang terdapat serangga atau kutu-kutu yang dapat merusak dan mengakibatkan penyakit pada tanaman. Kemudian diriwayatkan oleh Imam Bukhari dari sahabat Abu Hurairah bahwasanya nabi bersabda:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: *“Allah tidak menurunkan penyakit melainkan menurunkan obatnya juga”* (HR. Imam Bukhari: 5246).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dengan 50 sampel data citra daun cabai dengan membandingkan hasil diagnosis menggunakan program dengan hasil diagnosis pakar, maka dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi penyakit pada tanaman cabai seperti *fitofthora*, *cescospora*, dan *stemfilium* dengan menerapkan metode *Fuzzy C-Means* dalam citra daun cabai yang diujikan. Sistem diagnosis penyakit tanaman cabai menggunakan sistem rule base yang telah ditentukan oleh seorang pakar pada penelitian sebelumnya. Keberhasilan diagnosis penyakit tanaman cabai mencapai tingkat akurasi sebesar 86 %.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan dan menerapkan metode *Fuzzy C-Means* dalam mendiagnosis penyakit cabai, penulis sadar bahwa tentunya masih terdapat banyak kekurangan pada sistem sehingga perlu dikembangkan lagi. Untuk pengembangan sistem ini, diperlukan agar aplikasi ini dapat dikembangkan untuk berbasis mobile karena sistem ini masih berbasis desktop. Dan diharapkan dalam proses pengujian sistem menggunakan citra dengan resolusi minimal 768 x 1024 piksel karena resolusi citra dapat mempengaruhi proses preprocessing dan ekstraksi fitur sehingga dapat mengalami ketidakcocokan pada saat proses klasifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aristoteles, Prasetyo , J., Fuljana , M., & Muludi, K. (2017). *Expert System of Chili Plant Disease Diagnosis using Forward Chaining Method on Android*. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 8, No. 11.
- Duriat, A. S., Gunaeni, N., & Wulandari, A. W. (2007). *Penyakit Penting Pada Tanaman Cabai Dan Pengendaliannya*. Dalam B. P. Sayuran. Bandung: Monografi No. 31, Tahun 2007.
- Firmansyah, R. A. (2013). *Pembangunanbasis Pengetahuan Hama Dan Penyakit Cabai Merah (Capsicum Annum L.)Tropika*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor: Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem.
- Goyal, L. M., Mittal, M., & Sethi, J. K. (2016). *Fuzzy Model Generation Using Subtractive And Fuzzy C-Means*. *Csit*, 129-133.
- Gultom, J. H., Harsono, M., Khameswara, T. D., & Santoso, H. (2017). *Smart Iot Water Sprinkle And Monitoring System For Chili Plant*. International Conference On Electrical Engineering And Computer Science (Icecos).
- Hendrawan, L. W., Ramdhani, M., & Ramadan, D. N. (2016). Rancang Bangun Sistem Pelacakan Objek Secara Real Time Berdasarkan Warna. *E-Proceeding Of Applied Science* , Vol.2, No.1.
- Jatmika, S., & Purnamasari, D. (2014). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Apel Dengan Menggunakan Image Processing Berdasarkan Komposisi Warna*. Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Informasi Asia, Vol. 8 No 1.
- Kurniawan, H., & Rahmad, I. F. (2012). *Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Penyakit Pada Tanaman Cabe Dengan Metode Certainty Factor*. Vol.5 No.2.
- Ludviani, R., Dewi, C., & Ratnawati, D. E. (2011). *Pembangkitan Aturan Fuzzy Menggunakan Fuzzy C-Means (Fcm) Clustering Untuk Diagnosa Risiko Penyakit Jantung Koroner (Pjk)*. Universitas Brawijaya Malang.
- Mahmudi, A., Rokhman, M. M., & Prasetio, A. E. (2016). *Rancang Bangun Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Tanaman Cabai Menggunakan Metode Bayes*. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi , Vol.2, No 2.

- Meilin, A. (2014). *Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Serta Pengendaliannya*. Jambi: Badai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Mulyawanto, M. (2011). *Sistem Pakar Fuzzy Untuk Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Cabai Merah*. Bogor: Departemen Ilmu Komputer Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Muslim, A. A., Arnie, R., & Sushermanto. (2015). Sistem Pakar Diagnosa Hama Dan Penyakit Cabai Berbasis Teorema Bayes. *Jutisi, Vol. 4, No. 3*, 797 – 876 .
- Nurjanah, Farmadi, A., & Indriani, F. (2014). *Implementasi Metode Fuzzy C-Means Pada Sistem Clusteringdata Varietas Padi*. Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (Klik) , 2406-7857.
- Nusantara, D. O., Pamungka, S. W., Syaifudin, N. R., Kusuma, L. W., & Fikri, J. (2017). *Sistem Pakar Analisa Penyakit Pada Tanaman Cabai Merah Menggunakan Metode Backward Chaining*. Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia , Issn : 2302-3805 .
- Oktaviani, T. W., Widyawan, & Hantono, B. S. (2014). *Perancangan User Interface Berbasis Web Untuk Home Automation Gateway Yang Berbasis Iqrf Tr53b*. Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi (Sentika 2014), Issn: 2089-9813.
- Puspitasari, N., Widians, J. A., & Pohny. (2018). *A Clustering Of Generative And Infectious Diseases Using Fuzzy C-Means*. Itsmart: Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Informasi, 2541-5689.
- R, R. R., & Mustakim. (2018). *Penerapan Algoritma Fuzzy C Means Untuk Analisis Permasalahan Simpanan Wajib Anggota Koperasi*. Riau: Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (Jtiik) .
- Rustiyan, R., & Mustakim. (2018). *Penerapan Algoritma Fuzzy C Means Untuk Analisis Permasalahan Simpanan Wajib Anggota Koperasi*. Riau: Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (Jtiik).
- Samhari, H. A. (2019). *Aplikasi Diagnosis Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web Menggunakan Teknik Pengolahan Citra* . Pekanbaru: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Sinaga, A. S. (2017). *Implementasi Teknik Threshoding Pada Segmentasi Citra Digital*. Medan: Jurnal Manajemen Dan Informatika Pelita Nusantara .

- Siregar, Y. S., & Harliana, P. (2018). *Analisis Perancangan Algoritma Fuzzy C-Means Dalam Menentukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir*. Medan: Jurnal & Penelitian Teknik Informatika.
- Thirugnanasambantham, C. (2011). *An Intelligent System Framework For An Automated Language Tutoring Tool* . First International Conference On Informatics And Computational Intelligence, Doi 10.1109/Ici.2011.29.
- Uskenbayeva, R., Kuandykov, A., Dinara, & Alimanova, M. (2017). *The Development Of Conceptual Model Of Creation Of An Intelligent System*. First Ieee International Conference On Robotic Computing, Doi 10.1109/Irc.2017.75.
- Wahyu, A. P. (2017). *Penerapan Teknik Computer Vision Pada Bidang Fitopatologi Untuk Diteksi Penyakit Dan Hama Tanaman Cabai* . Jurnal Informatika:Jurnal Pengembangan It (Jpit).

