

SISTEM PAKAR REKOMENDASI PESTISIDA BAWANG MERAH MENGUNAKAN METODE *CERTAINTY FACTOR* DAN *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING*

Enggar Rahma Agustin¹⁾, Rina Firliana²⁾, Aidina Ristyawan³⁾

Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email : rahmaenggar5@gmail.com¹⁾

Dikirim: 14 Mei 2026; Disetujui: 17 Juni 2026; Dipublikasikan: 31 Juli 2026

ABSTRAK

Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu daerah penghasil bawang merah terbesar di Jawa Timur. Namun, dalam proses budidayanya petani sering mengalami kesulitan dalam mengenali hama dan penyakit serta menentukan pestisida yang tepat akibat banyaknya jenis produk/merk pestisida yang beredar. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pakar rekomendasi pestisida tanaman bawang merah berbasis chatbot WhatsApp menggunakan metode certainty factor dan simple additive weighting. Metode CF digunakan untuk melakukan proses diagnosis hama dan penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna, sedangkan metode SAW digunakan untuk menentukan rekomendasi pestisida terbaik berdasarkan beberapa kriteria. Penelitian menggunakan metode pengembangan waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil menampilkan informasi gejala, melakukan diagnosis hama dan penyakit, serta memberikan rekomendasi pestisida dalam bentuk peringkat. Hasil pengujian blackbox menunjukkan seluruh fitur sistem berjalan dengan baik. Pengujian akurasi menggunakan 17 data uji memperoleh tingkat akurasi sebesar 100% dibandingkan hasil diagnosis pakar. Selain itu, pestisida Clormite 400 EC memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,721.

Kata Kunci : *Certainty Factor*, Chatbot WhatsApp, Pestisida Bawang Merah, *Simple Additive Weighting*, Sistem Pakar

ABSTRACT

Nganjuk Regency is one of the largest shallot-producing areas in East Java. However, in the cultivation process, farmers often experience difficulties in recognizing pests and diseases and determining the right pesticides due to the many types of pesticide products/brands in circulation. This research aims to build an expert system of shallot plant pesticide recommendations based on WhatsApp chatbots using the certainty factor method and simple additive weighting. The CF method is used to carry out the process of diagnosing pests and diseases based on the symptoms chosen by the user, while the SAW method is used to determine the best pesticide recommendations based on several criteria. The research uses waterfall development methods which include needs analysis, system design, implementation, and testing. The results of the study showed that the system successfully displayed symptom information, diagnoses pests and diseases, and provided pesticide recommendations in the form of rankings. The results of the blackbox test show that all system features are running well. Accuracy testing using 17 test data obtained an accuracy rate of 100% compared to the results of expert diagnosis. In addition, the pesticide Clormite 400 EC obtained the highest preference value of 0.721.

Keywords : *Certainty Factor*, WhatsApp Chatbot, Shallot Pesticide, *Simple Additive Weighting*, Expert System

1. PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Kabupaten Nganjuk dikenal sebagai salah satu sentra produksi bawang merah yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pasar regional maupun nasional. Namun, produktivitas bawang merah sering mengalami penurunan akibat serangan hama dan penyakit seperti ulat grayak, thrips, grandong, bercak ungu, dan moler. Serangan tersebut dapat menyebabkan kerusakan tanaman, menurunkan kualitas hasil panen, bahkan mengakibatkan gagal panen apabila tidak ditangani secara tepat.[1].

Namun dalam proses penanaman bawang merah, para petani tentu menghadapi banyak tantangan, salah satu tantangan utama yang dialami yaitu serangan hama dan penyakit. Untuk mengatasi masalah hama dan penyakit, para petani biasanya menggunakan pestisida sebagai pengendaliannya [2]. Pestisida adalah bahan kimia atau bahan alami yang dipakai oleh petani untuk melindungi tanaman bawang merah dari serangan hama dan penyakit tanaman bawah merah [3].

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa petani bawang merah sering mengalami kesulitan dalam menentukan jenis pestisida yang tepat untuk mengendalikan hama dan penyakit. Banyak merk pestisida yang tersedia di lapangan memperburuk situasi ini, membuat petani sulit membedakan fungsi dan efektivitas masing-masing produk. Akibatnya, petani sering melakukan eksperimen dengan menggabungkan beberapa jenis pestisida tanpa pengetahuan yang cukup. Hasilnya sejalan dengan penelitian oleh [4] yang menyatakan bahwa petani masih sering menggabungkan pestisida. Sehingga Penggunaan pestisida yang salah dan berlebihan pada tanaman bawang merah dapat menurunkan hasil panen dan mencemari lingkungan [5]. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki sistem yang dapat membantu petani dalam mendiagnosis hama dan penyakit, serta memberikan rekomendasi pestisida yang tepat dan efektif.

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan metode Certainty Factor (CF) untuk membantu proses diagnosis hama dan penyakit tanaman karena mampu

mengakomodasi ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan [6]. Penelitian lain menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk mendukung pemilihan alternatif terbaik berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditentukan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kedua metode mampu memberikan dukungan keputusan yang baik sesuai dengan tujuan pengguna [7]

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada proses diagnosis atau rekomendasi secara terpisah. Sistem yang dikembangkan umumnya hanya menghasilkan diagnosis hama dan penyakit tanpa memberikan rekomendasi pestisida yang terukur, atau sebaliknya hanya melakukan pemilihan pestisida tanpa mempertimbangkan hasil diagnosis secara langsung. Selain itu, sebagian besar implementasi masih berbasis web atau desktop sehingga kurang praktis digunakan oleh petani saat berada di lapangan.

Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan proses diagnosis hama dan penyakit tanaman bawang merah dengan rekomendasi pestisida berbasis multi-kriteria dalam satu sistem yang mudah diakses oleh petani. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan metode Certainty Factor untuk menentukan tingkat keyakinan diagnosis hama dan penyakit serta metode Simple Additive Weighting untuk melakukan perankingan pestisida berdasarkan kriteria harga, efektivitas, dan kualitas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem pakar rekomendasi pestisida tanaman bawang merah berbasis chatbot WhatsApp yang menggabungkan metode Certainty Factor dan Simple Additive Weighting dalam satu proses terintegrasi. Sistem tidak hanya memberikan hasil diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih pengguna, tetapi juga menghasilkan rekomendasi pestisida terbaik sesuai dengan hasil diagnosis yang diperoleh.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sistem pakar hanya berkonsentrasi pada mendiagnosis hama dan penyakit yang sering muncul di kalangan petani, sistem hanya menyarankan jenis pestisida yang paling efektif, tidak membahas dosis, metode Certainty Factor digunakan untuk mendiagnosis hama dan

penyakit kemudian metode Simple Additive Weighting digunakan untuk proses perangkungan pestisida terbaik.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem yang dapat mendiagnosis hama serta mampu memberikan rekomendasi jenis pestisida yang paling efektif sesuai dengan hama/penyakit yang terdiagnosis.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu petani dalam memilih pestisida yang efektif dalam pengendalian serangan hama dan penyakit tanaman bawang merah, agar petani tidak rugi biaya dan tenaga, sehingga hasil panen dapat meningkat sesuai dengan harapan yang diinginkan para petani. Selain itu dapat digunakan sebagai tambahan referensi dalam pengembangan sistem pakar pada sektor pertanian, sehingga dengan berkembangnya teknologi bisa menjadi inovasi digital dalam meningkatkan pemahaman tentang bagaimana pemanfaatan teknologi informasi dapat membantu kegiatan pertanian yang kontemporer dan berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan Waterfall dalam pengembangan sistem. Pendekatan Waterfall dipilih karena memiliki langkah-langkah yang terorganisir dan dilakukan secara berurutan, mulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, pelaksanaan, dan pengujian sistem.

2.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem, baik fungsional maupun non-fungsional. Basis pengetahuan sistem terdiri atas 5 jenis hama dan penyakit, 19 gejala, 5 aturan (rule) diagnosis, 97 alternatif pestisida, serta 3 kriteria penilaian SAW yaitu harga, efektivitas, dan kualitas. Data diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan petani bawang merah di Desa Sumberjo serta Dinas Pertanian Kabupaten Nganjuk. Validasi basis pengetahuan, nilai MB-MD, dan aturan diagnosis dilakukan oleh pakar dari UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Jawa Timur yang memiliki keahlian sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) dengan pengalaman kerja selama 5 tahun.

2.2 Landasan Teori

Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meniru kemampuan seorang pakar dalam menyelesaikan suatu permasalahan berdasarkan basis pengetahuan dan aturan yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, sistem pakar digunakan untuk membantu petani mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman bawang merah serta memberikan rekomendasi pestisida yang sesuai [8].

Bawang Merah (*Alium ascalanicum L.*) adalah salah satu jenis tanaman hortikultura dengan nilai ekonomi yang tinggi dan dikonsumsi oleh banyak orang di Indonesia. Sektor ini juga menjadikan sumber pemasukan serta peluang pekerjaan yang berkontribusi signifikan bagi pertumbuhan ekonomi daerah.

Certainty Factor merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis berdasarkan fakta atau gejala yang tersedia. Metode ini menggunakan nilai Measure of Belief (MB) dan Measure of Disbelief (MD) untuk merepresentasikan tingkat kepercayaan dan keraguan terhadap suatu aturan diagnosis [9].

Simple Additive Weighting merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan sejumlah kriteria dan bobot yang telah ditentukan. Metode ini menghasilkan nilai preferensi yang digunakan untuk melakukan perankingan alternatif.

Chatbot WhatsApp merupakan layanan percakapan otomatis yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem melalui aplikasi WhatsApp. Pada penelitian ini, chatbot digunakan sebagai media konsultasi diagnosis hama dan penyakit serta penyampaian rekomendasi pestisida kepada pengguna [10].

Ngrok merupakan layanan tunneling yang digunakan untuk menghubungkan server lokal dengan internet sehingga sistem dapat menerima dan mengirim data secara real-time melalui webhook [11].

Fonnte merupakan layanan WhatsApp Gateway yang menyediakan Application Programming Interface (API) untuk menerima dan mengirim pesan WhatsApp secara otomatis. Pada penelitian ini, Fonnte digunakan sebagai penghubung antara chatbot WhatsApp dan sistem pakar yang dikembangkan [12].

2.3 Tahap Metode CF

Nilai MB (*Measure of Belief*) dan MD (*Measure of Disbelief*) diperoleh melalui konsultasi dan validasi dengan pakar pertanian yang memahami hama dan penyakit tanaman bawang merah. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk membentuk basis pengetahuan pada metode Certainty Factor [13]. Rumus Certainty Factor didefinisikan sebagai berikut:

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \quad (1)$$

Penjelasan:

CF(H,E): nilai tingkat kepastian (certainty) terhadap hipotesis H, yang didasarkan pada bukti E dan memiliki rentang nilai antara -1 dan 1.

MB(H,E): Tingkat kepercayaan terhadap hipotesis H dengan bukti E diukur dengan nilai 0–1.

MD(H,E): ukuran tingkat ketidakpercayaan terhadap hipotesis H yang didasarkan pada bukti E, yang memiliki nilai antara 0 dan 1.

Dalam aplikasinya, untuk menemukan nilai hasil tingkat keyakinan dari sebuah aturan yang dipengaruhi oleh pengguna, menggunakan 2 rumus, yaitu sebagai berikut:

$$CF[H,E] = CF[H] \times CF[E] \quad (2)$$

Penjelasan:

CF(H): Nilai kepastian pakar terhadap suatu hipotesis (jenis penyakit/hama) jika bukti diketahui dengan pasti.

CF(E): Nilai keyakinan pengguna terhadap bukti (gejala) yang ditemukan di lapangan.

CF(H,E): Nilai kepastian hipotesis yang dipengaruhi oleh bukti.

$$CF_{combine}(1,2) = CF(H,E)_1 + CF(H,E)_2 \times (1 - CF(H,E)_1) \quad (3)$$

Penjelasan:

CFcombine: Tingkat kepastian gabungan dari beberapa bukti.

CF(H,E)1: Tingkat keyakinan terhadap hipotesis H berdasarkan bukti pertama.

CF(H,E)2: Tingkat keyakinan terhadap hipotesis H berdasarkan bukti kedua

2.4 Tahapan Metode SAW

Bobot kriteria ditentukan berdasarkan pertimbangan dari pakar. Kriteria terdiri dari harga dengan bobot 0,3, efektivitas dengan bobot 0,4 dan kualitas dengan bobot 0,3. Kriteria efektivitas diberikan bobot tertinggi sebesar 0,4 karena dianggap paling berpengaruh terhadap keberhasilan pengendalian hama dan penyakit dibandingkan harga maupun kualitas produk. Proses normalisasi matriks keputusan (X) dilakukan menggunakan metode SAW dengan memperhatikan jenis atribut, yaitu atribut keuntungan (benefit) dan atribut biaya (cost). Rumus SAW didefinisikan sebagai berikut:

$$r_{ij} \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases} \quad (4)$$

Penjelasan Setiap kriteria:

Rij: nilai kinerja yang telah dinormalisasi.

Xij: nilai dari atribut yang dimiliki.

Max Xij: nilai maksimum dari setiap kriteria.

Min Xij: nilai minimum dari setiap kriteria.

Benefit: jika nilai tertinggi dianggap yang terbaik.

Sedangkan untuk mencari nilai preferensi untuk setiap alternative, menggunakan rumus:

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij} \quad (5)$$

Penjelasan:

Vi: urutan untuk masing-masing pilihan.

Wj: nilai bobot dari setiap kriteria.

2.5 Perancangan Sistem

Tahap perancangan desain sistem bertujuan untuk merancang kebutuhan sistem dalam format desain teknis. Desain ini mencakup perancangan alur proses, struktur basis data, serta pemodelan sistem dengan menggunakan diagram UML sebagai langkah dalam pelaksanaan.

2.6 Prototype Sistem

Pada tahap prototype sistem, sistem chatbot WhatsApp dibangun dengan memanfaatkan ngrok dan fonnte. Dalam tahap ini, metode Certainty Factor diterapkan untuk mendiagnosis jenis hama/penyakit beserta tingkat keyakinannya serta metode Simple Additive

Weighting diterapkan untuk proses peringkat pestisida sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

2.7 Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi sistem beroperasi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan, di mana pengujian ini terpusat pada aspek fungsional dari sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengumpulan Data

Tabel 1. Daftar Hama dan Penyakit

KODE P	PENYAKIT
P01	Ulat grayak
P02	Thrips
P03	Grandong
P04	Bercak ungu
P05	Moler

Tabel 2. Daftar Gejala

KODE G	GEJALA
G01	Telur Berbentuk Tepung
G02	Kotoran ulat kecil
G03	Daun berlubang
G04	Daun mengering
G05	Daun menguning
G06	Bercak berwarna perak
G07	Daun lemas
G08	Bintik hitam kotoran serangga
G09	Corak garis bekas gigitan
G10	Daun coklat
G11	Daun mengering coklat
G12	Bintik-bintik putih pada daun
G13	Bercak putih kecil
G14	Ujung daun mengering
G15	Bercak coklat kehitaman
G16	Daun mengeriting
G17	Daun layu
G18	Akar membusuk
G19	Umbi membusuk

Tabel 3. MB-MD-CF Pakar

KODE G	MB	MD	CF
G01	0,95	0,05	0,9
G02	0,8	0,2	0,6
G03	0,95	0,05	0,9
G04	0,6	0,4	0,2

KODE G	MB	MD	CF
G05	0,6	0,4	0,2
G06	0,95	0,05	0,9
G07	0,8	0,2	0,6
G08	0,75	0,25	0,5
G09	0,9	0,1	0,8
G10	0,8	0,2	0,6
G11	0,7	0,3	0,4
G12	0,7	0,3	0,4
G13	0,95	0,05	0,9
G14	0,9	0,1	0,8
G15	0,8	0,2	0,6
G16	0,9	0,1	0,8
G17	0,9	0,1	0,8
G18	0,8	0,2	0,6
G19	0,8	0,2	0,6

Identifikasi Fakta

Berdasarkan hasil inputan pengguna, diperoleh fakta awal berupa beberapa gejala sebagai berikut, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode CF untuk mendiagnosis hama serta mencari tingkat keyakinan.

Tabel 4. Fakta Gejala Pengguna

KODE G	GEJALA	MB	MD	CF
G01	Telur Berbentuk Tepung	0,95	0,05	0,9
G02	Kotoran ulat kecil	0,8	0,2	0,6
G04	Daun mengering	0,6	0,4	0,2

Pada tabel 4 menunjukkan daftar gejala yang berhubungan dengan hama ulat grayak beserta nilai MB, MD, dan CF yang diperoleh dari pakar. Nilai CF digunakan sebagai bobot keyakinan masing-masing gejala dalam proses diagnosis.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Certainty Factor* (CF) untuk menentukan tingkat keyakinan terhadap diagnosis penyakit berdasarkan gejala yang telah diamati. Kemudian untuk menghitung tingkat keyakinan, sebagai berikut:

1) G1, G2

$$CF_{combine} = 0,90 + 0,60 \times (1 - 0,90) = 0,90 + 0,60 \times 0,1 = 0,90 + 0,06 = 0,960$$

2) G4

$$CF_{combine} = 0,960 + 0,2 \times (1 - 0,960) = 0,960 + 0,20 \times 0,04 = 0,960 + 0,008 = 0,968$$

3) Ubah dalam bentuk persentase

$$CF_{persentase} = 0,968 \times 100 = 96,8\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai Certainty Factor sebesar 96,8% untuk diagnosis ulat grayak. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keyakinan yang sangat tinggi karena mendekati nilai maksimum 100%. Tingginya nilai CF dipengaruhi oleh kombinasi gejala yang memiliki hubungan kuat dengan aturan diagnosis ulat grayak pada basis pengetahuan sistem. Dengan demikian, metode Certainty Factor mampu mengakomodasi ketidakpastian dalam proses diagnosis dan menghasilkan tingkat keyakinan yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

3.2 Hasil Perhitungan SAW

Tabel 5. Kriteria Dan Bobot

	Kriteria	Jenis	Bobot
C1	harga	Cost	0,3
C2	efektivitas	Benefit	0,4
C3	kualitas	Benefit	0,3

Tabel 5 menunjukkan kriteria efektivitas diberikan nilai bobot tertinggi karena dianggap paling berpengaruh terhadap keberhasilan pengendalian hama dan penyakit.

Tabel 6. Matriks Keputusan Alternatif

No	Alternatif	Kriteria		
		C1	C2	C3
1	Agrofos	95.000	9	8
2	Clormite 400 EC	209.500	10	9
3	Columbus 600 EC	133.000	9	6
4	Postrin 50 EC	80.000	8	7
5	Starelle 660 EC	50.000	7	6

Tabel 6 menunjukkan nilai efektivitas (C2) dan kualitas (C3) ditentukan berdasarkan penilaian pakar dari UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Jawa Timur yang memiliki keahlian sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT). Penilaian menggunakan skala 1–10, di mana semakin tinggi nilai menunjukkan efektivitas dan kualitas pestisida yang semakin baik. Adapun nilai harga (C1) diperoleh dari harga pestisida yang digunakan sebagai atribut biaya (cost) pada proses perankingan metode SAW.

Tabel 7. Hasil Normalisasi

Alternatif	C1	C2	C3
Alternatif 1	0,158	0,9	0,89
Alternatif 2	0,072	1,0	1,00
Alternatif 3	0,113	0,9	0,67
Alternatif 4	0,188	0,8	0,78
Alternatif 5	0,300	0,7	0,67

Tabel 7 menunjukkan hasil normalisasi menunjukkan bahwa seluruh nilai kriteria telah disesuaikan agar dapat dibandingkan dalam proses perankingan. Alternatif 2 memiliki nilai tertinggi pada kriteria efektivitas dan kualitas, sedangkan Alternatif 5 memiliki nilai tertinggi pada kriteria harga karena merupakan alternatif dengan harga paling rendah. Nilai normalisasi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai preferensi setiap alternatif menggunakan metode SAW.

Tabel 8. Hasil Peringkat

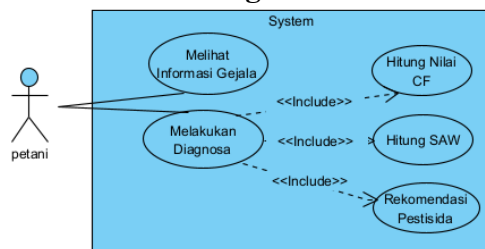
Alternatif	Hasil
Agrofos	0,067
Clormite 400 EC	0,721
Columbus 600 EC	0,594
Postrin 50 EC	0,610
Starelle 660 EC	0,571

Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil dalam perhitungan SAW, Clormite 400 EC memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,721. Nilai tersebut diperoleh karena memiliki performa yang lebih baik pada kriteria efektivitas dan kualitas dibandingkan alternatif lainnya. Selain itu, kriteria efektivitas memiliki bobot terbesar yaitu 0,4 sehingga memberikan pengaruh dominan terhadap nilai akhir. Oleh karena itu, Clormite 400 EC direkomendasikan sebagai alternatif pestisida terbaik pada kasus yang diuji.

3.3 Design

Pada tahap perancangan, tidak semua jenis diagram digunakan, melainkan hanya diagram UML (*Unified Modeling Language*) tertentu yang dianggap paling relevan untuk menggambarkan kebutuhan sistem. Salah satu hasil dari tahap ini adalah penyusunan use case diagram yang dibuat berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah diidentifikasi sebelumnya pada tahap perencanaan, kemudian dilanjutkan dengan activity diagram, dan sequence diagram, dan class diagram.

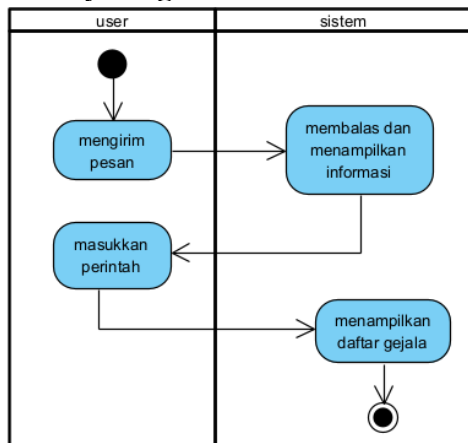
3.4 Use Case Diagram



Gambar 1. Use Case Diagram

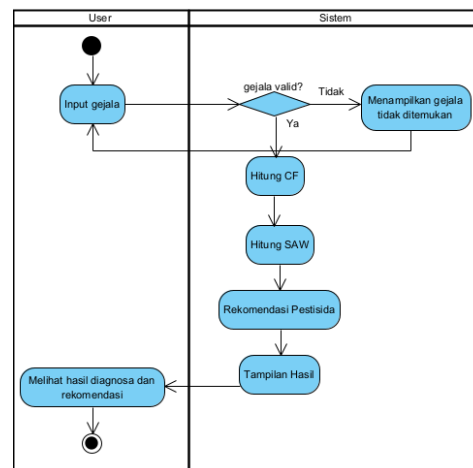
Pada gambar 1 menunjukkan interaksi antara pengguna dan sistem. Para petani bisa mendapatkan informasi tentang gejala dan melakukan diagnosis terhadap penyakit. Langkah-langkah diagnosis meliputi perhitungan metode Certainty Factor (CF) untuk menilai tingkat kepastian terhadap penyakit, metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk proses peringkat, serta menghasilkan rekomendasi untuk penggunaan pestisida.

3.5 Activity Diagram



Gambar 2. Activity Diagram Informasi Gejala

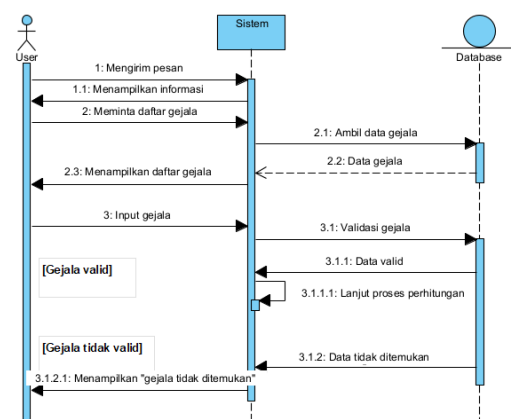
Pada gambar 2 menunjukkan langkah-langkah pengguna dalam mendapatkan informasi tentang gejala melalui sistem. Pengguna mengirimkan pesan, setelah itu sistem menunjukkan informasi gejala berdasarkan arahan yang diterima hingga seluruh proses selesai.



Gambar 3. Activity Diagram Melakukan Diagnosis

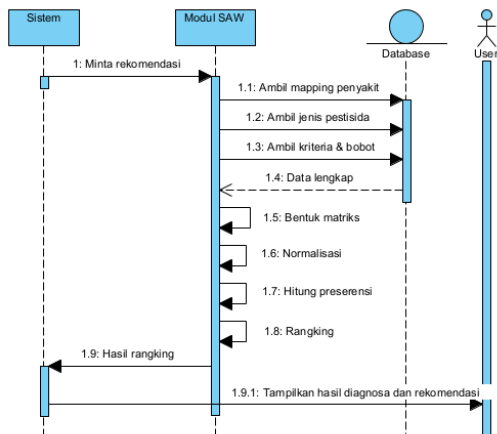
Pada gambar 3 dapat dilihat bagaimana proses untuk mendiagnosis hama atau penyakit diawali dengan pengguna yang memasukkan gejala. Setelah itu, sistem akan memverifikasi data gejala. Apabila gejala tersebut tidak valid, sistem akan menunjukkan notifikasi kesalahan. Sebaliknya, jika gejala tersebut valid, sistem akan melakukan perhitungan Certainty Factor (CF) untuk diagnosis serta Simple Additive Weighting (SAW) untuk perangkingan pestisida, selanjutnya menampilkan hasil diagnosis dan rekomendasi pestisida kepada pengguna.

3.6 Sequence Diagram



Gambar 4. Sequence Diagram Informasi Gejala

Pada gambar 4 menunjukkan proses diagnosis gejala yang melibatkan pengguna, sistem, dan database. Pengguna mengajukan permintaan informasi mengenai gejala dan memasukkan gejala yang dialami, setelah itu sistem akan memvalidasi data database. Apabila gejala yang dimasukkan valid, sistem akan meneruskan ke langkah diagnosis, tetapi jika tidak valid, sistem akan menampilkan pesan "gejala tidak ada".



Gambar 5. Perhitungan Simple Additive Weighting

Pada gambar 5 menunjukkan proses penentuan rekomendasi pestisida dengan memanfaatkan metode Simple Additive Weighting (SAW). Sistem mengambil data terkait kriteria, bobot, serta pestisida dari database, setelah itu melakukan normalisasi dan perhitungan nilai preferensi untuk menetapkan peringkat pestisida yang paling unggul. Hasil akhir berupa rekomendasi pestisida ditampilkan kepada pengguna berdasarkan nilai yang paling tinggi.

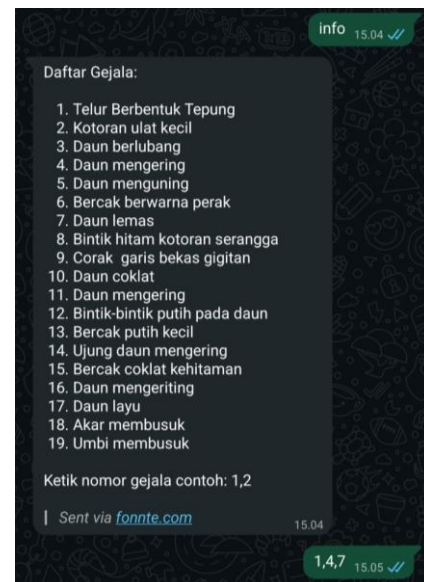
3.7 Prototype

Berikut adalah prototype tampilan chatbot WhatsApp yang menggambarkan hasil akhir penelitian.



Gambar 8. Tampilan Utama Chatbot

Pada gambar 8 menunjukkan proses ketika pengguna mengirim pesan “halo” melalui WhatsApp, kemudian sistem membalas dengan informasi awal dan instruksi untuk mengetik “info” guna melihat daftar gejala.



Gambar 9. Tampilan Daftar Gejala

Pada gambar 9 menampilkan proses ketika pengguna memasukkan kata “info”, lalu sistem menampilkan daftar gejala hama atau penyakit yang tersimpan di dalam database. Selanjutnya, pengguna bisa memilih gejala yang sesuai dengan cara memasukkan nomor gejala, contohnya seperti “1,2”.



Gambar 10. Tampilan Hasil Diagnosis Dan Rekomendasi

Pada gambar 10 menunjukkan proses setelah pengguna memasukkan nomor gejala, kemudian sistem melakukan perhitungan *Certainty Factor* (CF) untuk menentukan hasil diagnosis beserta tingkat keyakinannya. Sistem

juga menampilkan rekomendasi bahan aktif, pestisida, dan saran penggunaan pestisida yang bijak.

3.8 pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode blackbox untuk memastikan seluruh fitur dan fungsi pada sistem pakar berjalan sesuai dengan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan, meliputi tampilan chatbot, informasi gejala, proses diagnosis, hingga rekomendasi pestisida. Selain itu, dilakukan pengujian

akurasi untuk menilai tingkat ketepatan hasil diagnosis sistem terhadap hama dan penyakit tanaman bawang merah berdasarkan gejala yang dimasukkan. Pada tabel 9 menunjukkan sistem mampu menampilkan tampilan awal chatbot, menampilkan daftar gejala untuk proses diagnosis, serta memberikan hasil diagnosis dan rekomendasi pestisida secara tepat berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Dengan demikian, fungsi utama sistem dapat dikatakan berjalan dengan baik dan sesuai rancangan.

Tabel 9. Hasil Pengujian *Blackbox* Testing

No	Fitur yang diuji	Harapan Hasil	Hasil Pengujian
1.	Tampilan Awal Chatbot	Sistem berhasil menampilkan tampilan awal chatbot ketika pengguna/user memasukkan perintah seperti “halo”.	Berhasil
2.	Tampilan Informasi Daftar Gejala	Pengguna/user bisa melihat dan memilih daftar gejala yang disediakan jika sudah pengguna dapat memilih angka untuk proses diagnosis.	Berhasil
3.	Tampilan Hasil Diagnosis Dan Rekomendasi	Sistem berhasil menampilkan hasil akhir diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih dengan tampilan seperti jenis serangan, hasil diagnosis, persentase tingkat keyakinan, kemudian menampilkan rekomendasi bahan aktif dan nama merk dagang serta menambahkan catatan untuk membantu pengendalian serangan hama/penyakit tanaman bawang merah.	Berhasil

Tabel 10. Hasil Pengujian Akurasi Sistem Dan Pakar

No	Gejala Yang Di input	Diagnosis Sistem	Diagnosis Pakar	Kesesuaian (✓ / ✕)
1.	G01 (telur berbentuk tepung), G02 (kotoran ulat kecil), G03 (daun berlubang), G04 (daun mengering), G05 (daun menguning)	Ulat Grayak	Ulat Grayak	✓
2.	G01 (telur berbentuk tepung), G02 (kotoran ulat kecil), G03 (daun berlubang), G04 (daun mengering), G10 (daun coklat)	Ulat Grayak	Ulat Grayak	✓
3.	G01 (telur berbentuk tepung), G02 (kotoran ulat kecil), G03 (daun berlubang)	Ulat Grayak	Ulat Grayak	✓
4.	G01 (telur berbentuk tepung), G02 (kotoran ulat kecil), G06 (bercak berwarna perak), G07 (daun lemas)	Ulat Grayak	Ulat Grayak	✓
5.	G06 (bercak berwarna perak), G07 (daun lemas), G08 (bintik hitam kotoran serangga)	Thrips	Thrips	✓
6.	G01 (telur berbentuk tepung), G06 (bercak berwarna perak), G07 (daun lemas), G08 (bintik hitam kotoran serangga)	Thrips	Thrips	✓
7.	G03 (daun berlubang), G06 (bercak berwarna perak), G07 (daun lemas), G08 (bintik hitam kotoran serangga)	Thrips	Thrips	✓
8.	G09 (Corak garis bekas gigitan), G10 (daun coklat), G11(bintik-bintik putih pada daun), G12(daun mengering)	Grandong	Grandong	✓

No	Gejala Yang Di input	Diagnosis Sistem	Diagnosis Pakar	Kesesuain (✓ / ✗)
9.	G03 (daun berlubang), G09 (Corak garis bekas gigitan), G10 (daun coklat), G11(bintik-bintik putih pada daun), G12(daun mengering)	Grandong	Grandong	✓
10.	G09 (Corak garis bekas gigitan), G10 (daun coklat), G11(bintik-bintik putih pada daun)	Grandong	Grandong	✓
11.	G16 (Daun mengeriting), G09 (Corak garis bekas gigitan), G10 (daun coklat)	Grandong	Grandong	✓
12.	G13 (Bercak putih kecil), G14 (Ujung daun mengering), G15 (Bercak coklat kehitaman)	Bercak Ungu	Bercak Ungu	✓
13.	G01 (telur berbentuk tepung), G13 (Bercak putih kecil), G14 (Ujung daun mengering), G15 (Bercak coklat kehitaman)	Bercak Ungu	Bercak Ungu	✓
14.	G13 (Bercak putih kecil), G14 (Ujung daun mengering), G17 (Daun layu)	Bercak Ungu	Bercak Ungu	✓
15.	G16 (Daun mengeriting), G17 (Daun layu), G18 (Akar membusuk), G19 (Umbi membusuk)	Moler	Moler	✓
16.	G16 (Daun mengeriting), G17 (Daun layu), G18 (Akar membusuk)	Moler	Moler	✓
17.	G09 (Corak garis bekas gigitan), G16 (Daun mengeriting), G17 (Daun layu), G18 (Akar membusuk)	Moler	Moler	✓

Pada tabel 10 menunjukkan pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dan hasil diagnosis pakar pada 17 kasus uji. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{17}{17} \times 100 = 100\%$$

Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh tingkat akurasi sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa aturan diagnosis, nilai MB-MD, dan basis pengetahuan yang digunakan pada metode Certainty Factor telah mampu merepresentasikan pengetahuan pakar dengan baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% pada 17 data uji, lebih tinggi dibandingkan penelitian Hutabarat (2024) yang memperoleh akurasi 95%. Selain itu, penelitian ini tidak hanya melakukan diagnosis menggunakan Certainty Factor, tetapi juga mengintegrasikan metode Simple Additive Weighting untuk menghasilkan rekomendasi pestisida berbasis multi-kriteria melalui chatbot WhatsApp sehingga memberikan dukungan keputusan yang lebih komprehensif.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, sistem pakar berhasil mengimplementasikan metode Certainty Factor (CF) untuk mendiagnosis hama dan penyakit tanaman bawang merah serta metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk memberikan rekomendasi pestisida terbaik dalam bentuk peringkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik berdasarkan pengujian blackbox. Selain itu, pengujian akurasi terhadap 17 data uji menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100% dibandingkan dengan hasil diagnosis pakar. Pada proses rekomendasi pestisida, Clormite 400 EC memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,721 sehingga direkomendasikan sebagai alternatif terbaik pada kasus yang diuji.

Penelitian ini berfokus pada validasi fungsional sistem menggunakan blackbox testing dan validasi hasil menggunakan pakar. Pengujian usability kepada petani menjadi saran untuk penelitian selanjutnya.

4.2. Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan teknologi Natural Language Processing (NLP)

agar chatbot mampu memahami masukan pengguna dalam bentuk bahasa alami, sehingga proses konsultasi menjadi lebih fleksibel, interaktif, dan mendekati komunikasi dengan pakar secara langsung. Selain itu, jumlah data uji dan basis pengetahuan dapat diperluas untuk meningkatkan cakupan diagnosis dan kualitas rekomendasi yang dihasilkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Stenica Hariyono, H. Zulfia Zahro`, and R. Primaswara, “Perancangan Sistem Informasi Geografis Hasil Produksi Pertanian Bawang Merah Di Kabupaten Nganjuk Menggunakan Metode K-Means,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 487–494, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3737.
- [2] H. Herasmus, “Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penggunaan Pestisida Untuk Tanaman Dataran Rendah,” *J. Sains Inform. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 95–100, 2022, doi: 10.62357/jsit.v1i2.102.
- [3] V. Darwis, C. Muslim, and I. S. Anugrah, “Treatment and Use of Pesticides in Shallot Cultivation in Cirebon Regency,” *J. Food Syst. Agribus.*, vol. 5, no. 2, pp. 156–167, 2021, doi: 10.25181/jofsa.v5i2.2101.
- [4] E. Surya, M. Ridhwan, D. Universitas, and S. Mekkah, “KERUSAKAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L .) AKIBAT SERANGAN HAMA ULAT TANAH (*Agrotis ipsilon*) DI LAHAN,” vol. 6, no. 1, pp. 88–99, 2019.
- [5] E. Zunaidi and Setyawan Wibisono, “SPK Pemilihan Pestisida Tanaman Bawang Merah Dengan Metode WASPAS,” *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 15, no. 1, pp. 25–33, 2022, doi: 10.51903/elkom.v15i1.638.
- [6] F. P. Hutabarat, “Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit pada Tanaman Padi menggunakan Metode Certainty Factor,” vol. 9, no. 1, pp. 7–14, 2024.
- [7] S. Firliana, F. Teknik, U. Nusantara, and P. Kediri, “Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Karyawan Terbaik Menggunakan Metode SAW (Simple Additive Weighting),” pp. 73–78, 2020.
- [8] F. Hadi and C. Niesa, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web,” vol. 5, no. 2, 2024.
- [9] N. Sunaryo and Y. Yunus, “Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Sistem Pakar Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Identifikasi Pengembangan Minat dan Bakat Khusus pada Siswa,” vol. 3, pp. 48–55, 2021, doi: 10.37034/jsisfotek.v3i2.43.
- [10] S. H. Bariah, W. Pratiwi, and K. A. N. Imania, “Pengembangan Virtual Assistant Chatbot Berbasis WhatsApp Pada Pusat Layanan Informasi Mahasiswa Institut Pendidikan Indonesia - Garut,” vol. 8, no. 1, pp. 66–79, 2022.
- [11] R. Parlika, D. Cakra, M. Wijaya, T. A. Nisaa, and S. Rahmawati, “Sistem Integrasi BOT Register Terhadap Website Pengolah Data Menggunakan Akses NGROK,” no. 2, pp. 1–16, 2021.
- [12] I. Mario and B. Waton, “Penerapan Api WhatsApp Fonnte Untuk Sistem Pengingat Jadwal Bimbingan Tugas Akhir Mahasiswa Berbasis Web,” vol. 5, no. 2, pp. 229–241, 2025.
- [13] V. Ramadhani, M. R. Fadillah, M. W. Putri, M. Prahmana, and I. Yusnita, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kulit menggunakan Metode Certainty Factor dan Forward Chaining.,” vol. 5, no. November 2025, 2026, doi: 10.55606/jupti.v5i1.6391.