

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jeruk nipis, dengan nama ilmiah *Citrus aurantiifolia*, adalah jenis tanaman yang termasuk dalam keluarga jeruk-jerukan. Tanaman ini tumbuh luas di Indonesia, Meksiko, India, dan Florida. Tingginya bisa mencapai 3-6 meter, dengan cabang-cabang yang memiliki duri. Buahnya berbentuk lonjong, berwarna hijau hingga kuning, dan memiliki tangkai daun kecil yang bersayap. Selain itu, jeruk nipis juga merupakan sumber antioksidan yang sangat baik, membantu mencegah atau mengurangi kerusakan sel dalam tubuh akibat radikal bebas dan bahan kimia berbahaya [1].

Tanaman ini berkembang dengan baik di iklim tropis, di mana dikenal sebagai jeruk pecel. Di Indonesia, tanaman ini dapat tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Tanaman ini menyukai tanah yang bersifat alkali dan membutuhkan sinar matahari langsung untuk pertumbuhannya [2]. Selain memiliki rasa yang asam, buah ini sangat bermanfaat untuk menjaga kesehatan dan dapat menyembuhkan berbagai penyakit. Hal ini menyebabkan permintaan pasar terhadap jeruk nipis cukup tinggi dengan harga yang menarik. Akibatnya, banyak petani yang berusaha membudidayakannya sebagai peluang bisnis yang menjanjikan dan telah menjadi sumber pendapatan.

Namun, sangat disayangkan bahwa penanganan penyakit pada buah sangatlah sulit. Akibatnya, saat panen, petani harus dengan cermat memilah antara buah yang

segar dan yang terinfeksi penyakit sebelum dijual kepada konsumen, terutama pada tanaman jeruk nipis.

Berdasarkan data rincian laporan tanaman biofarmaka 2022 komoditi jeruk nipis Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau memiliki jumlah produktivitas 0,7 kw/ha dan jumlah produksinya mencapai 5000 kg sedangkan untuk tahun 2023 memiliki jumlah produktivitas 0,05 kw/ha dan jumlah produksinya 4710 kg. yang data tersebut di dapat dari Dinas Tanaman Pangan Dan Hortikultura Kabupaten Rokan Hulu. Data diatas menunjukkan bahwa angka produktivitas dan produksi jeruk nipis menurun. Naiknya harga, kurang sehat dan kurang segarnya buah yang dihasilkan adalah salah satu penyebab turunnya angka produksi jeruk nipis. Yang menyebabkan kurang sehat dan kurang segarnya buah yang dihasilkan adalah penyakit tanaman.

Dalam dunia pertanian, hama adalah organisme yang mengganggu tanaman dan menyebabkan kerusakan fisik, sedangkan penyakit tanaman merujuk pada kondisi dimana pertumbuhan tanaman terganggu dan penyebabnya bukan berasal dari hama. Menurut T. Yulianti (2020), dalam pertumbuhan dan perkembangan jeruk nipis, tanaman ini tidak terlepas dari masalah penyakit dan hama. Perkembangan penyakit dapat dicegah oleh endofit yang menghasilkan senyawa metabolit beracun bagi patogen [3].

Desa Koto Tinggi, yang terletak di Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau, dikenal sebagai salah satu desa penghasil tanaman jeruk nipis. Salah satu kebun jeruk nipis di desa ini, telah beroperasi selama 16 tahun. Namun,

produksi jeruk nipis di desa ini sering kali terancam oleh berbagai jenis hama dan penyakit, yang dapat menyebabkan kerugian signifikan bagi petani. Beberapa hama yang paling sering menyerang tanaman ini antara lain kutu daun dan ulat grayak. Selain itu, penyakit seperti bercak daun, busuk akar, dan penyakit virus juga menjadi ancaman serius. Infeksi dari hama dan penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan parah pada tanaman, mengurangi produktivitas, dan bahkan dapat mematikan tanaman jika tidak ditangani dengan baik. Sayangnya, tingkat pengetahuan petani di Desa Koto Tinggi mengenai penanganan penyakit pada tanaman, khususnya jeruk nipis, masih sangat terbatas. Hal ini menunjukkan perlunya peran serta tenaga ahli di bidang pertanian untuk membantu petani mengatasi permasalahan yang ada. Namun, tantangan lain yang dihadapi adalah kurangnya sumber daya pakar, yang sering kali terhambat oleh faktor waktu, lokasi, dan biaya. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani, sehingga mereka dapat lebih efektif dalam mengelola hama dan penyakit yang mengancam hasil panen mereka.

Sistem pakar adalah sistem komputer yang meniru kemampuan seorang ahli. Tujuan dari sistem ini adalah untuk membantu individu yang bukan pakar dalam menyelesaikan masalah yang memerlukan keahlian khusus. Sistem pakar umumnya menangani masalah kompleks yang membutuhkan keahlian dan berfungsi untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan pendekatan penalaran manusia, sehingga dapat mencapai kesimpulan yang sama seperti yang dicapai oleh seorang pakar di bidang tersebut. Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang memanfaatkan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran untuk menyelesaikan masalah

yang biasanya hanya dapat diatasi oleh seorang ahli. Salah satu keunggulan sistem pakar adalah berfungsi sebagai asisten bagi para ahli, sehingga dapat meringankan beban kerja mereka dan menghemat waktu dalam pengambilan keputusan [4]. Terdapat banyak metode yang digunakan dalam sistem pakar yang digunakan untuk mendiagnosa salah satunya yaitu metode *Certainty Factor*.

Certainty Factor adalah metode yang digunakan untuk menentukan sejauh mana suatu fakta dapat dianggap pasti atau tidak pasti, biasanya dalam bentuk metrik yang diterapkan dalam sistem pakar. Metode ini sangat cocok untuk sistem pakar yang melakukan diagnosis terhadap kondisi yang belum sepenuhnya jelas [5].

Beberapa peneliti terdahulu yang terkait dengan masalah ini adalah penelitian yang dilakukan oleh L. Fuad, N. Adhiatma, and M. Ikhsan [6] dalam jurnal yang berjudul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit dan Hama pada Tanaman Jeruk Nipis Menggunakan Metode Forward Dan Backward Chaining Berbasis Visual Basic 6.0” dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu berupa keluaran nama penyakit, dan juga nama hama, penyebab, keterangan, dan pengendaliannya.

Adapun penelitian lainnya yang terkait yang dilakukan oleh N. Irfan Yahya, S. Lestanti, and S. Nur Budiman [7] dengan judul “Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman *Aglaonema* Menggunakan Metode *Certainty Factor*” Berdasarkan perkembangan yang dilakukan selama proses perancangan dan implementasi sistem pakar untuk mendiagnosis hama dan penyakit tanaman *Aglaonema* menggunakan Metode *Certainty Factor*, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar ini efektif untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman *Aglaonema*. Hal ini

dilakukan dengan memasukkan gejala yang dapat menghasilkan nilai perhitungan serta identifikasi penyakitnya.

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan metode *Certainty Factor*. Metode ini digunakan untuk meningkatkan nilai keyakinan dan memastikan bahwa persentase nilai keyakinan yang diberikan oleh cukup layak untuk mencapai hasil yang optimal. Tidaklah mudah untuk menemukan penyakit pada tanaman jeruk nipis dan menemukan cara yang tepat untuk mengendalikannya. karena tidak semua petani mengetahui tentang penyakit yang dapat menyerang tanaman ini.

Dari latar belakang yang telah dilakukan, maka dibuatlah sebuah sistem yang mana mempermudah membudidayakan dan membantu petani jeruk nipis dalam mendiagnosa penyakit yang menyerang tanaman jeruk nipis serta memberikan solusi pengendalian untuk menangani masalah pada tanaman jeruk nipis. Untuk itu peneliti dalam mengatasi permasalahan diatas maka diangkatlah judul “**Sistem Pakar Diagnosis Penyakit dan Hama Pada Tanaman Jeruk Nipis Menggunakan Metode *Certainty Factor***”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, Maka dapat dirumuskan suatu masalah pada penelitian ini yaitu, “Bagaimana merancang dan membangun sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman jeruk nipis menggunakan metode *Certainty factor*”

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun Aplikasi sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman jeruk nipis dengan menggunakan metode *Certainty Factor*.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Metode yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman jeruk nipis adalah metode *Certainty Factor*.
2. Penyakit pada tanaman jeruk nipis ini buah, batang, daun, dan akar
3. Aplikasi berbasis *website* dan dibangun dengan menggunakan Bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor (PHP)*, dan *databases MySQL*.
4. Penyakit yang di diagnosa sebanyak 13 penyakit, 2 hama dan 41 gejala.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai sarana membantu para petani jeruk nipis di Desa Koto Tinggi, Kabupaten Rokan Hulu, Riau dalam mengatasi penyakit tanaman jeruk nipis dan untuk menambah wawasan penulis dalam pembuatan sebuah penelitian yang menggunakan Metode *Certainty factor*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini terdiri dari pokok-pokok permasalahan yang akan dibahas pada masing-masing yang diuraikan menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang digunakan pada penelitian ini. Teori-teori yang berhubungan dengan aplikasi sistem pakar dalam diagnosis hama dan penyakit tanaman jeruk nipis menggunakan metode *Certainty factor*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan dalam pengumpulan data, perancangan sistem, perumusan masalah dan Analisa.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi Analisa dan perancangan aplikasi dalam diagnosa penyakit tanaman jeruk nipis menggunakan metode *Certainty factor*.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi implementasi dari Analisa dan perancangan dan pengujian pada aplikasi yang berhasil dibangun.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran untuk pembangunan aplikasi atau penelitian selanjutnya

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

Menurut Heny Pratiwi (2019) dalam Buku Ajar Sistem Pakar, sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang mengintegrasikan pengetahuan dan penalaran manusia untuk menyelesaikan masalah dengan cara yang mirip dengan seorang ahli di bidangnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar mengadopsi keahlian dan pengetahuan seorang pakar untuk membantu menyelesaikan masalah, mulai dari proses diagnosis hingga menemukan solusi yang efektif [8].

Kajian utama dalam sistem pakar adalah cara mentransfer pengetahuan atau pemahaman dari seorang ahli ke dalam komputer, serta bagaimana menarik kesimpulan atau membuat keputusan berdasarkan pengetahuan tersebut [9]. Dengan demikian, Sistem pakar merupakan salah satu jenis kecerdasan buatan yang memanfaatkan keahlian atau pengalaman seseorang dalam bidang tertentu untuk memecahkan masalah.

Sistem pakar memungkinkan individu yang bukan ahli untuk menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah, dan mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar. Sistem ini memiliki berbagai manfaat, termasuk kemampuannya untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti. Pengguna dapat menjawab dengan “tidak tahu” atau “tidak yakin” pada beberapa pertanyaan selama konsultasi, namun sistem pakar tetap dapat memberikan solusi. Selain itu, sistem ini bisa menjadi alat tambahan dalam pelatihan, di mana pengguna

pemula dapat memperoleh pengalaman lebih melalui fitur penjelasan yang berfungsi sebagai pengajaran. Sistem pakar juga dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan mengumpulkan pengetahuan dari berbagai pakar dan dapat beroperasi di berbagai lingkungan [10].

2.1.1 Manfaat Sistem Pakar

Sistem pakar adalah salah satu aplikasi dari kecerdasan buatan *Artificial Intelligence (AI)* yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang ahli dalam bidang tertentu. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari sistem pakar [11]

1. Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
2. Membuat seseorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
3. Meningkatkan kualitas, dengan member nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan
4. Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang
5. Memudahkan akses pengetahuan seorang pakar

2.1.2 Kekurangan Sistem Pakar

Meskipun sisitem pakar menawarkan banyak manfaat, juga memiliki beberapa kekurangan berikut adalah beebrapa kekurangan utama dari sistem pakar :

1. Biaya yang dibutuhkan sangat mahal untuk membuat dan memeliharanya.

2. Sulit dikembangkan, karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.
3. Tidak selalu bernilai benar.

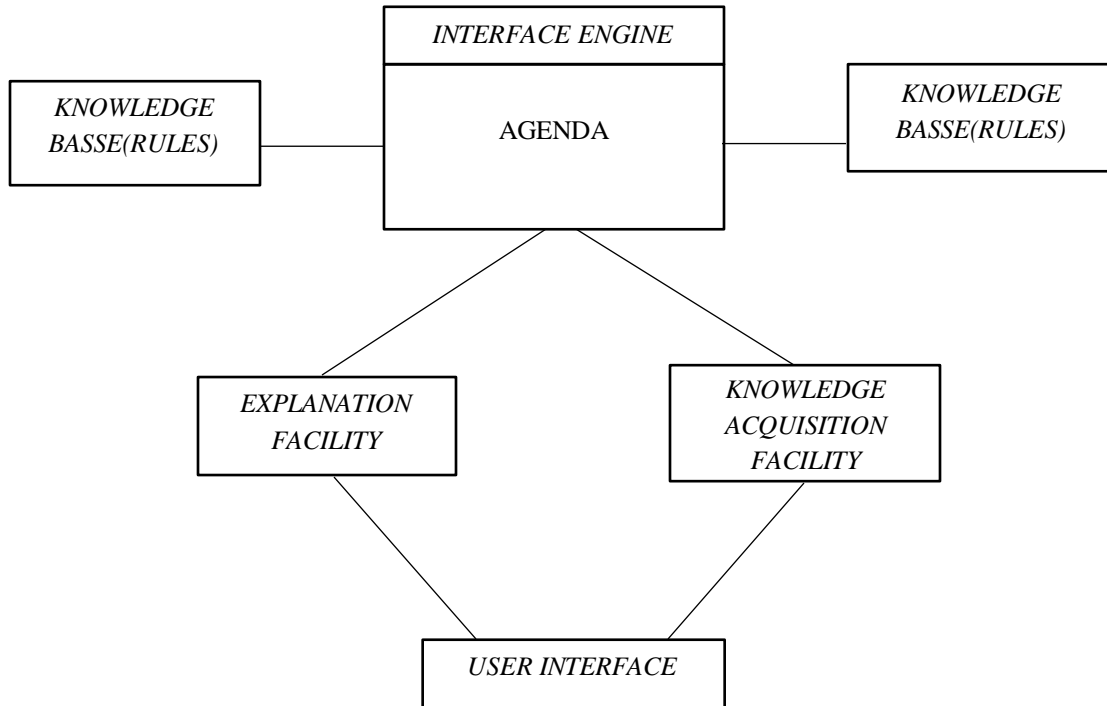
2.1.3 Struktur Sistem Pakar

1. Bagian utama Sistem Pakar

Struktur dasar sistem pakar yang terdiri dari [12]:

1. Antar muka pemakai
2. Fasilitas penjelasan
3. Fasilitas akuisi/memperoleh pengetahuan
4. Agenda
5. Mesin inferensi
6. Memori kerja
7. Basis pengetahuan

2. Arsitektur Sistem Pakar



Gambar 2.1 Struktur Sistem Pakar [12]

Berikut penjelasan setiap komponen-komponen pada struktur dasar sebuah sistem pakar :

1. Antar muka (*user interface*)

Adalah mekanisme dimana pemakai dan sistem pakar berkomunikasi.

2. Fasilitas penjelasan (*explanation facility*)

Adalah fasilitas untuk menerangkan pemberian alasan sistem pada pemakai.

3. Fasilitas akuisisi/memperoleh pengetahuan (*knowledge acquisition facility*)

Adalah cara otomatis pemakai untuk memasukkan pengetahuan ke dalam sistem, bukannya dengan melalui perekayasa yang memasukkan pengetahuan secara eksplisit kode pengetahuan.

4. Agenda

Adalah daftar prioritas dari aturan yang dibuat oleh mesin inferensi, yang polanya dipenuhi oleh fakta di dalam memori yang bekerja.

5. Mesin inferensi (*inference engine*)

Membuat inferensi dengan menentukan aturan mana yang dipenuhi oleh fakta, prioritas aturan yang tercukupi, dan membuat aturan dengan prioritas tertinggi.

Mesin inferensi merupakan otak dari sistem pakar, juga dikenal sebagai mesin penerjemah aturan (*rule interpreter*).

6. Memori kerja (*working memory*)

Berisi basis data dan fakta yang digunakan oleh aturan.

7. Basis pengetahuan (*knowledge base*)

Basis pengetahuan berisi pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasi, dan memecahkan masalah.

2.2 Metode *Certainty Factor*

Menurut T. Sutojo, *certainty factor* adalah metode untuk mengevaluasi ketidakpastian dalam pemikiran seorang ahli. Untuk mengatasi hal ini, biasanya digunakan *certainty factor* untuk menggambarkan sejauh mana keyakinan pakar terhadap masalah yang dihadapi. Ada dua cara untuk menentukan tingkat keyakinan dari sebuah aturan, yaitu dengan metode ‘Net Belief’ dan melalui wawancara dengan pakar. Tingkat keyakinan ini diperoleh dari respons pengguna selama konsultasi. Terdapat dua jenis faktor kepastian yang digunakan, yaitu faktor kepastian yang

ditentukan oleh pakar bersamaan dengan aturan dan faktor kepastian yang diberikan oleh pengguna [13].

Certainty Factor diperkenalkan oleh Shortiffe dan Buchanan pada tahun 1975 untuk menangani ketidakpastian dalam pemikiran seorang ahli. Faktor kepastian berfungsi sebagai ukuran observasi klinis yang dikembangkan oleh MYCIN untuk menunjukkan tingkat kepercayaan [14].

Untuk mengungkapkan derajat keyakinan, digunakan nilai yang disebut *certainty factor* (CF) untuk mencerminkan tingkat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. Berikut adalah formulasi dasar dari *certainty factor* [15].

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

Keterangan :

CF = *Certainty factor* (faktor kepastian) dalam hipotesis H yang dipengaruhi oleh fakta E.

MB = *Measure of belief* (tingkat keyakinan) adalah ukuran kenaikan dari kepercayaan hipotesis H dipengaruhi oleh fakta E.

MD = *Measure of Disbelief* (tingkat ketidakyakinan) adalah kenaikan dari ketidakpercayaan hipotesis H dipengaruhi oleh fakta E.

E = *Evidence* (peristiwa atau fakta).

H = Hipotesis (dugaan).

Untuk menghitung nilai CF dari 1 gejala yang dialami dapat menggunakan rumus :

$$CF(R) = MB - MD \quad (2)$$

Untuk mengkombinasikan dua atau lebih aturan, sistem berbasis pengetahuan dengan beberapa aturan, masing-masing darinya menghasilkan kesimpulan yang sama tetapi faktor ketidakpastiannya berbeda. Untuk menghitung CF (keyakinan) dari kesimpulan diperlukan bukti pengkombinasian sebagai berikut [12]:

$$CF_{combine} = (CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1) \quad (3)$$

Jika kita hanya menambahkan CF F1 dan F2, kepastian kombinasinya akan lebih dari 1 memodifikasikan jumlah kepastian melalui penambahan faktor kepastian kedua dan mengkalinya (1 dikurangi faktor kepastian pertama). Jadi, semakin besar CF pertama semakin kecil kepastian penambahan kedua. Tetapi faktor tambahan selalu menambahkan beberapa kepastian.

Tabel 2.1 Interpretasi *Certainty Factor*

No	<i>Certainty Term</i>	<i>CF_{akhir}</i>
1	Pasti Tidak	-1,0
2	Hampir Pasti Tidak	-0,8
3	Kemungkinan Besar Tidak	-0,6
4	Mungkin Tidak	-0,4
5	Tidak Tahu atau Tidak Yakin	-0,2 – 0,2
6	Mungkin	0,4
7	Kemungkinan Besar	0,6
8	Hampir Pasti	0,8
9	Pasti	1,0

2.3 Diagnosa

Secara etimologis, diagnosa berasal dari bahasa Yunani, yaitu "*gnosis*," yang berarti ilmu pengetahuan. Sementara itu, secara terminologis, diagnosis diartikan

sebagai penentuan suatu kondisi yang menyimpang atau keadaan normal berdasarkan pemikiran dan pertimbangan ilmiah [16].

Diagnosa adalah proses untuk mengidentifikasi karakteristik penyakit atau kondisi tertentu serta membedakan satu penyakit dari yang lain. Penilaian ini dapat dilakukan melalui pemeriksaan fisik, tes laboratorium, atau metode serupa, dan juga dapat didukung oleh program komputer yang dirancang untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan [17].

2.4 Tanaman Jeruk Nipis

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan jenis tumbuhan yang termasuk dalam suku jeruk-jerukan dari *famili Rutaceae*, dan dapat ditemukan di Asia serta Amerika Tengah. Tanaman ini tergolong perdu dengan banyak dahan dan ranting, dengan tinggi yang bervariasi antara 0,5 hingga 3,5 meter. Akar jeruk nipis adalah akar tunggang, dan batangnya bersifat kayu, ulet, dan keras. Batang memiliki duri yang panjangnya sekitar 1 hingga 4 cm, berwarna coklat, berbentuk silindris, dan bercabang secara dikotom. Batang tumbuh tegak lurus, sementara cabangnya condong ke atas, dengan permukaan kulit batang berwarna tua dan kusam. Daun jeruk nipis adalah daun tunggal, dengan panjang antara 2,5 hingga 9 cm dan lebar 2 hingga 5 cm. Tulang daun menyirip, dan tangkai daun memiliki sayap sempit berwarna hijau yang berbentuk silindris dengan lebar sekitar 5 hingga 25 mm [18].

Di Indonesia jeruk nipis ini dapat hidup di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m dari permukaan laut atau lebih. Tumbuh baik di tanah alkali, di tempat-tempat yang terkena sinar matahari langsung.



Gambar 2.2 Pohon Jeruk Nipis

2.5 Hama dan Penyakit tanaman jeruk nipis

Hama dan penyakit tumbuhan adalah jenis organisme pengganggu tumbuhan (OPT), selain gulma. Serangan hama dan penyakit pada tanaman dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan dan mengancam perekonomian petani. Secara umum, hama didefinisikan sebagai segala bentuk gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan dan kerugian bagi manusia, hewan ternak, dan tanaman [19].

Tabel 2.2 Daftar hama dan penyakit jeruk nipis

No.	Hama Jeruk Nipis	Gejala	Pengendalian
1.	Rayap, jenis rayap yang menyerang belum diketahui, bagian yang diserang yaitu batang	Gejala penyakit ini disekitar tanaman ada gundukan tanah bisa meninggi atau naik lewat batang pokok. Akibatnya, batang tanaman terluka dan akarnya keropos	Untuk mengatasi penyakit ini, gali tanah disekitaran batang tanaman, setelah itu beri larutan pestisida.
2.	Kutu-kutuan, penyebabnya adalah <i>Toxoptra auranti</i> . Bagian yang diserang tanaman yang masih muda.	Gejala penyakit ini daun tanaman menjadi kaku, menggulung, dan tidak bisa berkembang.	Untuk mengatasi penyakit ini, dengan pengamatan rutin 1-2 minggu sekali. Jika ada tanda serangan semprot dengan omite, decis sebanyak 1-2 cc/liter air.

No	penyakit jeruk nipis	Gejala	Pengendalian
1.	Cypd, Penyakit ini disebabkan oleh bakteri yang dibawa oleh hama kutu loncat (<i>Diaphorina citri</i>). Bagian tanaman yang terkena serangan adalah silinder pusat (<i>phloem</i>) batang.	Gejala penyakit ini meliputi daun yang sempit dan kecil serta lancip, buah yang berukuran kecil, biji yang rusak, dan pangkal buah yang berwarna oranye.	Untuk mengatasi penyakit ini, disarankan menggunakan insektisida pada vektor dan menjaga sanitasi kebun atau area penanaman dengan baik.

2.	<i>Tristeza</i> , Penyakit ini disebabkan oleh virus <i>Citrus tristera</i> yang dibawa oleh vektor <i>Toxoptera</i> . Bagian tanaman yang terinfeksi meliputi jeruk nipis besar dan batang bawah jeruk <i>japanase citroen</i> .	Gejala yang muncul meliputi lekukan pada batang, daun yang kaku, pemucatan pada vena daun, serta pertumbuhan yang terhambat.	Pengendalian penyakit ini meliputi menjaga sanitasi kebun, menghancurkan tanaman yang terinfeksi, dan mengendalikan vektor menggunakan insektisida <i>Supracide</i> atau <i>Cascade</i> .
3.	<i>Woody gail (vein enation)</i> , Penyakit ini disebabkan oleh virus <i>Citrus vein enation</i> yang dibawa oleh vektor <i>Toxoptera citridus</i> dan <i>Aphis gossypis</i> . Bagian tanaman yang terinfeksi adalah daun jeruk nipis.	Gejala penyakit ini meliputi tonjolan tidak teratur yang muncul pada tulang daun di permukaan daun.	Untuk pengendalian, gunakan mata tempel yang bebas virus dan jaga sanitasi lingkungan.
4.	Blendok, Disebabkan oleh jamur <i>Diplodia natalensis</i> , bagian tanaman yang terinfeksi meliputi batang atau cabang jeruk nipis.	Gejalanya antara lain kulit ketiak cabang menghasilkan gom yang menarik perhatian kumbang, warna kayu jadi keabu-abuan, kulit kering dan mengelupas.	Pengendalian dilakukan dengan pemotongan cabang terinfeksi, bekas potongan diberi <i>Karbolineum</i> atau <i>fubgisida Cu</i> , dan <i>fungisida Benomyi</i> dua kali dalam setahun.
5.	Embun Tepung, Penyebab penyakit embun tepung adalah jamur <i>Odidium tingitanium</i> . Bagian yang diserang adalah daun tangkai muda.	Gejalanya adalah munculnya lapisan seperti tepung berwarna putih di daun dan tangkai daun muda. Daun mengering tetapi tidak gugur	Gunakan fungsinida untuk mengatasi penyakit in.

6.	Kudis, Penyebab penyakit kudis pada tanaman jeruk nipis adalah jamur <i>Sphadeloma fawcetti</i> . Bagian yang diserang adalah daun, tangkai atau buah.	Gejala berupa buah muda berbintil cokelat bergabus. Penyebaran lewat percikan air hujan.	Pengendalian dilakukan dengan pemangkasan tanaman secara teratur, kemudian gunakan fungisida <i>Dithiocarbamate</i> atau <i>Benomyl</i> (<i>Benla</i>)
7.	Busuk buah, Penyebab penyakit busuk buah adalah <i>Penicillium spp</i> , <i>Phytophthora citriphora</i> , dan <i>Botryodiplodia theobromae</i> . Bagian yang diserang adalah buah.	Gejalanya antara lain terdapat bercak coklat muda pada buah, dan munculnya lubang hitam pada buah yang mengakibatkan hilangnya isi buah.	Cara mengatasinya adalah hindari kerusakan mekanis, celupkan buah ke dalam air panas atau fupigis, pelihara buah dan pemangkasan bagian bawah pohon.
8.	Busuk akar dan pangkal batang, Penyebab penyakit ini adalah jamur <i>Phyrophthoranicontanae</i> . Bagian yang diserang adalah daun di bagian yang adalah akar dan pangkal batang, serta daun di bagian ujung dahan berwarna kuning.	Gejalanya antara lain tunas tidak segar dan tanaman kering.	Lakukan langkah pengendalian dengan pengolahan dan pengairan yang baik, sterilisasi tanah pada waktu penanaman, buat tinggi tempelan minimum 20 cm dari permukaan tanah.
9.	Buah Gugur Prematur, Penyebabnya adalah jamur <i>Fusarium sp.</i> , <i>Colletotrichum sp.</i> dan <i>Alternia sp.</i> Bagian yang diserang buah dan bunga.	Gejala berupa buah gugur pada dua hingga empat minggu sebelum panen, dan ranting yang kering.	Untuk mengatasi penyakit ini, gunakan fungisida <i>benomyl</i> .
10.	Jamur Upas, Penyebabnya adalah jamur <i>Upasia salmonicolor</i> . Bagian yang diserang adalah	Gejala penyakit ini berupa, Cabang dan ranting seperti dilapisi benang-benang mengkilat seperti sarang lama-laba. Cendawan	Untuk mengatasi penyakit ini, kupas kulit yang terinfeksi dan oleskan fungisida

	batang tanaman.	masuk ke dalam kulit yang dilapisi benang tersebut. Kulit membusuk dan daun rontok, kemudian ranting mati.	<i>carbolineum</i> , kemudian patong cabang yang terinfeksi.
11.	Kanker, Penyebabnya adalah jamur <i>Upasia salmonicolor</i> . Bagian yang diserang adalah batang tanaman.	Gejala penyakit ini antara lain terjadi retakan melintang pada batang, keluarnya gom, serta batang kering dan sulit dikelupas	Untuk mengatasi penyakit ini, kupas kulit yang terinfeksi dan oleskan <i>fungisida carbolineum</i> , kemudian patong cabang yang terinfeksi.
12.	Bercak coklat, penyebabnya yaitu jamur <i>Gloeosporium limetticolum clausen</i> , bagian yang diserang yaitu daun.	Gejala penyakit ini adalah bercak kian lama kian membesar dan menyebar dan daun rontok tiada henti.	Untuk mengatasi penyakit ini dengan tanaman diisolasi, daun yang diserang dipetik dan dibakar dan lakukan penyemprotan dengan benlate sebanyak 1-2 cc/liter air.
13.	Antraknosa, bagian yang diserang yaitu ranting dan menjalar ke pangkal batang dan buah	Gejala penyakit ini mati ranting dari ujung menjalar ke pangkal, bercak coklat lalu menjadi hitam pada permukaan buah, bercak pada buah mencengkung, mengeras, kering dan bitnik-bintik hitam.	Untuk mengatasi penyakit ini dengan jauhkan dengan tanaman inang seperti bawang dan sebagainya, bagian yang diserang dibakar, perhatikan kondisi pengairan, kesuburan, dan semprot dengan Fungisida.

Terdapat 41 gejala yang terdapat pada tanaman jeruk nipis [20].

Tabel 2.3 Daftar Gejala

No.	Gejala
01	Daun sempit
02	Daun kecil lancip
03	Buah berukuran kecil
04	Biji rusak
05	Pangkal buah berwarna orange
06	Lekukan batang tidak normal
07	Daun kaku
08	Pemucatan pada vena daun
09	Pertumbuhan yang terhambat
10	Tonjolan yang tidak teratur pada tulang daun
11	Kulit ketiak cabang menghasilkan gom yang menarik perhatian kumbang
12	Warna kayu jadi keabu abuan
13	Kulit pada batang kering dan mengelupas
14	Muncul lapisan seperti tepung diatas daun
15	Daun mengering tetapi tidak gugur
16	Buah muda berbintik coklat bergabus
17	Penyebaran lewat percikan air hujan
18	Bercak coklat muda pada buah
19	Lubang hitam pada buah mengakibatkan hilangnya isian buah
20	Tunas tidak segar
21	Tanaman mengering
22	Buah gugur sebelum panen
23	Ranting kering
24	Cabang dan ranting seperti dilapisi benang-benang mengkilat seperti sarang laba-laba
25	Cendawan masuk ke dalam kulit yang dilapisi benang
26	Kulit membusuk
27	Daun rontok
28	Ranting mati
29	Retakan melintang pada batang
30	Keluarnya gom
31	Batang kering dan sulit dikelupas
32	Gundukan tanah meninggi naik lewat batang pokok
33	Batang tanaman terluka
34	Akar keropos
35	Daun tanaman menjadi kaku

36	Daun menggulung dan tidak bisa berkembang
37	Bercak kian lama kian membesar
38	Daun rontok tiada henti
39	Ranting mati dari ujung hingga ke pangkal
40	Bercak coklat lalu menghitam pada permukaan buah
41	Bercak pada buah mencengkung, mengeras, kering, dan bitnik-bintik hitam

2.6 Aplikasi Berbasis Web

Aplikasi berbasis *web* adalah program yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman seperti *HTML*, *PHP*, *CSS*, dan *JavaScript*, yang memerlukan *server web* dan *browser* untuk dapat dijalankan, seperti *Chrome*, *Firefox*, *Opera*, *Internet Explorer*, atau *Microsoft Edge*. Aplikasi ini dapat beroperasi baik di jaringan lokal (LAN) maupun di internet. Salah satu ciri utama dari aplikasi *web* adalah data yang terpusat dan kemudahan akses, yang menjadikannya lebih populer dan lebih mudah diterapkan di berbagai aspek kehidupan.

Website adalah suatu platform yang terdiri dari banyak halaman yang terhubung satu sama lain melalui *hyperlink*. Fungsinya adalah untuk menyajikan informasi dalam bentuk teks, gambar, video, suara, animasi, atau kombinasi dari semuanya. Ciri utama dari website adalah adanya halaman-halaman yang saling terkait, dilengkapi dengan domain sebagai alamat (*URL*) dan *World Wide Web* (*www*), serta hosting yang berfungsi sebagai media penyimpanan data [21].

Keuntungan terbesar menerapkan penggunaan aplikasi *web* adalah dalam aplikasi ini tidak membutuhkan memori yang banyak, yang mana Pengguna bisa

mengakses aplikasi *web* dari perangkat apa pun yang dapat terhubung ke jaringan Internet [22].

2.7 XAMPP

Menurut Adi Baskoro, *XAMPP* adalah perangkat lunak server yang dapat berjalan di berbagai sistem operasi, termasuk *Windows*, *Apple*, dan *Linux*. Dengan *XAMPP*, aplikasi *website* atau CMS seperti *Joomla*, *Drupal*, dan *WordPress* dapat dijalankan. *XAMPP* merupakan perangkat lunak server web Apache yang dilengkapi dengan server *MySQL* dan didukung oleh bahasa pemrograman PHP untuk membuat *website* yang dinamis. *XAMPP* mendukung dua sistem operasi, yaitu *Windows* dan *Linux*. Pada *Linux*, proses instalasinya dilakukan melalui *command line*, sementara di *Windows*, instalasi menggunakan antarmuka grafis, yang membuatnya lebih mudah. Di dalam *XAMPP* terdapat tiga komponen utama, yaitu server web Apache, PHP, dan *MySQL* [23].

2.8 Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menerjemahkan kode program menjadi kode mesin yang dapat dipahami oleh komputer, beroperasi di sisi server dan dapat ditambahkan ke *HTML*. *PHP* dirancang untuk membuat *website* dinamis yang dapat berinteraksi dengan pengunjung. Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *PHP* adalah bahasa pemrograman yang mengolah basis data dan konten *website*, sehingga memungkinkan pembuatan *website* yang bersifat dinamis, dan *PHP* dapat dikombinasikan dengan *HTML*. *PHP* diciptakan oleh Rasmus Lerdorf pertama kali tahun 1994 [24].

2.9 *MySQL*

MySQL adalah alat *Database Management System* (DBMS) yang bersifat *open source*, mendukung *multiuser*, *multithreaded*, dan dikenal luas, serta gratis. Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *SQL* adalah bahasa yang digunakan untuk melakukan permintaan terhadap database tertentu, di mana subbahasa ini dapat digunakan untuk membuat dan memanipulasi data di dalam database. *SQL* berfungsi untuk menjalankan berbagai tugas, termasuk memperbarui database, yang berkaitan dengan konsep *Relational Database Management System* (RDBMS) [25].

MySQL adalah salah satu jenis database yang umum digunakan untuk mengembangkan aplikasi *web* yang dinamis. *MySQL* merupakan bagian dari *RDBMS* (*Relational Database Management System*). Database ini mendukung bahasa pemrograman *PHP* dan memiliki *query* atau bahasa *SQL* (*Structured Query Language*) yang sederhana, serta menggunakan karakter pelarian yang sama dengan *PHP* [26].

2.10 *UML (Unified Modeling Language)*

Menurut Andre Raharjo, *UML* adalah singkatan dari "*Unified Modeling Language*," yang merupakan metode pemodelan visual untuk merancang sistem berorientasi objek. Definisi *UML* juga mencakup penggunaannya sebagai bahasa standar untuk visualisasi, perancangan, dan pendokumentasian sistem perangkat lunak [27].

UML adalah standar penulisan atau semacam *Blue Print* yang mencakup proses bisnis dan penulisan kelas-kelas dalam bahasa tertentu. Ada beberapa diagram *UML* yang umum digunakan dalam pengembangan sistem, yaitu [28]:

1. *Use Case Diagram*

Use Case Diagram Merupakan gambaran dari fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem, dan mempresentasikan sebuah interaksi antara aktor dan sistem. Di Dalam *Use Case* terdapat aktor yang merupakan sebuah gambaran entitas dari manusia atau sebuah sistem yang melakukan pekerjaan di sistem.

2. *Activity Diagram*

Activity Diagram Merupakan gambaran alir dari aktivitas - aktivitas di dalam sistem yang berjalan.

3. *Sequence Diagram*

Sequence Diagram Menggambarkan interaksi antar objek di dalam dan di sekitar sistem yang berupa message yang digambarkan terhadap waktu.

4. *Class Diagram*

Class Diagram Merupakan gambaran struktur dan deskripsi dari *class*, *package*, dan objek yang saling berhubungan seperti diantaranya pewarisan, asosiasi, dan lainnya.

2.11 *Database*

Database atau basis data adalah sekumpulan informasi yang tersimpan secara sistematis dalam komputer, sehingga dapat diakses melalui program komputer untuk memperoleh informasi dari data tersebut. Basis data terdiri dari kumpulan data yang berasal dari berkas-berkas yang saling terkait. Dalam komputer, basis data disimpan di perangkat penyimpanan dan dimanipulasi untuk tujuan tertentu. Basis data adalah sistem perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk mendefinisikan,

membuat, memelihara, dan menyediakan akses ke dalam database. Terdapat berbagai teknologi yang digunakan, seperti *MySQL*, *SQL*, dan lainnya [29].

2.12 Metode Pengembangan Sistem

Tuntutan keberadaan sistem informasi yang semakin baik adalah akibat adanya tuntutan perkembangan perusahaan, perkembangan teknologi, kebijakan pemerintah, perubahan prosedur serta tuntutan kebutuhan informasi. Pengembangan sistem Informasi sering disebut sebagai proses pengembangan sistem (*system development*). Pengembangan sistem informasi didefinisikan sebagai aktivitas untuk menghasilkan sistem informasi berbasis komputer untuk menyelesaikan persoalan organisasi atau memanfaatkan kesempatan (*opportunities*) yang timbul. Pengembangan sistem dapat berarti menyusun sistem yang baru untuk menggantikan sistem lama secara keseluruhan atau memperbaiki sistem yang telah ada, hal itu dilakukan karena sistem sebelumnya memiliki masalah, tidak efisiennya operasi, dan lain sebagainya [30].

2.13 Penelitian Terkait

Tabel 2.4 Penelitian Terkait

NO	Penulisan Dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	(Rizki Nurrahman Bugis, 2019)	Sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman kelapa menggunakan metode <i>certainty factor</i> berbasis <i>website</i>	<i>Certainty Factor</i>	Dari beberapa tahapan pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa hasil 1. Secara fungsi, semua fungsi yang ada pada <i>website</i> sudah bisa berjalan. 2. Sistem pakar ini dapat membantu dalam pemberian pengetahuan tentang penyakit dan hama beserta gejala pada tanaman kelapa.

2.	(Ilham Chaidir Lubis, Nur Yanti Lumban Gaol, Kartika Sari, 2023)	Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman <i>Citrus Aurantifolia</i> (Jeruk Nipis) Menggunakan Metode <i>Teorema Bayes</i>	<i>Teorema Bayes</i>	<p>Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode <i>Teorema Bayes</i>, berdasarkan gejala yang dialami tersebut, maka dapat disimpulkan nilai tertinggi dari perhitungan yang telah dilakukan adalah tanaman terdiagnosa penyakit P03 yaitu penyakit Blendok dengan nilai 0,776 serta tingkat persentase sebesar 77,6 %. Adapun solusi yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan sanitasi lahan 2. Memusnahkan tanaman yang terinfeksi dan terdapat seperti serbuk putih pada tanaman 3. mengurangi kelembapan di sekitar tanaman jeruk dengan cara mengatur jarak tanam dan drainase yang baik 4. membuang bagian tanaman jeruk yang terserang penyakit menyemprot dengan fungisida yang mengandung belerang.
3.	(Murti Jaimah, Adi Suwondo, Dimas Prasetyo Utomo, 2023)	Metode <i>certainty factor</i> pada sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jeruk lemon berbasis <i>web</i> di desa banyukembar wonosobo	<i>certainty factor</i>	<p>Berdasarkan hasil penambahan pada sistem pakar metode <i>certainty factor</i> untuk diagnosa penyakit tanaman lemon berbasis <i>web</i> maka diambil hasil sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Website</i> sistem pakar sudah berjalan dengan menggunakan metode <i>certainty factor</i> untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jeruk lemon. 2. Pengguna dapat melakukan konsultasi penyakit dengan memilih nilai sesuai nilai <i>certainty factor</i> yang telah diberikan dan akan diproses bersama <i>certainty factor</i> dari pakar. 3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan 11 sampel dilakukan perhitungan sistem dan

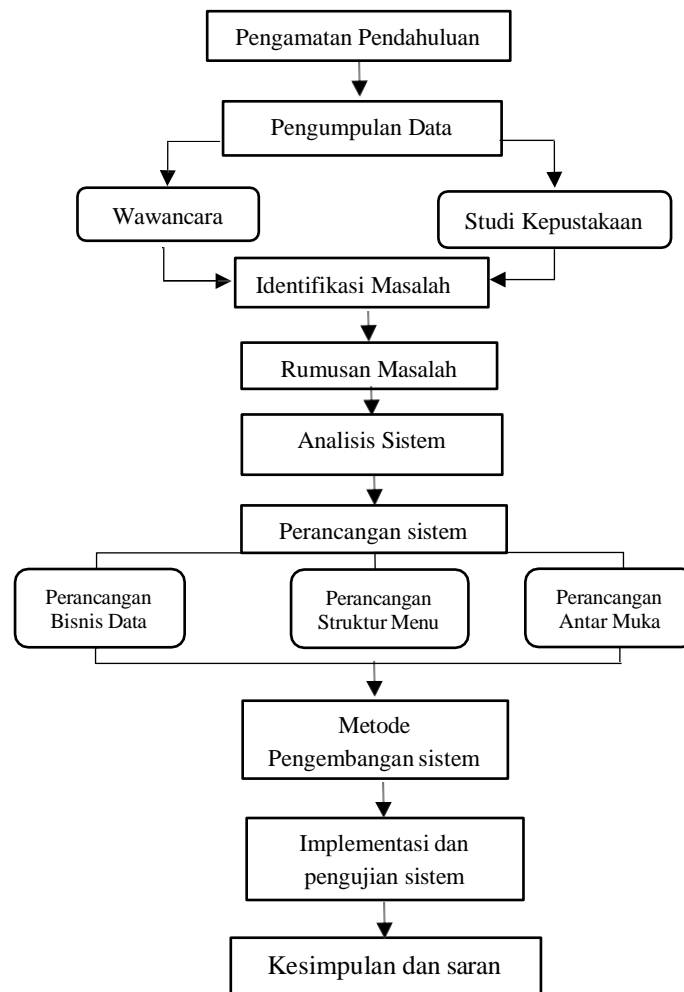
				perhitungan manual menghasilkan hasil yang sesuai.
4.	(Suyono, Rina Wati, Tri Susilowati, 2020)	Sistem pakar diagnosa penyakit dan hama pada tanaman jeruk nipis menggunakan metode <i>forward dan backward chaining</i> berbasis <i>visual basic 6.0</i>	<i>forward dan backward chaining</i> berbasis <i>visual basic 6.0</i>	Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan, maka penulis menarik kesimpulan dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Adapun hasil yang dapat diambil adalah sebagai berikut: 1. Penelitian ini Menghasilkan diagnosa penyakit dan hama pada tanaman jeruk nipis dengan mendiagnosa kriteria-kriteria yang dipilih. 2. Penelitian ini juga menghasilkan suatu program aplikasi untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman jeruk nipis menggunakan Pemrograman <i>Visual Basic 6.0</i> .
5.	(Dila Adellia, Alda Cendekia Siregar, Syarifah Putri Alkadri, 2022)	Penerapan Metode <i>Certainty Factor</i> pada Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Tomat	<i>Certainty Factor</i>	Berdasarkan hasil penelitian, perancangan hingga implementasi diperoleh kesimpulan bahwa sistem pakar untuk Diagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Tomat berhasil dikembangkan menggunakan bahasa pemograman <i>PHP</i> dan <i>database MySQL</i> dengan metode perhitungan <i>Certainty Factor</i> . Dalam <i>website</i> sistem pakar tanaman tomat ini, terdapat beberapa menu halaman serta informasi untuk pihak pengguna <i>website</i> dalam melakukan diagnosa tanpa melakukan <i>login</i> . Selain itu, terdapat informasi penyakit serta informasi pakar yang terlibat dalam perancangan sistem ini. Kemudian, pada sistem pakar tanaman tomat ini terdapat halaman <i>dashboard</i> agar mempermudah pakar dan <i>administrator</i> dalam mengelola data yang terdapat pada sistem. Pada pengujian akurasi sistem pakar tanaman tomat digunakan

				20 data kasus lapangan diperoleh hasil 18 data kasus benar dan 2 data kasus salah, sehingga tingkat akurasi dan nilai keberhasilan sistem sebesar 90%.
--	--	--	--	--

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan tahapan yang berhubungan. Tahapan-tahapan tersebut dijabarkan dalam metode penelitian. Metode penelitian diuraikan kedalam bentuk skema yang jelas, teratur, dan sistematis. Berikut tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Struktur Sistem Pakar

Dalam metodologi penelitian dijabarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Metodologi penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang terkait secara sistematis. Tahapan ini diperlukan untuk memudahkan dalam melakukan penelitian. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

3.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan penelitian dan pembuatan sistem, yaitu dengan :

1. Wawancara

Melakukan wawancara secara langsung kepada pihak pembudidaya tanaman jeruk nipis, sehingga diketahui kendala apa saja yang dihadapi dalam melakukan pebudidaya tanaman jeruk nipis.

2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan dengan cara mempelajari jurnal-jurnal dan artikel-artikel di internet yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas.

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengamati masalah yang terjadi pada Petani jeruk nipis yang sering menghadapi berbagai masalah yang dapat mempengaruhi produktivitas dan kualitas hasil panen. Berikut adalah beberapa masalah umum yang sering dialami:

1. Petani tidak mengetahui jenis penyakit yang menyerang tanaman jeruk nipis
2. Petani tidak mengetahui gejala penyakit tanaman jeruk nipis

3. Petani tidak memahami cara mendeteksi penyakit tanaman jeruk nipis
4. Tanaman jeruk nipis tidak berkembang dengan baik
5. Kurangnya pengetahuan petani tentang cara menanggulangi penyakit jeruk nipis
6. Harga pasar yang tidak stabil
7. Produksi massal dari petani lain
8. Perubahan iklim
9. Kurangnya akses ke teknologi untuk memiliki akses informasi terkini tentang teknik budidaya jeruk nipis
10. Irigasi yang tidak memadai dapat mengganggu pertumbuhan tanaman

3.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil dari tahapan identifikasi masalah sebelumnya, maka tahapan selanjutnya adalah perumusan masalah. Pada tahapan perumusan masalah akan dirumuskan masalah yang dianggap sebagai penelitian dalam skripsi ini. Maka perlu dibuat sebuah sistem. Sistem tersebut ditujukan untuk membantu para pembudidaya tanaman jeruk nipis dalam mengidentifikasi hama dan penyakit yang menyerang tanaman jeruk nipis para pembudidaya tersebut, serta memberikan solusi perawatannya.

3.4 Analisa Sistem

Analisa permasalahan berkaitan dengan mengidentifikasi kebutuhan dalam suatu penelitian. Analisa dapat terbagi lagi atas beberapa tahapan, antara lain sebagai berikut :

3.4.1 Analisa Metode *Certainty Factor*

Didalam tahapan analisa metode *certainty factor* ini adalah memahami cara perhitungan manual metode *certainty factor* yang berkaitan dengan kasus yang akan diteliti dan apa saja data yang akan dibutuhkan oleh peneliti untuk memecahkan masalah kasus penyakit pada tanaman jeruk nipis ini menurut kategorinya masing-masing. *Certainty factor* merupakan yang berfungsi sebagai alat pengambil keputusan dalam memecahkan suatu masalah ketidakpastian. Metode ini sangat membantu dalam menghitung suatu peluang dengan rumus yang lebih sederhana dari metode lain.

3.4.2 Analisa Sistem Lama

Analisa sistem lama diperlukan untuk mengetahui prosedur-prosedur awal dalam kasus yang sedang diteliti, agar dapat dibuatkan sistem baru yang diharapkan akan menyempurnakan sistem lama. Pada sistem lama proses mendeteksi hama atau penyakit pada tanaman jeruk nipis, maka yang dilakukan petani adalah dengan datang langsung bertatap muka dengan pakar kemudian pakar akan menanyakan gejala-gejala yang timbul pada tanaman jeruk nipis dan kemudian pakar dapat menganalisa penyakit atau hama apa yang menyerang tanaman jeruk nipis. Dalam sistem tersebut memiliki suatu kelemahan dimana petani harus datang menemui pakar tanaman buah untuk berkonsultasi tentang penyebab terdapatnya hama atau penyakit pada tanaman jeruk nipis, dan petani juga harus menyiapkan atau mengeluarkan biaya lebih dalam berkonsultasi tentang penyakit pada tanaman kurma dan belum tentu juga dapat bertemu dengan pakar ketika langsung ke tempat kerja atau tempat praktek sang pakar.

3.4.3 Analisa Sistem Baru

Setelah menganalisa sistem lama, maka tahapan selanjutnya dengan menganalisa sistem yang baru. Analisa dalam pembuatan sistem ini menggunakan metode *certainty factor* serta penggunaan *unified modelling language (UML)* untuk menganalisa kebutuhan sistem. Data-data yang dibutuhkan untuk memulai pembuatan sistem ini dimasukkan kedalam analisa data sistem aplikasi dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman jeruk nipis yang hendak dikembangkan.

3.5 Perancangan Sistem

Setelah melakukan analisa, maka kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem berdasarkan analisa permasalahan yang telah dilakukan sebelumnya.

3.5.1 Perancangan Basis Data

Setelah melakukan analisis sistem yang akan dibuat, tahap berikutnya adalah analisis dan perancangan basis data, yang dilakukan untuk melengkapi bagian sistem.

3.5.2 Perancangan Struktur Menu

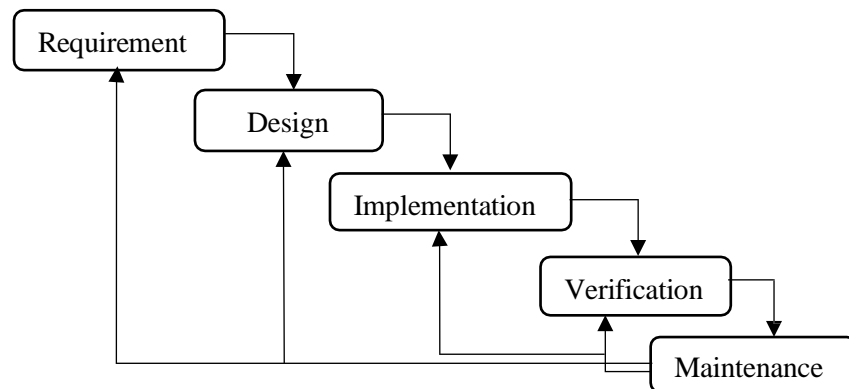
Rancangan struktur menu diperlukan untuk memberikan gambaran terhadap menu-menu atau fitur pada sistem yang akan dibangun.

3.5.3 Perancangan Antar Muka (*interface*)

Untuk membuat sistem berinteraksi dengan penggunanya, antar muka harus dirancang. Hal terpenting saat merancang antarmuka adalah membuat tampilannya menarik dan mudah dipahami oleh pengguna.

3.6 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *waterfall* dalam pengembangan perangkat lunak. Metode *waterfall* adalah suatu teknik pengembangan perangkat lunak yang terdiri dari serangkaian tahapan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Setiap tahap dalam metode ini harus diselesaikan sebelum memasuki tahap berikutnya, sehingga menghasilkan aliran pengembangan yang terstruktur dan berurutan [31].



Gambar 3.2 Metode Waterfall

Pada gambar diatas dijelaskan tahap-tahapan dalam pengembangan perangkat lunak dengan metode *waterfall*, tahapan-tahapan tersebut antara lain :

1. Analisa Kebutuhan (*Requirement*) tahap analisis kebutuhan adalah tahap awal dalam pengembangan sistem yang bertujuan untuk memahami dan menetapkan kebutuhan pengguna sistem. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan informasi tentang masalah yang ingin dipecahkan oleh sistem dan kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem yang akan dikembangkan serta gambaran dari sistem yang berjalan saat ini.

2. Perancangan (*Design*) Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Tahapan perancangan sangat penting dalam pengembangan sistem karena hasil dari tahapan ini akan menjadi dasar tahapan implementasi dan pengujian sistem.
3. Implementasi (*Implementation*) Pada tahap ini dilakukan proses implementasi hasil dari perancangan sistem pada tahapan sebelumnya ke dalam bentuk sebuah sistem yang siap digunakan. Pada tahap implementasi melibatkan *coding* menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan penggunaan *framework Bootstrap* untuk mengimplementasikan antarmuka pengguna sistem.
4. Pengujian (*Verification/Testing*) Setelah sistem selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dibangun berjalan dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Tahap pengujian terdiri dari beberapa jenis pengujian, antara lain pengujian *blackbox*, pengujian *lighthouse*, dan pengujian akurasi sistem pakar.
5. Pemeliharaan (*Maintenance*) Setelah sistem berhasil diimplementasikan dan diuji, tahap selanjutnya adalah pemeliharaan. Pemeliharaan ini dilakukan untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik dan dapat mengatasi masalah yang muncul. Tahap pemeliharaan terdiri dari beberapa kegiatan, antara lain melakukan perbaikan bug atau kesalahan pada sistem, melakukan *upgrade* pada sistem dengan menambahkan fitur baru atau memperbaiki yang sudah ada.

3.7 Implementasi Sistem

3.7.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan suatu konversi dari desain sistem yang telah dirancang kedalam sebuah program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP* berbasis website dengan database *MySQL*. Adapun fungsi-fungsi perancangan Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Pada Tanaman jeruk nipis menggunakan Metode *Certainty Factor* ini adalah Input data, penyimpanan data, pengubahan data, penghapusan data, pengolahan data, pembuatan laporan yang dibutuhkan dan batasan wewenang atau otorisasi yang jelas kepada pemakai program aplikasi.

3.7.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan cara menggunakan *Black Box* dan *User Acceptance Test*. Pada *Black Box* pengujian program aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Pada Tanaman jeruk nipis menggunakan Metode *Certainty Factor* ini berfokus pada perangkat lunak untuk mendapatkan serangkaian kondisi input yang seluruhnya menggunakan persyaratan fungsional dalam suatu program. Pengujian ini diuji cobakan kepada *user*, dan diberikan angket yang didalamnya berisi pertanyaan seputar Skripsi. Tujuan diberi angket kepada *user* adalah untuk mengetahui apakah Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Pada Tanaman jeruk nipis menggunakan Metode *Certainty Factor* sudah disetujui oleh Pembudidaya dan sesuai dengan tujuannya. Apabila terjadi *error* atau tidak sesuai dengan tujuan yang akan dicapai

maka dilakukan penganalisaan sistem kembali hingga tidak ditemukan adanya *error*, dan jika tidak ada *error* maka akan dilakukan proses selanjutnya.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir adalah menarik kesimpulan dari hasil penelitian terkait penggunaan metode *Certainty Factor* pada aplikasi Sistem Pakar. Pada tahapan ini juga berisikan saran peneliti bagi pembaca untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian ini kedepannya.