

**SISTEM PAKAR DIAGNOSIS HAMA DAN PENYAKIT PADA
TANAMAN KOPI MENGGUNAKAN METODE *BREADTH FIRST
SEARCH* (BFS) BERBASIS *WEB***

(Skripsi)

Oleh

SITI ROSDIANA



**JURUSAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF PESTS AND DISEASES IN COFFEE PLANTS USING THE BREADTH FIRST SEARCH (BFS) METHOD BASED ON WEB

BY

SITI ROSDIANA

There are several factors that causes low quality and productivity of coffee in Indonesia, pests and diseases are considered two of the main reason of this. Most coffee farmers in Indonesia, particular province of Lampung are undereducated farmers.they still use traditional practises to identify pests and diseases. Using an expert system, we hope farmers can accurately diagnose coffee pests and diseases. The main of this research in to develop a web based expert system to diagnose coffee pest and diseases. To identify the pests and diseases Breadth First Search (BFS) was implemented in this expert system. The data consist of 5 pests, 5 diseases, 28 symptoms of pest and diseases they cause on coffee plantation. Certainty factor is used in this system to weight the value of the symptoms. this values was initially given by the expert and the user. The certainty factor is used to calculate the accuracy hope of the diagnosis. To test this system, 30 user that was classified three groups (the coffe expert, Farmers and agriculture students and computer science students) were asked to evaluate this system using questionnaires. Based on the quesioners they stated this system runs well, first groups (75.56%), second groups (73.78%) and third groups (83.39%).

Keywords: *Breadth First Search, Certainty Factor, Coffee, Expert System.*

ABSTRAK

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS HAMA DAN PENYAKIT PADA TANAMAN KOPI MENGGUNAKAN METODE *BREADTH FIRST SEARCH (BFS)* BERBASIS *WEB*

OLEH

SITI ROSDIANA

Ada beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya kualitas dan produktivitas kopi di Indonesia, alasan utama permasalahan ini adalah adanya gangguan dari hama dan penyakit. Sebagian besar petani kopi di Indonesia, khususnya di Provinsi Lampung adalah petani kopi yang tidak berpendidikan. Para petani masih menggunakan cara tradisional dalam mengidentifikasi serangan hama dan penyakit. Dengan menggunakan sistem pakar diharapkan petani dapat melakukan diagnosis terhadap hama dan penyakit kopi secara akurat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah membangun sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis hama dan penyakit kopi. Dalam sistem pakar ini *Breadth First Search* digunakan untuk mengidentifikasi hama dan penyakit. Data yang dibutuhkan terdiri dari 5 hama, 5 penyakit, 28 gejala yang disebabkan oleh hama dan penyakit pada perkebunan kopi. Dalam sistem ini *Certainty Factor* digunakan untuk menentukan bobot nilai dari setiap gejala. Bobot nilai pada setiap gejala berasal dari pakar dan pengguna. *Certainty Factor* digunakan untuk menghitung akurasi dari diagnosis yang dilakukan. dalam menguji sistem ini, berdasarkan 30 pengguna yang dibagi menjadi 3 kelompok (pakar kopi, petani & mahasiswa pertanian dan mahasiswa ilmu komputer). Penggunaan diminta untuk mengevaluasi sistem menggunakan kuesioner yang diberikan. Berdasarkan kuesioner yang diberikan, pengguna menyatakan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Kelompok pertama (75.56%), kelompok kedua (73,78%) dan kelompok ketiga (83.39%).

Kata Kunci: *Breadth First Search*, *Certainty Factor*, Kopi, Sistem Pakar.

**SISTEM PAKAR DIAGNOSIS HAMA DAN PENYAKIT PADA
TANAMAN KOPI MENGGUNAKAN METODE *BREADTH FIRST
SEARCH* (BFS) BERBASIS *WEB***

Oleh

SITI ROSDIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER**

Pada

Jurusan Ilmu Komputer



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **SISTEM PAKAR DIAGNOSIS HAMA DAN
PENYAKIT PADA TANAMAN KOPI
MENGUNAKAN METODE *BREADTH
FIRST SEARCH (BFS)* BERBASIS *WEB***

Nama Mahasiswa : **Siti Rosdiana**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1517051005

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc.
NIP 19710129 199702 1 001

Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc.
NIP 19600119 198403 1 003

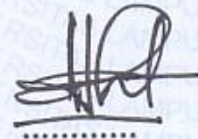
2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc.
NIP 19640616 198902 1 001

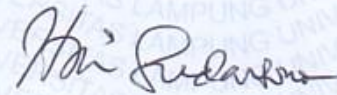
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

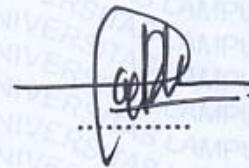
Ketua : Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc.



Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Suratman, M.Sc.
NIP 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 02 Agustus 2019

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Pada Tanaman Kopi Menggunakan Metode *Breadth First Search* (BFS) Berbasis *Web***" merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya terima.



Bandar Lampung, 02 Agustus 2019

Saya Menyatakan,

Siti Rosdiana

NPM. 1517051005

Riwayat Hidup



Penulis dilahirkan pada tanggal 20 April 1996 di Fajar Bulan, Kec. Way Tenong, Kab.Lampung Barat, sebagai anak ke-2 dengan Ayah bernama Endi dan Ibu bernama Sanih.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di RA Al-irsyad Darussalam pada Tahun 2003, menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di MI Al-irsyad Darussalam pada tahun 2009, menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Way Tenong pada tahun 2012, kemudian melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Negeri 1 Way Tenong dan lulus pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Adapun kegiatan yang dilakukan penulis selama menjadi mahasiswa antara lain:

1. Aktif sebagai Anggota Baru Computer Science (Abacus) pada tahun 2015/2016.
2. Pernah mengikuti Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Batu Tegi, Kec. Air Nanningan, Kab. Tanggamus pada Januari tahun 2016.

3. Aktif sebagai Anggota Bidang (Abid) Internal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer (HIMAKOM) Universitas Lampung pada tahun 2016/2017.
4. Aktif sebagai Sekretaris Bidang (Sekbid) Internal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer (HIMAKOM) Universitas Lampung pada tahun 2017/2018.
5. Melaksanakan kegiatan Kerja Praktik (KP) di Kantor Kecamatan Way Tenong Lampung Barat pada bulan Januari 2018.
6. Mendapatkan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) pada tahun 2018.
7. Melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Kebangsaan di Desa Rejo Sari, Kec. Ulubelu, Kab. Tanggamus pada bulan Juli sampai Agustus 2018.

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadiran Allah SWT,
Ku persembahkan karya kecilku ini untuk orang-orang yang berharga dalam
hidupku.

Teruntuk bapak dan emi yang kucintai, terimakasih untuk setiap kasih sayang, perhatian, cinta, pengorbanan, usaha, dukungan moril maupun materi, motivasi dan doa yang tiada hentinya untuk kesuksesanku. Emiku yang hebat, emiku yang luar biasa, terimakasih telah menjadi emi yang begitu mencintaiku.

Teruntuk kakakku yang kusayangi, Endang Irawan (Aa), Winarti (Mbak) dan adikku yang kusayangi Ernawati (Dede) yang selalu memberi semangat, dukungan, doa serta kasih sayang yang begitu besar dan menjadi salah satu alasan untukku bertahan dan terus berjuang selama ini.

Teruntuk keluarga besarku, terimakasih untuk segala doa dan dukungan yang telah kalian berikan.

Teruntuk teman-teman dan sahabatku, terimakasih untuk setiap canda tawa, kebahagiaan, nasehat, pengalaman, bantuan dan warna-warni kehidupan.
Terimakasih sudah menjadi bagian dari kehidupanku

Keluarga besar Ilmu Komputer dan Classic A 2015, serta almamater tercinta,
Universitas Lampung

MOTTO

Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Kuperkenankan bagimu.”

(Q.S. Al-Insyirah:6)

*“..Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu,
dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu.*

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(Q.S Al-Baqarah:216)

“Tersenyumlah, InsyaAllah semua akan baik-baik saja“

(Siti Rosdiana)

SANWACANA

Assalamualaikum wr. wb

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat hidayah, kesehatan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sistem pakar Diagnosis Hama dan Penyakit pada Tanaman Kopi Menggunakan Metode Breadth First Search Berbasis Web” dengan baik.

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam penyusunan skripsi ini, seperti antara lain:

1. Kedua orang tua yaitu bapak dan emi, beserta keluarga kecilku yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan motivasi.
2. Keluarga besar Abah Sakri dan Bapak Imin tercinta, yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang.
3. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. sebagai pembimbing utama yang telah membimbing, memotivasi, memberikan ide, masukan dan saran selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc. sebagai pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberikan bantuan, ide, masukan dan saran selama penyusunan skripsi.

5. Bapak Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D. sebagai pembahas, yang telah memberikan komentar, masukan dan saran yang bermanfaat untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
8. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak Febi Eka Febriansyah, M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing, memotivasi, dan mendukung sehingga penulis memiliki target dalam setiap menyelesaikan sesuatu.
10. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengalaman hidup selama penulis menjadi mahasiswa.
11. Ibu Ade Nora Maela yang telah membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
12. Mas Nofal yang selalu memberikan tempat untuk melaksanakan seminar dan mengerjakan skripsi.
13. Keluarga K-TEAM Titik Zulaiha, Eliza Fitri, Silviyah, Asti Cahyani, Innas Shoffa Uzzahro, Aatiin Anissasari, Fernetdi Angger Saputra, dan Afan Darmaji, yang selalu menyayangiku.
14. Keluarga Julidku Revi Novita, Indrianti dan Titik Z.g terimakasih untuk canda tawa yang selalu kalian hadirkan.

15. Sahabatku Raka Nurpandi, Adji Pangestu, Egidiah Amalia, Putri Pertama sari(Puri), Novenda, Eni Ayu Lestari, dan Afi, yang selalu membantu dan memberikan semangat.
16. Teman kecilku Siti Maryamah, Erina Ahmad, Dania Puspitasari, Indah handayani, Ela Liawati, Arnah Hamidah dan Siti Rohani yang selalu memberi semangat dan doa dari kejauhan.
17. Teteuku tersayang Siti Rokayah terimakasih karena selalu ada disampingku dari kecil sampai sekarang.
18. Teman skripsiku Ayu Amalia si anak kecil yang selalu bersama-sama dalam melakukan semua hal.
19. Keluarga besar Kuliah Kerja Nyata (KKN) Kebangsaan STNK, Mentari, Mba Rin, Valen, Haris dan Mas Delli, terimakasih untuk 30 Hari yang berharga
20. Keluarga besar Classic A dan teman angkatan 2015, terimakasih untuk dukungan dan kebersamaannya selama ini.
21. Keluarga Pimpinan Himakom 2017 yang telah memberikan pengalaman
22. Almamater Tercinta, Universitas Lampung yang telah memberikan penulis kesempatan untuk menempuh pendidikan perkuliahan S1.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2019
Penulis,

Siti Rosdiana
NPM. 1517051005

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Ruang Lingkup	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Kopi.....	5
2.2 Jenis-Jenis Kopi	6
2.3 Penyakit Tanaman Kopi.....	7
2.4 Hama Tanaman Kopi	13
2.5 Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligent</i>).....	18
2.6. Sistem Pakar	19
2.7. <i>Breadth First Search Algorithm</i>	21
2.8. <i>PHP (Hypertext Preprocessor)</i>	22
2.9. <i>MYSQL (My Structure Query Language)</i>	22
2.10. <i>Certainty factor</i>	23

2.11.	Pengujian	25
2.11.1.	<i>Black Box Testing</i>	25
2.11.2.	Skala Likert	26
III.	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.2	Alat Pendukung.....	28
3.1	Tahapan Penelitian.....	29
3.3.1	Studi Literatur	29
3.3.2	Pengumpulan Data	30
3.3.3	Perancangan Sistem	30
3.3.3.1	Rancangan Antarmuka (<i>Interface</i>)	31
3.3.3.2	Penerapan Metode <i>Breadth First Search</i>	36
3.3.3.3	Pembobotan Nilai	36
3.3.4	Implementasi	37
3.3.5	Pengujian.....	37
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Analisi Kebutuhan Data.....	39
4.2	Representasi Pengetahuan.....	41
4.3	Implementasi Sistem.....	42
4.3.1	Perhitungan <i>Certainty factor</i>	42
4.3.2	Penerapan <i>Breadth First Search</i>	45
4.3.3	Tampilan Sistem Pakar	53
4.4	Pengujian Sistem.....	61
4.4.1	Pengujian fungsional.....	61
4.4.2	Pengujian Kepakaran	64
4.4.3	Evaluasi Sistem oleh Pengguna	67
4.4.4	Analisa Hasil Kuesioner.....	71

V. KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	
LAMPIRAN 3	
LAMPIRAN 4	
LAMPIRAN 5	
LAMPIRAN 6	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Penyakit Karat Daun Kopi	8
2. 2 Penyakit Bercak Daun Kopi.....	9
2. 3 Tanaman Kopi yang Terserang Nematoda.....	10
2. 4 Buah Kopi yang Terserang Penyakit Jamur Upas.....	11
2. 5 Penyakit Jamur Akar Cokat, Hitam dan Putih	12
2. 6 Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo)	13
2. 7 Hama Penggerek Cabang Kopi	15
2. 8 Hama Ulat Penggerek Batang atau Cabang	16
2. 9 Hama Kutu Hijau	17
2. 10 Hama Kutu Putih.....	18
2. 11 Pencarian Melebar Breadth First Search Algorithm	21
3. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	29
3. 2 Rancangan Halaman Utama	31
3. 3 Rancangan Halaman Data Penyakit	32
3. 4 Rancangan Halaman Data Hama	32
3. 5 Rancangan Halaman Detail Hama/Penyakit	33
3. 6 Rancangan Halaman Diagnosis.....	34
3. 7 Rancangan Halaman Hasil Diagnosis	34

Gambar	Halaman
3. 8 Rancangan Halaman Pengendalian	35
3. 9 Rancangan Halaman Bantuan	35
3. 10 Rancangan Halaman Tentang	36
4. 1 Contoh Pohon Keputusan Hama Tanaman Kopi	48
4. 2 Proses Penelusuran G1	48
4. 3 Proses Penelusuran G1, G2	49
4. 4 Proses Penelusuran G1, G2, G3	49
4. 5 Proses Penelusuran G1, G2, G3, G4	50
4. 6 Proses Penelusuran G1, G2, G3, G4, G5	50
4. 7 Proses Penelusuran G1, G2, G3, G4, G5 dan G6.....	51
4. 8 Proses Pelusuran G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 (H3).....	51
4. 9 Halaman Beranda	54
4. 10 Halaman Data Hama	55
4. 11 Halaman Detail Hama	55
4. 12 Halaman Data Penyakit.....	56
4. 13 Halaman Detail Penyakit.....	56
4. 14 Halaman Diagnosis Hama.....	57
4. 15 Halaman Diagnosis Penyakit	57
4. 16 Halaman Hasil Diagnosis Penyakit.....	58
4. 17 Halaman Hasil Diagnosis Hama	59
4. 18 Halaman Pengendalian hama/penyakit	59
4. 19 Halaman Bantuan	60
4. 20 Halaman Tentang	60

Gambar	Halaman
4. 21 Grafik Hasil Respon Pernyataan 1	73
4. 22 Grafik Hasil Respon Pernyataan 2	74
4. 23 Grafik Hasil Respon Pernyataan 3	75
4. 24 Grafik Hasil Respon Pernyataan 4	76
4. 25 Grafik Hasil Respon Pernyataan 5	77
4. 26 Grafik Hasil Respon Pernyataan 6	78
4. 27 Grafik Hasil Respon Pernyataan 7	79
4. 28 Grafik Hasil Respon Pernyataan 8	80
4. 29 Grafik Hasil Respon Pernyataan 9	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Interpretasi <i>Certainty Factor</i>	24
2. 2 Tingkat Keyakinan (<i>Certainty</i>)	25
3. 1 Contoh Rancangan Daftar Pengujian Blackbox Testing.....	38
4. 1 Data Hama.....	39
4. 2 Data Penyakit	40
4. 3 Data Gejala.....	40
4. 4 Proses Penelusuran Pohon Keputusan Hama Kopi.....	46
4. 5 Proses Penelusuran Pohon Keputusan Penyakit Kopi	52
4. 6 Skenario Pengujian GUI & Usability.....	61
4. 7 Tabel Pengujian Kepakaran Hama.....	64
4. 8 Tabel Pengujian Kepakaran Penyakit	65
4. 9 Hasil penilaian responden pakar hama dan penyakit pada tanaman kopi terhadap pengujian sistem pakar (Responden I).	68
4. 10 Hasil penilaian responden petani kopi dan mahasiswa pertanian terhadap pengujian sistem pakar (Responden II).	69
4. 11 Hasil penilaian responden mahasiswa Ilmu Komputer terhadap pengujian sistem pakar (Responden III).	70
4. 12 Kriteria Penilaian Responden.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang subur dan sudah terkenal dengan produksi hasil pertaniannya. Salah satu hasil pertanian terbesar Indonesia adalah kopi dimana produktivitas kopi pada tahun 2016 mencapai 663.871 ton dan pada tahun 2017 mencapai 669.992 ton hal ini menunjukkan produktivitas yang besar di Indonesia. Kopi memiliki sejarah panjang dan memiliki peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian masyarakat serta sesuai untuk dibudidayakan di Indonesia. Kopi merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Kopi juga merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia sebagai penghasil devisa negara selain minyak dan gas. Selain peluang ekspor yang semakin terbuka, pasar kopi di dalam negeri masih cukup besar. Pada tahun 2010 total volume ekspor mencapai 433,6 ribu ton dengan total nilai sebesar US\$ 814,3 juta meningkat menjadi 467,8 ribu ton pada tahun 2017 dengan total nilai sebesar US\$ 1 187,16 juta (Badan Pusat Statistika, 2017).

Menurut Firmansyah *et al* (2017), produksi kopi terbesar adalah kopi rakyat yang mencapai total produksi hingga 93%. Berdasarkan data ini, tidak dapat dipungkiri bahwa kopi rakyat memegang peranan penting dalam hal pertumbuhan ekonomi masyarakat. Namun demikian kondisi pengelolaan usaha tani pada kopi rakyat

relatif masih kurang baik dibandingkan dengan kondisi Perkebunan Besar Negara (PBN). Pada saat ini peningkatan produksi kopi di Indonesia terhambat oleh rendahnya produktivitas dan kualitas kopi yang dihasilkan. Salah satu penyebab dari rendahnya produktivitas dan kualitas kopi di Indonesia ini adalah adanya gangguan dari berbagai serangan hama dan penyakit, gangguan dari serangan hama dan penyakit tersebut sering dialami tanaman kopi selama masa budidaya. Serangan hama dan penyakit kopi yang melebihi ambang ekonomi harus dikendalikan agar tidak mengganggu produktivitas kopi. Oleh karena itu, setiap serangan hama dan penyakit yang ditemukan pada lahan kopi harus dapat dikenali dan diidentifikasi secara cepat agar metode pengendalian yang dilaksanakan efektif.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk membantu petani dalam mengenali dan mengidentifikasi serangan hama dan penyakit adalah teknologi sistem pakar. Teknologi ini diharapkan dapat mengurangi tingkat kesalahan dalam mengenali dan mengidentifikasi hama dan penyakit pada perkebunan kopi. Menurut Sibagariang (2015), sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Seorang pakar yang dimaksud disini adalah orang yang memiliki keahlian khusus untuk menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam.

Kurangnya informasi yang diketahui oleh pihak petani kopi tentang jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman kopi menyebabkan banyak tanaman kopi tidak ditangani dengan benar. Para petani kopi biasanya bertanya kepada

Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) atau datang langsung ke lembaga penelitian terkait hama atau penyakit yang mereka temukan. Penanganan dan pengendalian hama dan penyakit secara baik dan benar menuntut para petani kopi untuk bertindak cepat agar tanaman kopi dapat diselamatkan dari hama dan penyakit tersebut. Harapannya kualitas dari buah kopi tidak menurun dan tanaman kopi tidak mati. Jika tidak segera dilakukan penanganan maka akan menimbulkan dampak yang signifikan pada produktivitas dan kualitas kopi.

Permasalahannya, dimasa ini petani kopi membutuhkan suatu alat bantu yang dapat mengidentifikasi serangan hama dan penyakit pada tanaman kopi. Alat bantu tersebut dapat memberikan informasi mengenai pengendalian hama dan penyakit tanaman kopi beserta solusinya. Dengan adanya alat bantu tersebut diharapkan petani dapat mengidentifikasi dan mengenali hama dan penyakit yang menyerang tanaman kopi.

Dalam penelitian ini penulis membangun sebuah sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman kopi menggunakan metode BFS (*Breadth First Search*). Algoritma *Breadth First Search* merupakan metode pencarian yang dilakukan dengan mengunjungi tiap-tiap *node* secara sistematis pada setiap level hingga keadaan tujuan (*goal state*) ditemukan atau hingga ditemukan *goal state*-nya. Algoritma ini tidak akan menemukan jalan buntu artinya tidak akan terperangkap untuk mengeksplorasi jalan yang salah dan jika ada satu solusi, maka algoritma bfs akan menemukannya. Dan jika ada lebih dari satu solusi maka solusi minimum akan ditemukan artinya solusi yang ditemukan adalah solusi yang paling baik (Indrawaty *et al.*, 2011).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun suatu sistem pakar berbasis *web* menggunakan *Metode Breadth First Search* (BFS) dan *Certainty Factor* (CF).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem pakar yang dapat mendiagnosis tanaman kopi menggunakan *Metode Breadth First Search* (BFS) dan *Certainty Factor* (CF) terhadap hama PBKo, Penggerek batang, Penggerek cabang, Kutu Hijau, Kutu Putih dan tanaman kopi yang terserang penyakit Karat Daun Kopi, Bercak Daun Kopi, Nematoda, Jamur Upas dan Penyakit Akar.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah membantu para petani bagaimana cara melakukan diagnosis terhadap tanaman kopi yang terserang hama dan penyakit berdasarkan ciri-ciri dan gejala serta dapat memberikan solusi dalam penanganannya melalui suatu sistem pakar berbasis *web*.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem pakar yang dibangun berbasis *web*.
2. Menerapkan metode BFS sebagai basis sistem pakar untuk mendiagnosis hama dan penyakit tanaman kopi.
3. Hanya bisa mendiagnosis 5 hama dan 5 penyakit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi

Kopi (*Coffea spp. L.*) adalah spesies tanaman berbentuk tanaman yang termasuk dalam famili rubiaceae dan genus coffea, berdasarkan klasifikasi tanaman kopi termasuk dalam:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rubiales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Spesies	et: Coffea sp.

Tanaman kopi memiliki akar tunggang sehingga tidak mudah rebah. Akar tunggang hanya dimiliki oleh tanaman kopi yang berasal dari bibit semai, atau bibit sambung yang batang bawahnya berasal dari bibit semai. Tanaman kopi yang berasal dari bibit stek, cangkok, atau bibit sambung yang batang bawahnya berasal dari bibit stek tidak memiliki akar tunggang, sehingga cenderung mudah rebah (Aak, 1988).

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Ethiopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu di Yaman bagian selatan Arab (Rahardjo, 2012).

Kopi pertama kali ditemukan oleh Bangsa Ethiopia di benua Afrika sekitar 1000 SM (3000 tahun yang lalu). Kopi kemudian terus berkembang hingga saat ini menjadi salah satu minuman paling populer di dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat. Indonesia memproduksi lebih dari 400 ribu ton kopi per tahunnya. Selain rasa dan aromanya yang menarik, kopi juga dapat menurunkan risiko terkena penyakit kanker, diabetes, batu empedu, dan berbagai penyakit jantung (Danarti dan Najayati, 2004).

2.2 Jenis-Jenis Kopi

Varietas kopi merujuk kepada subspecies kopi. Biji kopi dari dua tempat yang berbeda biasanya juga memiliki karakter yang berbeda, baik dari aroma (dari aroma jeruk sampai aroma tanah), kandungan kafein, rasa dan tingkat keasaman. Ciri-ciri ini tergantung pada tempat tumbuhan kopi itu tumbuh, proses produksi dan perbedaan genetika subspecies kopi. Dua jenis kopi yang telah dibudidayakan di provinsi Lampung yakni kopi *arabika* dan kopi *robusta* (Cahyono, 2012).

1. Kopi Arabika

Kopi *arabika* masuk ke Indonesia pada tahun 1696 yang dibawa oleh perusahaan dagang Dutch East India Co. dari Ceylo, Sri Lanka (Yahmadi, 2007). Kopi *arabika* merupakan kopi yang paling banyak dikembangkan di dunia maupun di

Indonesia. Kopi ini ditanam pada dataran tinggi yang memiliki iklim kering sekitar 1350-1850 meter dari permukaan laut. Sedangkan di Indonesia sendiri kopi ini dapat tumbuh subur di daerah tinggi sampai ketinggian 1200 meter di atas permukaan laut. Jenis kopi ini cenderung tidak tahan serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), namun kopi ini memiliki tingkat aroma dan rasa yang kuat (Cahyono, 2012).

2. Kopi Robusta

Kopi *robusta* atau yang disebut dengan *Coffea canephora*, pada awalnya hanya dikenal sebagai semak atau tanaman liar yang mampu tumbuh hingga beberapa meter tingginya. Hingga akhirnya kopi *robusta* pertama kali ditemukan di Kongo pada tahun 1898 oleh Emil Laurent. Namun terlepas dari itu ada yang menyatakan jenis kopi robusta ini telah ditemukan lebih dahulu oleh dua orang pengembara Inggris bernama Richard dan John Speake pada tahun 1862 (Yahmadi, 2007).

2.3 Penyakit Tanaman Kopi

Menurut Direktorat Perlindungan Perkebunan, Departemen Pertanian (2002) terdapat beberapa jenis penyakit penting pada tanaman kopi seperti penyakit karat daun kopi, bercak daun kopi, nematoda, penyakit jamur upas, rebah batang, busuk buah dan penyakit akar yang meliputi jamur akar coklat, hitam dan jamur akar putih.

1. Karat daun kopi

Penyakit karat daun kopi disebabkan oleh *H. Vastatrix* yang dapat menyerang saat pembibitan sampai tanaman dewasa. Gejala yang ditimbulkan jika tanaman terserang yaitu daun yang sakit timbul bercak kuning kemudian berubah menjadi

coklat. Permukaan bercak pada sisi bawah daun terdapat uredospora seperti tepung berwarna oranye atau jingga. Pada serangan berat pohon tampak kekuningan, daunnya gugur akhirnya pohon menjadi gundul. Berikut ini merupakan gambar daun kopi yang terserang penyakit karat daun kopi ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Penyakit Karat Daun Kopi
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

Pengendalian penyakit karat daun kopi dengan cara memperkuat kebugaran tanaman melalui pemupukan berimbang, pemangkasan dan pengaturan naungan untuk mengurangi kelembaban embun dan memberikan sinar matahari yang cukup pada tanaman.

2. Bercak daun kopi

Penyakit ini disebabkan oleh jamur *C. Coffeicola* yang dapat muncul saat pembibitan sampai tanaman dewasa serta menyerang buah kopi. Daun yang sakit timbul bercak berwarna kuning yang tepinya dikelilingi halo (lingkaran) berwarna kuning. Buah yang terserang timbul bercak berwarna coklat, biasanya pada sisi yang lebih banyak menerima cahaya matahari.

Bercak ini membusuk dan dapat sampai ke biji sehingga menurunkan kualitas kopi yang dihasilkan. Penyakit ini umumnya ditemukan pada tanaman yang kurang dalam pemeliharaan serta penyebaran penyakit dibantu oleh keadaan lingkungan yang lembab dan pola tanam yang kurang baik. Penyakit bercak daun kopi yang menyerang tanaman kopi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Penyakit Bercak Daun Kopi
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

3. Nematoda

Pratylenchus coffeae dan *Radopholus similis* adalah jenis nematoda endoparasit yang berpindah-pindah. Daur hidup *P. coffeae* sekitar 45 hari dan *R. similis* sekitar 1 bulan. Tanaman kopi yang terserang penyakit nematoda akan kelihatan kerdil, daun menguning dan gugur. Pertumbuhan cabang-cabang primer terhambat sehingga menghasilkan sedikit bunga, buah prematur dan banyak yang kosong.

Bagian akar serabut membusuk dan putus sehingga habis. Pada serangan berat tanaman akhirnya mati. Nematoda parasit dapat menyebar dari satu tempat ke tempat lain melalui aliran air atau tanah yang terbawa pada alat alat pertanian dan pekerja kebun. Pengendalian yang dapat dilakukan dengan cara memberikan pupuk kandang 12 kg/pohon tiap tahun dan membongkar pohon kopi yang terserang penyakit berat. Untuk mencegah penularan penyakit perlu dibuat parit

isolasi di sekeliling tanaman kopi dengan kedalaman 40 cm dan lebar 30 cm pada jarak 60 cm dari pangkal akar. Menanam jenis kopi yang tahan untuk digunakan sebagai batang bawah, misalnya: kopi ekselsa dan kopi robusta klon BP 961. Penyakit nematoda yang menyerang tanaman kopi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tanaman Kopi yang Terserang Nematoda

4. Jamur Upas

Jamur *C. salmonicolor* dapat menyerang batang, cabang, ranting dan buah kopi. Infeksi jamur ini pertama kali terjadi pada sisi bagian bawah cabang ataupun ranting. Serangan dimulai dengan adanya benang-benang jamur tipis seperti sutera berbentuk sarang laba-laba. Selanjutnya pada bagian tersebut terjadi nekrosis kemudian membusuk sehingga warnanya menjadi coklat tua atau hitam. Nekrosis pada buah bermula dari pangkal buah disekitar tangkai kemudian meluas ke seluruh permukaan dan mencapai endosperma. Jamur ini menyebar melalui tiupan angin atau percikan air, keadaan lembab dan kurang sinar matahari sangat

membantu perkembangan penyakit ini. Gambar 2.4 menunjukkan tanaman kopi terserang penyakit jamur upas.



Gambar 2. 4 Buah Kopi yang Terserang Penyakit Jamur Upas
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

Penyakit ini dapat diatasi dengan cara batang dan cabang yang terkena penyakit dipotong sampai 10 cm di bawah pangkal dari bagian yang sakit. Potongan-potongan ini dikumpulkan kemudian dibakar. Memetik buah-buah yang sakit kemudian dikumpulkan dan dibakar atau dipendam. Pemangkasan pohon pelindung untuk mengurangi kelembaban kebun sehingga sinar matahari dapat masuk ke areal pertanaman kopi.

5. Penyakit Akar : Coklat, Hitam dan Putih

Ada tiga jenis penyakit jamur akar pada tanaman kopi, yaitu jamur akar coklat, jamur akar hitam dan jamur akar putih ketiganya menular melalui kontak akar. Penyakit ini dapat terjadi pada berbagai umur tanaman dan dapat mematikan tanaman. Gejala tanaman kopi yang terserang yaitu warna daun hijau kekuningan, kusam, layu dan menggantung. Seluruh daun menguning kemudian layu secara serempak, akhirnya mengering di cabang. Gejala khas jamur akar coklat, terutama akar tunggang tertutup oleh kerak yang terdiri dari butir-butir tanah yang melekat kuat.

Di antara butir-butir tanah tampak adanya anyaman benang jamur coklat kehitaman, kayu akar yang sakit membusuk, kering dan lunak. Gejala khas jamur akar hitam, pada pangkal batang dan permukaan kayu akar terdapat titik-titik hitam dan gejala jamur akar putih pada permukaan akar terdapat benang jamur berwarna putih menjalar sepanjang akar dan pada ujungnya meluas seperti bulu. Penyebaran dan perkembangan penyakit lebih cepat pada tanah berpasir dan lembab. Gambar 2.5 menunjukkan penyakit jamur akar coklat, hitam dan putih.

Cara pengendalian jika tanaman kopi terserang penyakit jamur akar adalah dengan cara membongkar pohon yang terserang sampai ke akarnya lalu dibakar. Lubang bekas bongkaran dibiarkan terbuka selama + 1 tahun. Pohon sehat disekitar pohon sakit dan pohon-pohon sisipan ditaburi *Trichoderma* 200 gr/pohon dan pupuk kandang/pupuk organik. Diulang setiap 6 bulan sampai areal tersebut bebas dari jamur akar.



Gambar 2. 5 Penyakit Jamur Akar Cokat, Hitam dan Putih
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

2.4 Hama Tanaman Kopi

1. Penggerek Buah Kopi (PBKo)

Hama penggerek buah atau *Hypothenemus hampei* sangat merugikan, karena mampu merusak biji kopi dan sering mencapai populasi yang tinggi. Pada umumnya, hanya kumbang betina yang sudah kawin yang akan menggerek buah kopi, kumbang betina biasanya masuk ke dalam buah dengan membuat lubang kecil dari ujungnya. Kumbang betina menyerang buah kopi yang sedang terbentuk, dari 8 minggu setelah berbunga sampai waktu panen buah yang sudah tua, biasanya kumbang betina terbang dari pagi hingga sore.

PBKo mengarahkan serangan pertamanya pada bagian kebun kopi yang bernaungan, lebih lembab atau di perbatasan kebun. Jika tidak dikendalikan, serangan dapat menyebar ke seluruh kebun. Dalam buah tua dan kering yang tertinggal setelah panen, dapat ditemukan lebih dari 100 PBKo. Karena itu penting sekali membersihkan kebun dari semua buah yang tertinggal. Hama penggerek buah dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo)
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002.

Cara pengendalian PBKo adalah sebagai berikut:

a. Pengendalian Hayati

Ada dua cara pengendalian PBKo memakai jamur *Beauveria bassiana* (*Bb*):

- 1) Petik buah merah (buah yang masak pertama) buah yang terserang PBKo, dikumpulkan dan diperlakukan dengan *Bb*, kemudian ditutup dengan plastik jernih biarkan satu malam. Kumbang dewasa akan keluar dari buah dan terinfeksi oleh *Bb* kemudian kumbang dewasa tersebut dilepas sehingga dapat menularkan *Bb* kepada pasangannya di kebun.
- 2) Pemakaian *Bb* digunakan pada saat kulit tanduk sudah mengeras, kira-kira bulan Desember/Januari.

b. Pengendalian Mekanis

Petik buah yang tertinggal pada pohon kopi dan pungut buah yang jatuh ke tanah. Sebaiknya buah yang dikumpulkan tersebut direbus atau dipendam. Hal ini bertujuan untuk menurunkan jumlah PBKo di kebun kopi karena cara ini menghilangkan makanan untuk PBKo yang akan datang/berpindah ke kebun serta yang sudah ada di kebun.

2. Penggerek cabang kopi

Xylosandrus spp atau biasa dikenal hama penggerek cabang kopi merupakan kumbang kecil yang termasuk kedalam golongan serangga dimana kumbang kecil tersebut mengembangbiakkan makanan untuk anak-anaknya melalui jamur *Ambrosia*. Kumbang ini membuat lubang masuk kedalam ranting pohon kopi sehingga ranting atau cabang itu tidak berbuah, kumbang kecil ini lebih sering

menyerang cabang atau ranting tua, hama ini juga menyerang ranting muda yang masih lunak.

Hama penggerek cabang kopi dapat diatasi dengan cara memotong cabang yang terserang, pemangkasan ranting dan membakar ranting-ranting yang terserang hama tersebut. Hama penggerek cabang kopi dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Hama Penggerek Cabang Kopi
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002.

3. Ulat Penggerek Batang

Ulat penggerek batang atau biasa disebut *Zuzera coffee* adalah ulat yang menyerang bagian batang/cabang dengan cara empulur (*xylem*) batang/cabang, selanjutnya gerakan membelok ke arah atas, ulat ini biasanya berukuran 3-5 cm. Pada permukaan lubang yang baru digerek sering terdapat campuran kotoran dengan serpihan jaringan. Akibat gerakan ulat tersebut, bagian tanaman di atas lubang gerakan akan layu, kering dan mati. Serangan hama ini dapat diatasi dengan cara menutup lubang gerakan, dan ulat yang ditemukan dimusnahkan. Cara lainnya adalah memotong batang/cabang yang terserang sepanjang 10 cm di bawah lubang gerakan, kemudian ulat tersebut dimusnahkan/dibakar. Hama ini dapat dimusnahkan menggunakan cara hayati misalnya dengan *Beauveria bassiana*. Hama ulat penggerek batang atau cabang dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Hama Ulat Penggerek Batang atau Cabang
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

4. Kutu Hijau

Cocus viridis atau kutu hijau adalah serangga yang fase hidupnya tetap tinggal di satu tempat untuk menghisap cairan dari tanaman. Kutu hijau menyerang cabang, ranting dan daun pohon kopi Arabica dan Robusta. Ada beberapa jenis semut yang menjaga dan mendukung koloni kutu hijau ini karena kutu hijau ini mengeluarkan cairan manis tetapi ada juga jenis semut yang tidak menjaganya.

Kutu hijau lebih suka musim kemarau dan juga lebih senang di dataran rendah dari pada di dataran tinggi. *Cephalosporium lecanii* merupakan jamur putih yang dapat menyerang dan membunuh kutu hijau, untuk pengendalian hama kutu hijau dapat juga dilakukan dengan cara melestarikan kumbang helm dan larvanya yang merupakan musuh alami kutu hijau. Hama kutu hijau dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Hama Kutu Hijau
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

5. Kutu Putih

Kutu putih atau *ferrisia virgata* merupakan serangga yang memiliki mulut seperti jarum, hama kutu putih menyerang tanaman kopi dengan cara menghisap cairan dari tanaman kopi tersebut. Kutu putih menyerang banyak jenis tanaman selain kopi, termasuk lamtoro, jambu mete, kakao, jeruk, kapas, tomat, singkong, dll.

Kotoran kutu putih mengandung gula dari tanaman, jika kotoran dibuang pada daun kopi, jamur dapat tumbuh pada kotoran tersebut dan merusak daun kopi. Jamur tersebut juga dapat mengurangi sinar matahari yang diserap oleh daun, sehingga mengganggu fotosintesis (proses daun mengambil tenaga matahari untuk tumbuh). Jamur ini biasanya berwarna hitam, tetapi bisa warna lain juga. Kutu putih mempunyai banyak jenis musuh alami, termasuk tawon parasitoid, kumbang kubah, lalat jala dan jamur. Kutu putih dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Hama Kutu Putih
(Direktorat Perlindungan Perkebunan, 2002)

2.5 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligent*)

Kecerdasan buatan menurut Paul Y. Gloess didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari bagaimana membuat suatu mesin seolah-olah memiliki kecerdasan dalam memecahkan suatu masalah yang diberikan kepadanya. Teknologi kecerdasan buatan dipelajari dalam bidang-bidang, seperti masalah pembuktian teorema, masalah permainan, sistem pakar, pengolahan bahasa alami, masalah pengolahan citra, masalah robotika, *modeling human performance* dan bahasa dan lingkungan untuk kecerdasan buatan. (Kristanto, 2004).

Bagian utama *artificial intelligence* adalah pengetahuan atau *knowledge*, suatu pengertian tentang beberapa wilayah subjek yang diperoleh melalui pelatihan dan pengalaman. Walaupun komputer tidak mungkin mendapat pengalaman atau belajar dan meneliti seperti manusia, tetapi ia dapat memperoleh pengetahuan yang dibutuhkannya itu, melalui upaya yang diberikan oleh seorang pakar manusia (Kusumadewi, 2003).

2.6. Sistem Pakar

Secara umum sistem pakar (*expert system*) adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Sebagai contoh, dokter adalah seorang pakar yang mampu mendiagnosis penyakit yang diderita pasien serta dapat memberikan penatalaksanaan terhadap penyakit tersebut.

Tidak semua orang dapat mengambil keputusan mengenai diagnosis dan memberikan penyelesaian suatu penyakit. Contoh yang lain, montir adalah seorang yang punya keahlian dan pengalaman dalam menyelesaikan masalah kerusakan mesin motor atau mobil, psikolog adalah orang yang ahli dalam memahami kepribadian seseorang, dan lain-lain (Kusrini, 2008).

Sistem pakar merupakan program-program praktis yang menggunakan strategi *heuristic* yang dikembangkan oleh manusia untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Permasalahan yang diselesaikan biasanya permasalahan khusus yang disebabkan oleh keheuristikannya dan sifatnya yang berdasarkan pada pengetahuan sehingga umumnya sistem pakar mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Kusrini, 2006):

1. Terbatas pada domain tertentu.
2. Berdasarkan pada kaidah/*rule* tertentu.
3. Dapat digunakan pada berbagai jenis komputer.

4. Mudah dimodifikasi, yaitu dengan menambah atau menghapus suatu kemampuan dari basis pengetahuannya.
5. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pemakai.

Secara garis besar banyak manfaat yang dapat diambil dengan adanya sistem pakar, antara lain (Kusumadewi, 2003):

1. Membuat seorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
2. Meningkatkan produktivitas akibat meningkatnya kualitas hasil pekerjaan, peningkatan kualitas pekerjaan ini disebabkan oleh meningkatnya efisiensi kerja.
3. Menghemat waktu kerja.
4. Merupakan arsip terpercaya dari sebuah keahlian, sehingga bagi pemakai sistem pakar seolah-olah berkonsultasi langsung dengan sang pakar, meskipun sang pakar tidak ada.
5. Memperluas jangkauan dari keahlian seorang pakar. Dimana sebuah sistem pakar yang telah disahkan, akan sama saja artinya dengan seorang pakar yang tersedia dalam jumlah besar (dapat diperbanyak dengan kemampuan yang persis sama), dapat diperoleh dan dipakai dimana saja.

Disamping memiliki beberapa manfaat, sistem pakar juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain (Kusumadewi, 2003):

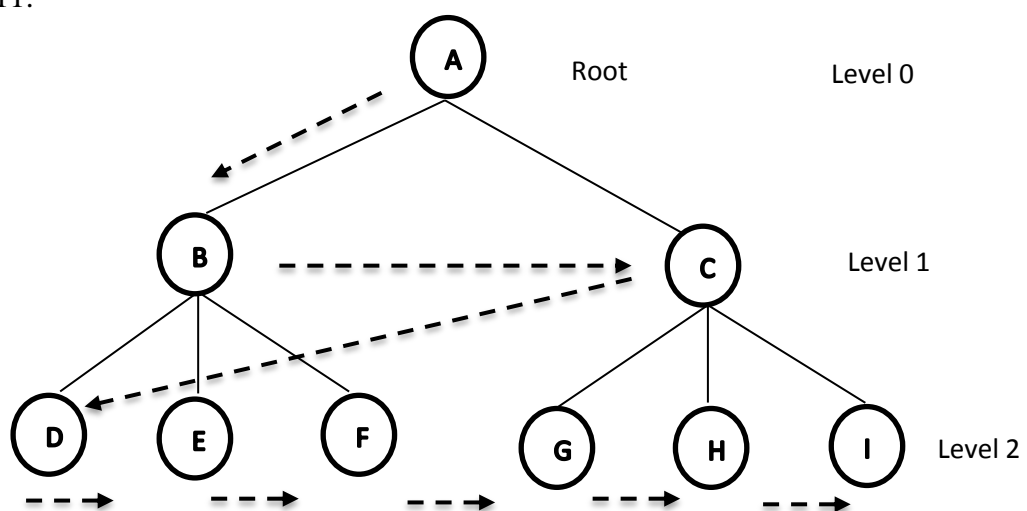
1. Biaya yang diperlukan untuk membuat dan memeliharanya tidak murah.
2. Sulit dikembangkan. Hal ini tentu saja erat kaitannya dengan ketersediaan pakar dibidangnya.
3. Sistem pakar tidak 100% bernilai benar.

2.7. Breadth First Search Algorithm

Breadth First Search adalah algoritma yang melakukan pencarian secara melebar yang mengunjungi simpul secara *preorder* yaitu mengunjungi suatu simpul kemudian mengunjungi semua simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut terlebih dahulu (Zai *et al.*, 2016).

Pada *Breadth First Search Algorithm* semua *node* pada *level n* akan dikunjungi terlebih dahulu sebelum mengunjungi *nodes* pada *level n+1*. Pencarian dimulai dari *node* akar terus ke level pertama dari kiri ke kanan (Indrawaty *et al.*, 2011).

Gambar pencarian *Breadth First Search Algorithm* dapat dilihat pada Gambar 2.11:



Gambar 2. 11 Pencarian Melebar Breadth First Search Algorithm (Wijaya, 2013)

Pada Gambar 2.11 terlihat bahwa pencarian dimulai dari keadaan awal (*node A*). Dari *node A* dikembangkan dua *node* baru yang menjadi anaknya, yaitu *node B* dan *node C*. Penelusuran dilanjutkan ke *node B* (menghasilkan *node D, E, F*) dan *node C* (menghasilkan *node G, H, I*). Demikian seterusnya hingga ditemukan solusi (Wijaya, 2013).

Algoritma ini memerlukan sebuah antrian q untuk menyimpan simpul yang telah dikunjungi. Simpul-simpul ini diperlukan sebagai acuan untuk mengunjungi simpul-simpul yang bertetanggaannya. Tiap simpul yang telah dikunjungi masuk ke dalam antrian hanya satu kali. Algoritma ini juga membutuhkan *table Boolean* untuk menyimpan simpul yang telah dikunjungi sehingga tidak ada simpul yang dikunjungi lebih dari satu kali (Kl'ockner, 2005).

2.8. PHP (*Hypertext Preprocessor*)

PHP *Hypertext Preprocessor* merupakan bahasa pemrograman *web server-side* yang bersifat *open source*. PHP itu sendiri adalah *script* yang terintegrasi dengan HTML dan berada pada server (*server side HTML embedded scripting*). PHP adalah *script* yang digunakan untuk membuat halaman *website* yang dinamis. Dinamis berarti halaman yang akan ditampilkan dibuat saat halaman itu diminta oleh *client*. Mekanisme ini menyebabkan informasi yang diterima oleh *client* selalu yang terbaru (Anhar, 2010).

2.9. MYSQL (*My Structure Query Language*)

SQL merupakan bahasa yang dirancang untuk sebuah sistem agar dapat berkomunikasi dengan *database*. Tidak seperti bahasa pemrograman, SQL hanya memiliki beberapa kata kunci saja. Tujuan dirancangnya SQL adalah untuk

mengefisienkan dan menyederhanakan proses membaca atau menulis dari/ke dalam *database* (Raharjo *et al.*, 2012).

2.10. *Certainty factor*

Shortliffe dan Buchanan mengusulkan teori *certainty factor* pada tahun 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) seorang pakar. Seorang pakar sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar” atau “hampir pasti” (Sutojo *et al.*, 2011). MYCIN merupakan salah satu contoh aplikasi sistem pakar yang dibangun menggunakan metode *certainty factor* untuk mendiagnosis infeksi bakteri pada darah.

Nilai *certainty factor* ada 2 yaitu (Hartati & Iswanti 2013):

1. Nilai CF kaidah yang nilainya melekat pada suatu kaidah/*rule* tertentu dan besarnya nilai diberikan oleh pakar.
2. Nilai CF yang diberikan oleh pengguna untuk mewakili derajat kepastian/keyakinan atau premis (misalnya gejala, kondisi, ciri) yang dialami pengguna.

Pada implementasi sistem pakar akan terlihat bahwa nilai CF yang diberikan oleh pengguna ada pada sesi konsultasi, sehingga sistem pakar selain meminta jawaban pengguna berdasarkan pertanyaan yang diajukan juga meminta masukan nilai CF atas jawaban tersebut. Nilai CF kaidah terdapat pada suatu *rule*/kaidah yang biasanya diberikan oleh pakar berdasarkan pengalamannya, sehingga sangat bersifat subyektif (Hartati & Iswanti, 2013). Kombinasi *Certainty Factor* yang digunakan untuk sistem pakar yaitu (Turban, 2005):

1. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan premis/gejala tunggal (*single premis rule*)

$$CF \text{ gejala} = CF[user] \times CF[pakar] \quad (1)$$

2. Apabila terdapat kaidah dengan kesimpulan yang serupa (*similiary concluded rules*) atau lebih dari satu gejala, maka CF selanjutnya dihitung dengan persamaan:

$$CF \text{ combine} = CF \text{ old} + CF \text{ gejala} \times (1 - CF \text{ old}) \quad (2)$$

3. Sedangkan untuk menghitung persentase terhadap hama/penyakit, digunakan persamaan:

$$CF \text{ persentase} = CF \text{ combine} \times 100\% \quad (3)$$

Untuk menentukan keterangan faktor keyakinan dari seorang pakar berpedoman pada tabel interpretasi (term) *Certainty Factor*. Adapun Interpretasi CF dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tingkat Keyakinan CF dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 1 Interpretasi *Certainty Factor*

<i>Uncertain Term</i>	CF
Pasti tidak	-1.0
Hampir pasti tidak	-0.8
Kemungkinan besar tidak	-0.6
Mungkin tidak	-0.4
Tidak tahu	-0.2 to 0.2
Mungkin	0.4
Kemungkinan besar	0.6

Tabel 2. 1 (Lanjutan)

<i>Uncertain Term</i>	CF
Hampir pasti	0.8
Pasti	1.0

Tabel 2. 2 Tingkat Keyakinan (Certainty)

Tingkat persentase	Nilai Keyakinan
0%-50%	Sedikit kemungkinan atau kemungkinan kecil
51%-79%	Pasti
80%-99%	Kemungkinan Besar
100%	Sangat Yakin

2.11. Pengujian

Menurut Zulkifli (2003) pengujian perangkat lunak adalah proses dimana suatu program atau sistem di eksekusi dengan tujuan menemukan ada atau tidaknya kekurangan atau masalah pada sistem dengan melibatkan setiap aktivitas. Jenis pengujian meliputi bermacam-macam teknik, namun metodologi penelitian secara umum dikelompokkan menjadi 3 yaitu *Black box testing*, *white box testing* dan *gray box testing*. Pemilihan jenis pengujian ini tidak di pengaruhi oleh sistem yang akan di tes, melainkan cenderung ditentukan dari tujuan evaluasi sistem tersebut.

2.11.1. Black Box Testing

Menurut Nidhra dan Dondeti (2012) *Black box testing* adalah salah satu metode pengujian sistem yang dilakukan berdasarkan spesifikasi kebutuhan sistem dan tidak perlu memeriksa *coding*. Pada *black box testing* pengujian dilakukan hanya

berdasarkan pandangan pengguna untuk mengetahui apakah fungsi yang dibutuhkan sesuai harapan atau tidak. Metode *black box testing* memiliki keuntungan dimana pengujian tidak membutuhkan pengetahuan spesifik mengenai bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan sistem.

Salah satu teknik yang digunakan dalam *black box testing* adalah *equivalence class partitioning* dimana pengujian didasarkan pada asumsi bahwa *input* dan *output* program dapat dibagi menjadi kelas-kelas dengan jumlah terbatas (*valid dan non-valid*) sehingga semua kasus yang sudah dipartisi akan diuji dengan perilaku yang sama.

2.11.2. Skala Likert

Menurut Djarwanto (1996) metode ini merupakan metode penskalaan pernyataan sikap yang menggunakan distribusi *respons* sebagai dasar penentuan nilai skalanya. Menurut Azwar (2011) nilai skala setiap pernyataan tidak ditentukan oleh derajat favourable masing-masing, akan tetapi ditentukan oleh distribusi *respons* setuju dan tidak setuju dari sekelompok responden yang bertindak sebagai kelompok uji.

Skala Likert merupakan skala yang terdiri dari 5 tingkat preferensi jawaban dengan pilihan 1= sangat tidak setuju, 2= tidak setuju, 3= netral, 4= setuju, 5= sangat setuju. Persentase penilaian berdasarkan kriteria skala likert akan diperoleh rumus mean:

$$P = \frac{\sum X_i}{n \times N} \times 100 \% \quad (4)$$

Keterangan:

- P = Persentase pernyataan
Xi = Nilai kuantitatif total
n = Jumlah responden
N = Nilai kategori pernyataan terbaik

Selanjutnya, satuan interval per kategori digunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{100\%}{K} \quad (5)$$

Keterangan:

- I = Interval
K = Kategori interval.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Gedung Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Lampung sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada tahun ajaran 2018/2019.

3.2 Alat Pendukung

Alat pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Keras.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini berupa laptop Acer Aspire E1-421 dengan processor AMD E2-1800 APU with radeon™ HD Graphics (2 CPUs) 1.7 GHz, VGA AMD Radeon HD 7340 Graphics, dan RAM 2GB.

b. Perangkat Lunak.

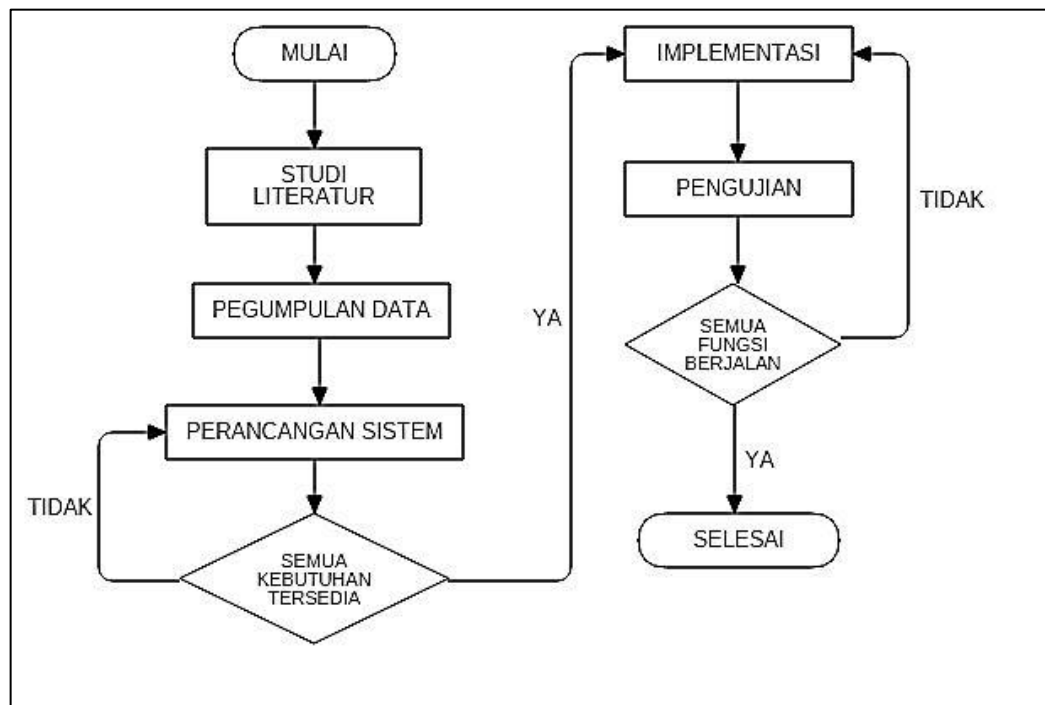
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini berupa laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Sistem Operasi Windows 7 Ultimate.
- Xampp 7.0.9-0, digunakan sebagai server dalam pembuatan *database* dengan *mariadb*.
- Visual Studio Code win32-1.31.0, digunakan sebagai media pembuatan sistem.

- Balsamic mockups 3.5.7 untuk mendesain rancangan *interface* sistem.
- *Web Browser Google Chrome* untuk mengakses sistem.

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yaitu langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan data jenis hama dan penyakit pada tanaman kopi, gejala-gejala dari hama dan penyakit serta solusi bagaimana penanganannya, dan mempelajari metode *breadth first search*. Data-data yang digunakan dalam studi literatur diperoleh dengan cara mengumpulkan

jurnal, penelusuran materi melalui media internet, serta buku-buku yang berkaitan dengan topik penelitian dan wawancara kepada pakar secara langsung.

3.3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 metode yaitu melalui studi pustaka dan wawancara.

A. Studi pustaka

Pada tahapan ini pengumpulan data dilakukan dengan mencari berbagai literatur seperti buku, jurnal, penelusuran media internet ataupun dokumen yang berkaitan dengan tema penelitian.

B. Wawancara

Pada tahapan ini pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara atau berkonsultasi langsung dengan Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc seorang ahli/pakar hama dan penyakit tanaman kopi dan juga menjabat sebagai guru besar Universitas Lampung dalam bidang hama tanaman. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data-data yang *valid*, selanjutnya data-data yang telah dikumpulkan disusun menjadi basis aturan yang akan digunakan dalam sistem pakar.

3.3.3 Perancangan Sistem

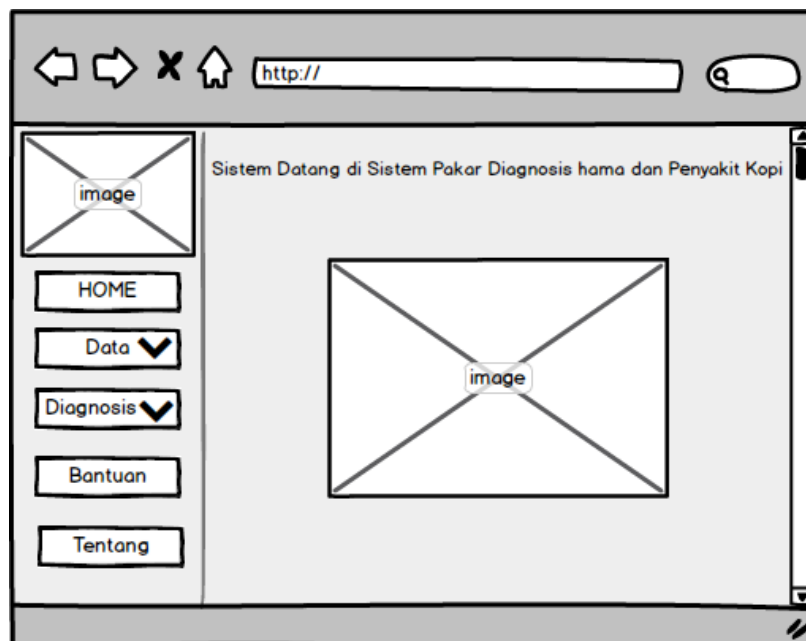
Perancangan sistem merupakan tahapan rencana pengembangan sistem kedalam bentuk desain yang digunakan untuk memudahkan pengguna melihat rancangan sistem yang dibuat.

3.3.3.1 Rancangan Antarmuka (*Interface*)

Perancangan *interface* bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam memahami sistem yang akan dibangun pada penelitian ini.

A. Halaman Utama

Halaman utama merupakan halaman yang pertama kali tampil ketika pengguna akan mengakses suatu sistem. Rancangan tampilan halaman utama dapat dilihat pada Gambar 3.2.



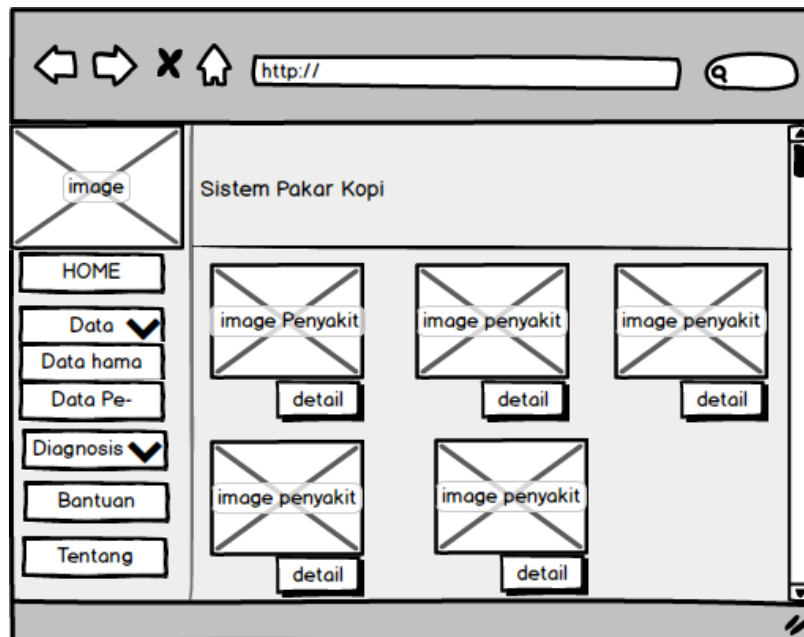
Gambar 3. 2 Rancangan Halaman Utama

Pada halaman utama sistem terdapat beberapa menu yang dapat diakses oleh pengguna seperti menu data penyakit, data hama, diagnosis, tentang dan menu bantuan.

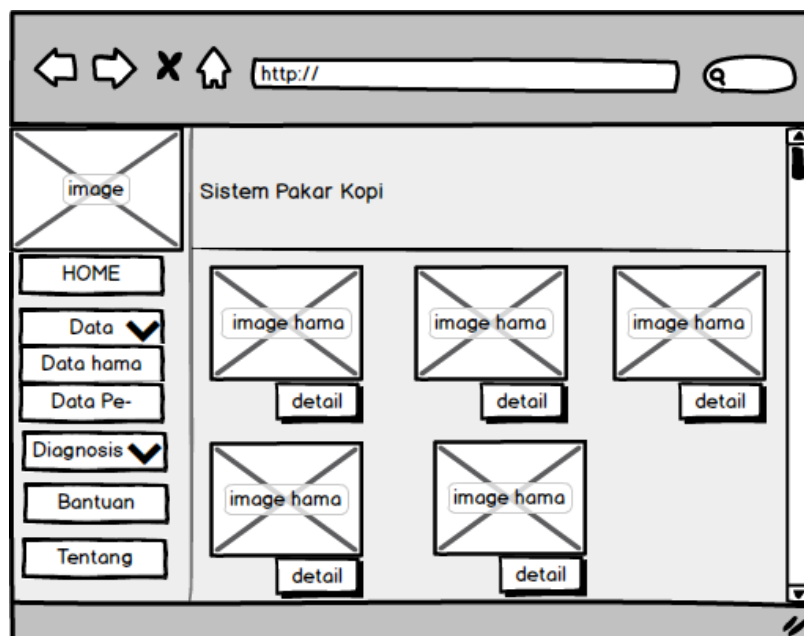
B. Halaman Data Penyakit Dan Data Hama

Pada halaman data penyakit maupun data hama pengguna akan diberikan informasi tentang penyakit/hama yang ada pada tanaman kopi, tampilan halaman

data penyakit ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan tampilan halaman data hama di tunjukkan pada Gambar 3.4

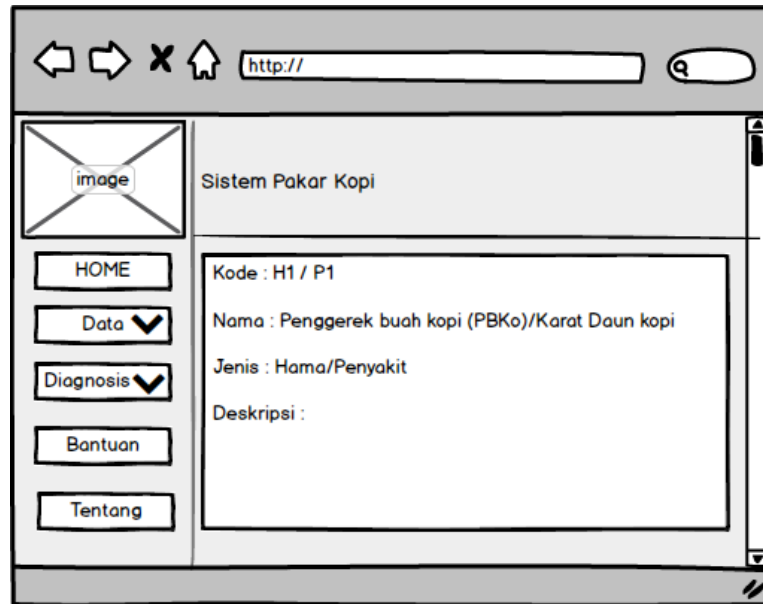


Gambar 3. 3 Rancangan Halaman Data Penyakit



Gambar 3. 4 Rancangan Halaman Data Hama

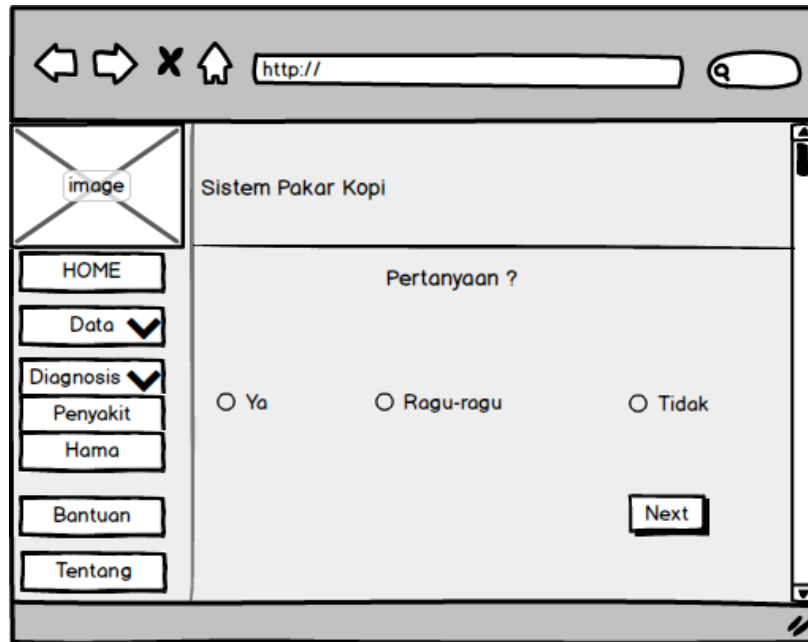
Pengguna dapat melihat detail penyakit atau detail hama dengan cara mengklik *button* detail yang berada dibawah gambar penyakit atau hama. Gambar 3.5 menunjukkan halaman detail penyakit atau hama pada sistem pakar tanaman kopi.



Gambar 3. 5 Rancangan Halaman Detail Hama/Penyakit.

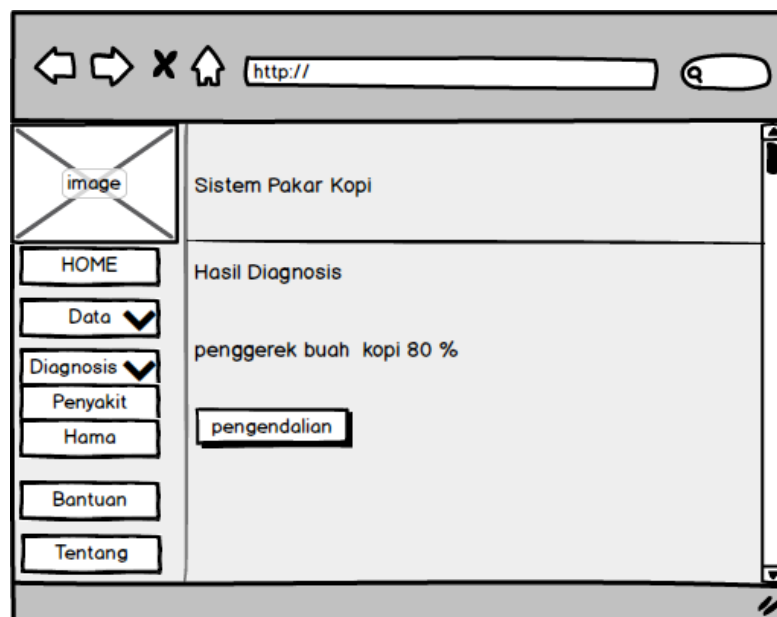
C. Halaman Diagnosis

Halaman diagnosis memiliki 2 sub menu dimana pengguna dapat melakukan diagnosis terhadap hama atau penyakit. Halaman diagnosis dapat dilihat pada Gambar 3.6. Pada halaman diagnosis pengguna hanya perlu menjawab pertanyaan lalu memilih jawaban ya, ragu-ragu atau tidak.



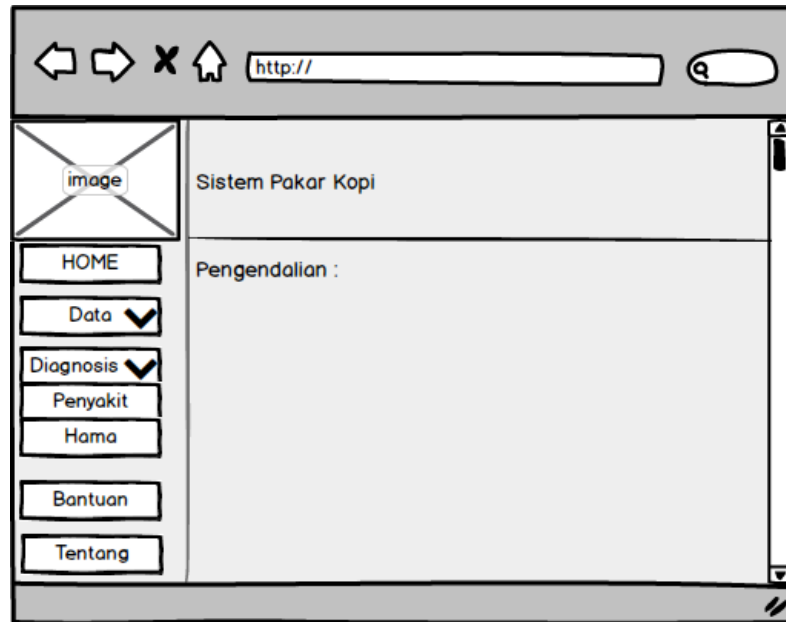
Gambar 3. 6 Rancangan Halaman Diagnosis

Setelah pengguna menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan oleh sistem dalam mendiagnosis hama atau penyakit pada tanaman kopi, selanjutnya sistem akan menampilkan hasil diagnosis. Rancangan tampilan hasil diagnosis dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Rancangan Halaman Hasil Diagnosis

Untuk melihat cara pengendalian mengenai hama atau penyakit pengguna dapat mengklik *button* pengendalian. Tampilan halaman pengendalian dapat dilihat pada Gambar 3.8

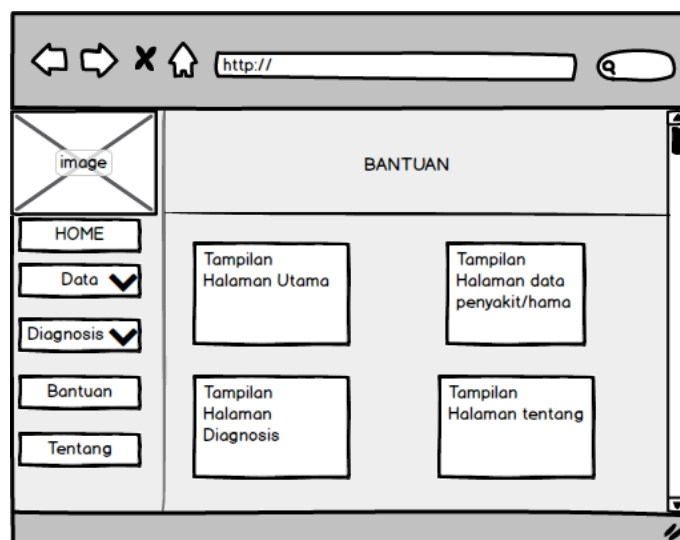


Gambar 3. 8 Rancangan Halaman Pengendalian

D. Halaman Bantuan

Halaman bantuan berisi bantuan bagi pengguna untuk mengakses sistem ini.

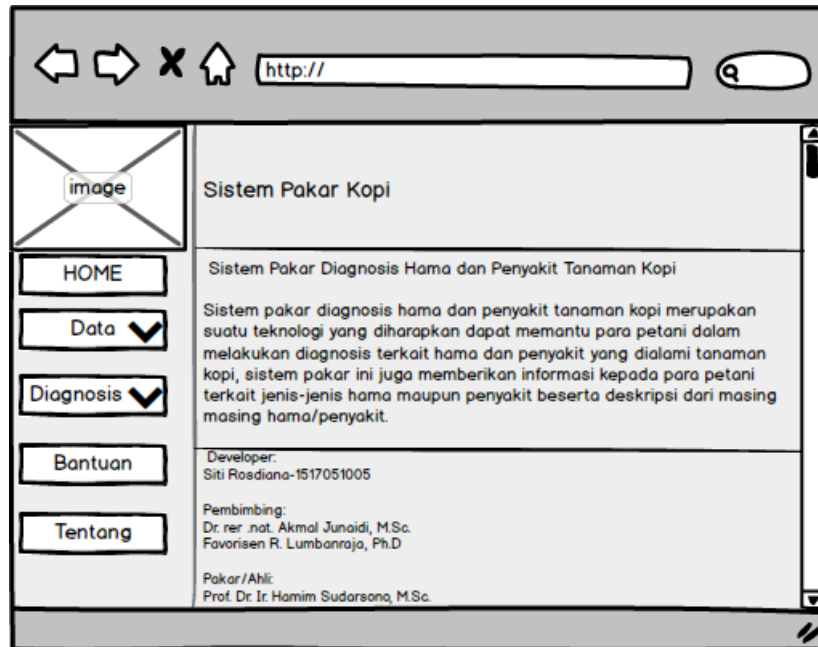
Rancangan halaman bantuan dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Rancangan Halaman Bantuan

E. Halaman Tentang

Halaman tentang berisi informasi mengenai sistem pakar dan juga mengenai pengembangnya. Gambar 3.10 menunjukkan tampilan halaman tentang.



Gambar 3. 10 Rancangan Halaman Tentang

3.3.3.2 Penerapan Metode *Breadth First Search*

Dalam sistem pakar algoritma BFS digunakan untuk melakukan penelusuran data. Algoritma ini memiliki kelebihan seperti algoritma BFS tidak akan menemukan jalan buntu, jika ada satu solusi maka algoritma BFS akan menemukannya. Dan jika ada lebih dari satu solusi maka solusi minimum akan ditemukan artinya solusi yang ditemukan adalah solusi yang paling baik.

3.3.3.3 Pembobotan Nilai

Pembobotan nilai yang digunakan dalam sistem pakar ini yaitu menggunakan metode *Certainty Factor*. Alasan penggunaan metode ini karena dapat memberikan hasil yang akurat yang didapatkan dari perhitungan berdasarkan

bobot gejala yang dipilih pengguna, mampu memberikan jawaban pada permasalahan yang tidak pasti kebenarannya seperti masalah diagnosis resiko penyakit, dan dengan metode ini pakar menggambarkan keyakinan seorang pakar dengan memberikan bobot keyakinan sesuai dengan pengetahuan pakar terkait

3.3.4 Implementasi

Setelah tahapan perancangan sistem selesai maka tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan perancangan sistem kedalam sistem yang akan dibangun, dimana sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman *php*, *html* dan *database MariaDB*.

3.3.5 Pengujian

Sebelum sistem digunakan banyak orang/pengguna maka wajib dilakukan pengujian sistem sehingga dengan adanya pengujian maka akan dipastikan bahwa sistem menghasilkan informasi yang akurat. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian internal dan eksternal.

A. Pengujian Fungsional

Pengujian yang dilakukan yaitu menggunakan metode *black box testing* dengan teknik *equivalence partitioning* (EP). Pengujian EP dapat digunakan untuk mencari kesalahan pada fungsi, dapat mengetahui kesalahan pada *interface* dan kesalahan struktur data sehingga dapat mengurangi masalah terhadap nilai masukan. Contoh rancangan daftar pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Contoh Rancangan Daftar Pengujian Blackbox Testing

No.	Kelas Uji	Daftar Pengujian	Kasus Uji	Hasil yang diharapkan
1.	Fungsi pada halaman data hama dan penyakit	Data hama	Pengguna mengklik sub menu data hama	Tampil halaman data hama
		Data penyakit	Pengguna mengklik sub menu data penyakit	Tampil halaman data hama
2.	Fungsi button detail hama/penyakit	Button detail pada setiap gambar hama/penyakit	Pengguna mengklik button detail	Tampil halaman detail hama/detail penyakit
3.	Fungsi halaman diagnosis	Diagnosis hama	Pengguna memilih jawaban kemudian menekan button next	Tampil Halaman pertanyaan selanjutnya atau halaman hasil diagnosis hama
		Diagnosis penyakit	Pengguna memilih jawaban kemudian menekan button next	Tampil Halaman pertanyaan selanjutnya atau halaman hasil diagnosis penyakit
4.	Fungsi Halaman Pengendalian hama/penyakit	Button pengendalian pada setiap hasil diagnosis hama/penyakit	Pengguna mengklik button pengendalian hama/penyakit	Tampil halaman pengendalian hama/penyakit

B. Pengujian Kepakaran Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk menguji kemampuan sistem pakar dalam mendiagnosa hama dan penyakit kopi berdasarkan gejala-gejala yang diberikan. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosis pakar dengan hasil diagnosis sistem.

C. Evaluasi Sistem oleh Pengguna

Evaluasi sistem oleh pengguna dilakukan dengan cara menggunakan metode kuesioner dengan skala penilaian 1-5. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui penilaian pengguna/responden mengenai tampilan/GUI sistem pakar yang telah dibangun. Dimana nantinya yang akan melakukan pengujian ini adalah petani atau *it user* seperti mahasiswa dari Jurusan Ilmu Komputer.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Metode *Breadth First Search* (BFS) dan *Certainty Factor* telah berhasil diimplementasikan dalam sistem pakar dimana *Breadth First Search* digunakan sebagai teknik penelusuran data dan *Certainty Fator* digunakan sebagai teknik perhitungan/pembobotan pada setiap gejala.
2. Sistem pakar kopi dapat memberikan informasi mengenai 5 hama yaitu hama PBKo, Penggerek batang, Penggerek cabang, Kutu Hijau, Kutu Putih dan 5 penyakit seperti Karat Daun Kopi, Bercak Daun Kopi, Nematoda, Jamur Upas dan Penyakit Akar. Seperti gejala, deskripsi, cara pengendalian serta gambar hama dan penyakit tersebut.
3. Sistem dapat memberikan nilai keyakinan hasil diagnosis hama dan penyakit berdasarkan fakta dan pengetahuan yang diberikan. Nilai tersebut didapatkan dengan menggunakan proses perhitungan *certainty factor* yang telah diverifikasi oleh seorang pakar dan nilai CF dari pengguna sistem itu sendiri.
4. Berdasarkan evaluasi sistem oleh pengguna, dari 9 pernyataan yang dinilai oleh kelompok responden I (pakar), responden II (petani dan mahasiswa fakultas pertanian) dan kelompok responden III (mahasiswa jurusan ilmu

komputer) dengan total 30 orang responden. Berdasarkan kuesioner yang diberikan diperoleh kepuasan pengguna terhadap sistem pakar dimana dari kelompok responden I dan II sistem dikategorikan baik, dan pada kelompok responden 3 pengguna memberikan penilaian bahwa sistem sangat baik.

5. Dari pengujian *black box testing*, berdasarkan *test case* yang diberikan, dapat disimpulkan bahwa fungsi dari setiap menu utama sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan dari penelitian ini agar sistem dapat dikembangkan lebih baik lagi adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan atau melengkapi data hama dan penyakit, gejala serta gambar terkait hama dan penyakit pada sistem.
2. Menambahkan fitur atau menu kamera (gambar) untuk lebih mempermudah dan membantu petani saat melakukan proses identifikasi/diagnosis berdasarkan gejala.
3. Bahasa pada deskripsi dan pengendalian hama dan penyakit lebih disederhanakan agar pengguna lebih mudah mengerti. Hal ini perlu dipertimbangkan karena pengguna sistem adalah petani yang awam.
4. Evaluasi sistem oleh pengguna berupa kuesioner oleh petani kopi menunjukkan kendala bahwa tidak semua petani bisa mengakses internet melalui *web browser*, pengguna sistem sebaiknya diarahkan untuk para penyuluh tani yang diharapkan sistem dapat membantu tugas-tugas penyuluhan dalam melakukan sosialisasi mengenai hama dan penyakit pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta. Penerbit Kanisus.
- Anhar. 2010. *Panduan Menguasai PHP dan Mysql*. Jakarta:Nedia Kita.
- Azwar, S. 2011. *Metode Penelitian* . Yogyakarta. Pustaka Pelajar.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Kopi Indonesia*. Jakarta. Badan Pusat Statistik.
- Cahyono, B. 2012. *Sukses Berkebun Kopi*. Jakarta. Penerbit Mina.
- Danarti dan Najayani, S. 2004. *Kopi: Budidaya dan Penanganan Pasca Panen*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Djarwanto. 1996. *Mengenal Beberapa Uji Statistik Dalam Penelitian*. Jakarta. Liberty.
- Direktorat Perlindungan Perkebunan. 2002. *Musuh Alami, Hama, dan Penyakit Tanaman Kopi*. Jakarta. Departemen Pertanian.
- Firmansyah, N, Johar, A, dan Prasetyo. 2017. Sistem Pakar Identifikasi Pengecekan Kualitas Kopi Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal Rekursif*. Vol. 5, No. 3 : 298-306.
- Hartati, S. & Iswanti, S. 2013. *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Indrawaty, Y, Hermana, A.N, dan Rinanto, V.S. 2011. Simulasi Pergerakan Langkah Kuda Menggunakan Metode Breadth First Search. *Media Informatika*. 2 (3) : 1-7.

- Kristanto, A. 2004. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Kusrini. 2006. *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Kusrini. 2008. *Aplikasi Sistem Pakar*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Nidhra, S dan Dondeti, J. 2012. Black box and White Box Testing Techniques=A Literature Review. *International Journal of Embedded System and Applications(IJESA)*. Vol.2, No.2 : 8-9.
- Raharjo, B. Heryanto, I dan Rk, Enjang. 2012. *Pemrograman Web (HTML, PHP, dan MYSQL)*. Jakarta. Modula.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Sibagariang, S. 2015. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Android. *Jurnal TIMES*. Vol. IV, No. 2.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Turban, Efrain. 2005. *Decision Support System and Inteligence System*. Yogyakarta: Andi.
- Wijaya, E. 2013. Analisis Penggunaan Algoritma Breadth First Search dalam Konsep Artificial Intellegencia. *Jurnal TIME*. 2 (2) : 18-26.
- Yahmadi, M. 2007. *Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia*. Jawa Timur . PT Bina Ilmu Offset.
- Zai, D, Budiati, H, dan Berutu, S.S. 2016. Simulasi Rute Terpendek Lokasi Pariwisata Dengan Metode Breadth First Search dan Tabu Search. *Jurnal InFact*. Vol. 1, No. 2: 30-41.
- Zulkifli, A. 2003. *Manajemen Sistem Informasi*. Jakarta Gramedia Pustaka Utama.