PEMODELAN SISTEM PAKAR IDENTIFIKASI HAMA-PENYAKIT PADA TANAMAN KAPAS DENGAN METODE *DEMPSTER-SHAFER*

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
DYNDA PERWARY
NIM. 105060800111061

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGESAHAN

PEMODELAN SISTEM PAKAR IDENTIFIKASI HAMA-PENYAKIT PADA TANAMAN KAPAS DENGAN METODE *DEMPSTER-SHAFER*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
DYNDA PERWARY
NIM:105060800111061

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
16 Agustus 2016
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Nurul Hidayat, S.Pd., MSc	Drs. Achmad Ridok, M.Kom
NIP. 19680430 200212 1 001	NIP. 19680825 199403 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 16 Agustus 2016

Dynda Perwary

NIM: 105060800111061

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama-Penyakit Pada Tanaman Kapas Dengan Metode *Dempster-Shafer*"** dengan baik. Melalui kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pengerjaan skripsi, diantaranya:

1. Nurul Hidayat, S.Pd, M.Sc . selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu dan saran selama penyusunan skripsi ini.
2. Drs. Achmad Ridok, M.Kom. selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan ilmu dan saran selama penyusunan skripsi ini.
3. Kedua orang tua Dedy Warsito dan Erna Widari yang telah memberi motivasi, kasih sayang serta dukungan moril dan materil. Kakak saya Dynna Chiptaningrum dan Adik saya tercinta Dyan Vahmy yang telah banyak memberikan bantuan, dukungan dan doa dalam proses pengerjaan skripsi ini. Serta keponakan-keponakan saya tercinta Jagad Lanangjati, Bulan Kusuma Putri yang memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi ini dari awal sampai akhir.
4. Kakak saya Rinanto Wibowo dan segenap keluarga besar M. Dasoeki yang telah memberikan dukungan dan doa dalam proses pengerjaan skripsi ini.
5. Segenap bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada Penulis selama menempuh pendidikan di Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
6. Drs. Dwi Adi Sunarto, M.P yang telah meluangkan waktu dalam memberikan ilmu dan data yang dibutuhkan penulis untuk menyelesaikan skripsi.
7. Anisa Rachmawati, Niar Ariati, Lita Karima S.Kom, Sri Wahyuni, Reza Dwi R, Koko Pradityo, Innes Yunia, S.Kom, Osi Adha S.Kom, teman-teman yang selalu memberi dukungan, bantuan dan semangat selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini .
8. Fitria Aji Wulandari, Uvy Navelia Hardysta, Endah Dwi Hapsari, Jevia Purnamasari, Fredita Kusuma, Triganna Widyana, kawan saya yang bersedia mendengar segala keluh kesah dan memberikan semangat dan dukungan serta doa.
9. Semua teman-teman PTIIK, khususnya Informatika/Ilmu Komputer angkatan 2010 terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya skripsi ini.

Semoga jasa dan amal baik mendapatkan balasan dari Allah SWT. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca terutama mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya

Malang, 16 Agustus 2016

Penulis

ABSTRAK

Dynda Perwary. 2016. Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama-Penyakit Pada Tanaman Kapas Dengan Metode *Dempster-Shafer.* Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen Pembimbing: Nurul Hidayat, S.Pd. dan Drs.Achmad Ridok, M.Kom.

Tanaman kapas merupakan penghasil bahan baku utama dalam industri tekstil di dunia, sehingga permintaan akan bahan baku serat kapas setiap tahunnya terus meningkat terutama dalam industri tekstil nasional. Namun budidaya tanaman kapas memiliki faktor pembatas termasuk organism pengganggu tanaman (OPT). Salah satu faktor utama yaitu hama penyakit. Hal ini berakibat pada sulitnya meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman kapas. Kesulitan disebabkan oleh proses identifikasi selama ini masih dilakukan oleh para pembudidaya tanaman kapas dengan pengetahuan tentang tanaman kapas yang belum optimal dan bergantung pada terbatasnya tenaga praktisi dan penyuluh tanaman kapas. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem pakar yang dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Hal tersebut diharapkan dapat meminimalisir resiko gagal panen dan membantu penentuan upaya pengendalian secara strategis**.** Sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit pada tanaman kapas ini dapat mendeteksi 30 jenis hama penyakit dengan 71 gejala. Proses perhitungan menggunakan metode *Dempster-shafer* untuk mendapatkan output hasil identifikasi. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan dengan prosentase 100%. Sedangkan tingkat akurasi sistem sebesar 90% yang diujikan pada 30 data kasus dimana terdapat 3 kasus yang memiliki hasil deteksi berbeda antara sistem dan pakar. Hal ini menunjukkan system pakar sudah cukup baik dan dapat diterapkan.

Kata kunci: *Dempster-Shafer*, Hama Penyakit Tanaman Kapas, Pemodelan Sistem Pakar

ABSTRACT

Dynda Perwary. 2016. *Modeling expert system for pests and diseases identification of tree cotton with Dempster-Shafer Method. Information Technology and Computer Science Program, Brawijaya University, Malang. Advisor*: Nurul Hidayat, S.Pd. *and*Drs.Achmad Ridok, M.Kom.

Cotton plant is producing the main raw material of textile industry in the world, so the demand for raw materials of cotton fiber annually continues to rise, especially in the national textile industry. But *demand is hampered with the limiting factor, and one of them is Organisme Pengganggu Tanaman (OPT: plant-disrupting organism). One of which is the pests and diseases. It cause difficulty in improving the quantity and quality of cotton plants. Difficulties caused by the detection process is still done by growers of cotton plants with not optimal knowledge abot cotton plant, so that depend on the limited of plants practitioners. Therefore, it needs an expert* sistem *that can resolve the problem as was done by the experts. It is expected to minimize the risk of crop failure and help determine strategic control efforts. Expert* sistem *detection of pests and diseases on cotton plants can detect 30 pest with 71 symptoms. Calculation process using Dempster-shafer method to get the output detection results. Based on the results of functionality testing of the* sistem *can be run 100% in accordance with the requirement of. The level of* sistem *accuracy is 90% were tested on 30 data cases in which there are three cases that have different detection results between* sistem*s and experts*

Keyword :*Dempster-Shafer, Tree Cottonbugs and Plant Disease, Expert System Models*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xvi
DAFTAR LAMPIRAN xxi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Rumusan masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Manfaat 3
1.5 Batasan masalah 3
1.6 Sistematika pembahasan 3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 5
2.1 Kajian Pustaka 5
2.2 Pemodelan 10
2.3 System Pakar (*Expert System*) 10
2.3.1 Konsep Dasar Sistem Pakar 11
2.3.2 Ciri-Ciri Sistem Pakar 12
2.3.3 Bentuk Sistem Pakar 12
2.3.4 Keuntungan Sistem Pakar 12
2.3.5 Kekurangan Sistem Pakar 13
2.3.6 Struktur Sistem Pakar 13
2.3.7 Basis Pengetahuan 15
2.3.8 Metode Inferensi 16
2.3.8.1 Forward Chaining 16
2.3.9 Ketidakpastian 16
2.4 Teori *Dempster Shafer* 17

2.5 Tanaman Kapas 22
2.6 Hama dan Penyakit Tanaman Kapas 23
2.6.1 Jenis Hama Yang menyerang Tanaman Kapas 23
2.6.1.1 Wereng Kapas Amrasca Biguttula (Ishida) 24
2.6.1.2 *Penggerek Buah Kapas Merah Jambu* Pectinophora Gossypiela 24
2.6.1.3 Penggerek Buah Kapas Helicoverpa Armigera 25
2.6.1.4 *Penggerek Pucuk dan Buah* Earias Vitella 25
2.6.1.5 Ulat Daun Spodoptera Litura 26
2.6.1.6 Ulat Penggulung Daun Syllepta Degorata 26
2.6.1.7 Ulat Jengkal Anomis Flava 27
2.6.1.8 Penggorok Daun Phyllonorichter triarcha 27
2.6.1.9 Kutu Kebul Bemisia Tabaci 28
2.6.1.10 Kutu Daun Kapas Aphis Gossyppi 28
2.6.1.11 Ulat Rapala Jarbas 29
2.6.1.12 Penggerek Daun Bucculatrix Gossypii 29
2.6.1.13 Pelipat Daun Homona Coffearia 30
2.6.1.14 Kutu Putih 30
2.6.1.15 Bapak Pucung Dysdercus Cingulatus 31
2.6.1.16 Kepik Hijau Nezara viridulla 31
2.6.1.17 Kepik Biji Kapas Oxycarinus Lugubris 32
2.6.1.18 Kumbang Moncong Hypomeces Squamosus 32
2.6.2 Jenis Penyakit yang Menyerang Tanaman Kapas 33
2.6.2.1 Penyakit Bibit 33
2.6.2.2 Penyakit Hawar Bakteri 34
2.6.2.3 Penyakit Busuk Arang 34
2.6.2.4 Penyakit Busuk Buah 35
2.6.2.5 Penyakit Layu Fusarium/Vaskuler 36
2.6.2.6 Penyakit Embun Tepung (Areolate Mildew) 37
2.6.2.7 Penyakit Becak Daun 37
2.6.2.8 Penyakit Non-Patogenik (Kekurangan N) 38
2.6.2.9 Penyakit Non-Patogenik (Kekurangan P) 38
2.6.2.10 Penyakit Non-Patogenik (Kekurangan K) 38

2.6.2.11 Penyakit Rebah Kecambah (Damping-Off) 38
2.6.2.12 Penyakit Antraknose 39
2.7 *Data Flow Diagram* (DFD) 39
2.8 *Entity-Relationship Diagram* (ERD) 45
2.9 Pengujian *Blackbox* 46
2.10 Pengujian Akurasi 46
BAB 3 METODOLOGI DAN PERANCANGAN 47
3.1 Studi Literatur 48
3.2 Pengumpulan Data 48
3.3 Preproses Data 49
3.4 Analisa Kebutuhan 49
3.4.1 Analisa Kebutuhan Pengguna 50
3.4.2 Analisa Kebutuhan Masukan 50
3.4.3 Analisa Kebutuhan Proses 53
3.4.4 Analisa Kebutuhan Keluaran 50
3.5 Perancangan Sistem 53
3.5.1 Diagram Blok Sistem 54
3.5.2 Arsitektur Sistem Pakar 55
3.5.3 Akuisisi Pengetahuan 56
3.5.4 Basis Pengetahuan 63
3.5.5 Mesin Inferensi 81
3.5.5.1 *Perhitungan Kasus Secara Manual Dengan Metode* Dempster-Shafer 83
3.5.6 *Blackboard* (Daerah kerja) 94
3.5.7 Fasilitas Penjelas 94
3.5.8 Antarmuka 95
3.5.8.1 Halaman Login 97
3.5.8.2 Halaman Registrasi 97
3.5.8.3 Halaman Identifikasi 98
3.5.8.4 Halaman Data Hama Penyakit 99
3.5.8.5 Halaman Ubah Data Hama Penyakit 100
3.5.8.6 Halaman Data Gejala 101
3.5.8.7 Halaman Ubah Data Gejala 102

3.5.8.8 Halaman Data Aturan 103
3.5.8.9 Halaman Ubah Data Aturan 104
3.5.8.10 Halaman Info Hama Penyakit 105
3.5.8.11 Halaman Data User 106
3.5.8.12 Halaman Ubah Data User 107
3.5.8.13 Halaman About 108
3.5.8.14 Halaman Bantuan 108
3.5.8.15 Halaman History 109
3.5.9 Perancangan Perangkat Lunak 110
3.5.9.1 Entity Relationship Diagram (ERD) 110
3.5.9.2 Data Flow Diagram 111
3.6 Implementasi Sistem 114
3.7 Pengujian Sistem 115
3.8 Pengambilan Kesimpulan 115
BAB 4 IMPLEMENTASI 116
4.1 Spesifikasi Sistem 117
4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras 117
4.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak 117
4.2 Batasan Implementasi 117
4.3 Implementasi Sistem Pakar 118
4.3.1 Implementasi Basis Pengetahuan 118
4.3.1.1 Implementasi Basis Data 118
4.3.1.2 Implementasi Aturan 119
4.3.2 Implementasi Mesin Inferensi 119
4.3.2.1 Implementasi Algoritma Perhitungan 1 Gejala 119
4.3.2.2 Implementasi Algoritma Perhitungan Lebih Dari 1 Gejala 120
4.3.3 Implementasi Antarmuka 124
4.3.3.1 Implementasi Antarmuka Halaman Login 124
4.3.3.2 Implementasi Antarmuka Halaman Registrasi 125
4.3.3.3 Implementasi Antarmuka Halaman Identifikasi 126
4.3.3.4 Implementasi Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit 126

4.3.3.5 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Hama Penyakit 127
4.3.3.6 Implementasi Antarmuka Halaman Info Penyakit 128
4.3.3.7 Implementasi Antarmuka Halaman Data Gejala 129
4.3.3.8 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Gejala . 129
4.3.3.9 Implementasi Antarmuka Halaman Data Aturan 130
4.3.3.10 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Aturan 131
4.3.3.11 Implementasi Antarmuka Halaman About 131
4.3.3.12 Implementasi Antarmuka Halaman Bantuan 132
4.3.3.13 Implementasi Antarmuka Halaman History Identifikasi 132
4.3.3.14 Implementasi Antarmuka Halaman Master Data User ..... .133
4.3.3.15 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data User.. 133
BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISA 135
5.1 Pengujian *Black Box* 135
5.1.1 Skenario Pengujian *Black Box* 136
5.1.1.1 Tujuan 136
5.1.1.2 Prosedur 136
5.1.2 Analisis Hasil Skenario Pengujian Fungsionalitas 164
5.2 Pengujian Tingkat Akurasi 164
5.2.1 Skenario Pengujian Akurasi 165
5.2.1.1 Tujuan 165
5.2.1.2 Prosedur 165
5.2.1.3 Hasil 172
5.2.2 Analisa Hasil Pengujian Akurasi 173
BAB 6 Penutup 175
6.1 Kesimpulan 175
6.2 Saran 175
DAFTAR PUSTAKA 175

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka 7
Tabel 2.2 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 1 19
Tabel 2.3 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 1 20
Tabel 2.4 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 2 21
Tabel 2.5 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 2 22
Tabel 3.1 Penentuan Kebutuhan Data Penelitian 48
Tabel 3.2 Deskripsi User 50
Tabel 3.3 Daftar Kebutuhan Fungsional 51
Tabel 3.4 Akuisisi Gejala dan Nilai Densitas Hama Penyakit Tanaman Kapas 57
Tabel 3.5 Pengetahuan Gejala Hama Penyakit dan Nilai Densitas 64
Tabel 3.6 Data Gejala Hama dan Penyakit Tanaman Kapas 73
Tabel 3.7 Data Hama dan Penyakit Tanaman Kapas 76
Tabel 3.8 Data Aturan 78
Tabel 3.9 Aturan kombinasi untuk m3 Kasus 2 78
Tabel 3.10 Aturan kombinasi untuk m5 Kasus 2 86
Tabel 3.11 Aturan kombinasi untuk m5 Kasus 2 88
Tabel 3.12 Aturan kombinasi untuk m9 Kasus 2 90
Tabel 3.13 Aturan kombinasi untuk m11 Kasus 2 92
Tabel 3.14 Tampilan tabel matrix perhitungan m1 dan m2 95
Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras 117
Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak 117
Tabel 5.1 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Login 136
Tabel 5.2 Skenario Pengujian Blackbox Proses Login 137
Tabel 5.3 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Registrasi Pengguna 138
Tabel 5.4 Skenario Pengujian blackbox Proses Registrasi Pengguna 138
Tabel 5.5 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Master Data User 139
Tabel 5.6 Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Master Data User 140
Tabel 5.7 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data User 140
Tabel 5.8 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data User 141
Tabel 5.9 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar User 141
Tabel 5.10 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar User 142

Tabel 5.11 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data User 142
Tabel 5.12 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data User 143
Tabel 5.13 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data User 143
Tabel 5.14 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data User 144
Tabel 5.15 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Halaman Data Hama Penyakit 144
Tabel 5.16 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Data Hama Penyakit 144
Tabel 5.17 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data Hama Penyakit 145
Tabel 5.18 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data Hama Penyakit . 146
Tabel 5.19 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar Hama Penyakit... 146
Tabel 5.20 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar Hama Penyakit 147
Tabel 5.21 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data Hama Penyakit t..... 147
Tabel 5.22 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data Hama Penyakit..... 148
Tabel 5.23 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data Hama Penyakit 148
Tabel 5.24 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data Hama Penyakit 149
Tabel 5.25 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Halaman Data Gejala 149
Tabel 5.26 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Data Gejala 149
Tabel 5.27 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data Gejala..... 150
Tabel 5.28 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data Gejala 151
Tabel 5.29 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar Gejala..... 151
Tabel 5.30 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar Gejala ... 152
Tabel 5.31 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data Gejala 152
Tabel 5.32 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data Gejala..... 153
Tabel 5.33 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data Gejala..... 153
Tabel 5.34 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data Gejala 154
Tabel 5.35 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Halaman Data Aturan ... 154
Tabel 5.36 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Data Aturan 154
Tabel 5.37 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data Aturan..... 155
Tabel 5.38 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data Aturan 156
Tabel 5.39 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar Aturan..... 156
Tabel 5.40 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar Aturan .. 157

Tabel 5.41 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data Aturan 157
Tabel 5.42 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data Aturan..... 158
Tabel 5.43 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data Aturan..... 158
Tabel 5.44 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data Aturan 159
Tabel 5.45 Penjelasan Kasus Uji Proses Identifikasi..... 159
Tabel 5.46 Skenario Pengujian Blackbox Proses Identifikasi 160
Tabel 5.47 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Info Hama Penyakit 160
Tabel 5.48 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Info Hama Penyakit 161
Tabel 5.49 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Blackbox Proses Logout..... 161
Tabel 5.50 Skenario Pengujian Blackbox Proses Logout..... 162
Tabel 5.51 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Bantuan 162
Tabel 5.52 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Bantuan 162
Tabel 5.53 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan About 163
Tabel 5.54 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan About..... 163
Tabel 5.55 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan History..... 163
Tabel 5.56 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan About..... 164
Tabel 5.57 Pengujian Akurasi Hasil Deteksi Sistem dengan Pakar..... 165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sruktur Sistem Pakar 14
Gambar 2.2 Alur Metode Forward Chaining 16
Gambar 2.3 Tanaman Kapas 23
Gambar 2.4 Hama Wereng Kapas Amrasca Biguttula 24
Gambar 2.5 Hama Penggerek Buah Kapas Merah Jambu Pectinophora Gossypiela 25
Gambar 2.6 Hama Penggerek Buah Kapas Helicoverpa Armigera 25
Gambar 2.7 Hama Penggerek Pucuk dan Buah Earias Vitella 26
Gambar 2.8 Hama Ulat Daun Spodoptera Litura 26
Gambar 2.9 Hama Ulat Penggulung Daun Syllepta Degorata 27
Gambar 2.10 Hama Ulat Jengkal Anomis Flava 27
Gambar 2.11 Hama Penggorok Daun Phyllonorichter triarcha 28
Gambar 2.12 Kutu Kebul Bemisia Tabaci 28
Gambar 2.13 Hama Kutu Daun Kapas Aphis Gossyppi 29
Gambar 2.14 Hama Rapala Jarbas 29
Gambar 2.15 Hama Penggerek Daun Bucculatrix Gossypii 30
Gambar 2.16 Hama Pelipat Daun Homona Coffearia 30
Gambar 2.17 Hama Kutu Putih Lawana Candida 31
Gambar 2.18 Hama Kutu Putih Ferrisia Virgata 31
Gambar 2.19 Hama Bapak Pucung Dysdercus Cingulatus 31
Gambar 2.20 Hama Kepik Hijau Nezara viridulla 32
Gambar 2.21 Hama Kepik Kepik Biji Kapas Oxycarinus Lugubris 32
Gambar 2.22 Hama Kumbang Moncong Hypomeces Squamosus 33
Gambar 2.23 Tanaman Kapas Yang Terserang Penyakit Bibit 34
Gambar 2.24 Gejala Penyakit Hawar Bakteri disebabkan oleh Xanthomonas Campestrispv pv mal-vacearum 34
Gambar 2.25 Gejala Penyakit Busuk Arang (Charcoal rot) 35
Gambar 2.26 Gejala Penyakit Busuk Buah (Boll rot) 35
Gambar 2.27 Gejala Penyakit Layu Fusarium 36
Gambar 2.28 Gejala Penyakit Embun Tepung (Areolate Mildew) 37
Gambar 2.29 Gejala Penyakit Becak Daun 37

Gambar 2.30 Gejala Penyakit Rebah Kecambah (Damping-off) 38
Gambar 2.31 Gejala Penyakit Antraknose 39
Gambar 2.32 Simbol Terminator 40
Gambar 2.33 Jenis Terminator 40
Gambar 2.34 Simbol Proses 41
Gambar 2.35 Jenis Proses 41
Gambar 2.36 Simbol Data store 42
Gambar 2.37 Jenis Data store 42
Gambar 2.38 Konsep Data flow 43
Gambar 2.39 Simbol ERD 45
Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian 47
Gambar 3.2 Diagram Blok Proses Sistem Pakar DS 55
Gambar 3.3 Arsitektur Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas 56
Gambar 3.4 Mesin Inferensi *Forward chaining* dengan Metode *Dempster-shafer* 82
Gambar 3.5 *Flowchart* inferensi dengan Metode *Dempster Shafer* 83
Gambar 3.6 Sitemap Halaman Sistem Pakar Identifikasi Hama Penyakit kapas .. 96
Gambar 3.7 Perancangan Antarmuka Halaman Login 97
Gambar 3.8 Perancangan Antarmuka Halaman Registrasi 98
Gambar 3.9 Perancangan Antarmuka Halaman Identifikasi 99
Gambar 3.10 Perancangan Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit 100
Gambar 3.11 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data Hama Penyakit 101
Gambar 3.12 Perancangan Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit 102
Gambar 3.13 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data Gejala 103
Gambar 3.14 Perancangan Antarmuka Halaman Data Aturan 104
Gambar 3.15 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data Aturan 105
Gambar 3.16 Perancangan Antarmuka Halaman Info Hama Penyakit 105
Gambar 3.17 Perancangan Antarmuka Halaman Data *User* 106
Gambar 3.18 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data *User* 107
Gambar 3.19 Perancangan Antarmuka Halaman About 108
Gambar 3.20 Perancangan Antarmuka Halaman Bantuan 109
Gambar 3.21 Perancangan Antarmuka Halaman Riwayat 110

Gambar 3.22 Entity Relationship Diagram Sistem pakar Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Kapas 111
Gambar 3.23 *Data Flow Diagram* (DFD) level 0 Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas 112
Gambar 3.24 DFD Level 1 114
Gambar 3.25 Diagram Blok Pengujian Akurasi 115
Gambar 4.1 Pohon Implementasi 116
Gambar 4.2 Implementasi Diagram ER Sistem 118
Gambar 4.3 Implementasi Data Aturan 119
Gambar 4.4 Implementasi Antarmuka Halaman *Login* 125
Gambar 4.5 Implementasi Antarmuka Halaman Registrasi 125
Gambar 4.6 Implementasi Antarmuka Halaman Identifikasi 126
Gambar 4.7 Implementasi Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit 127
Gambar 4.8 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Hama Penyakit 128
Gambar 4.9 Implementasi Antarmuka Halaman Info Penyakit 128
Gambar 4.10 Implementasi Antarmuka Halaman Data Gejala 129
Gambar 4.11 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Gejala 130
Gambar 4.12 Implementasi Antarmuka Halaman Data Aturan 130
Gambar 4.13 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Aturan 131
Gambar 4.14 Implementasi Antarmuka Halaman *About* 131
Gambar 4.15 Implementasi Antarmuka Halaman Bantuan 132
Gambar 4.16 Implementasi Antarmuka Halaman *History* Identifikasi 132
Gambar 4.17 Implementasi Antarmuka Halaman Master Data *User* 133
Gambar 4.18 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data *User* 134
Gambar 5.1 Pohon Pengujian dan Analisa 135

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Dempster-Shafer Secara Umum 17
Persamaan 2.2 Notasi Plausibility Dempster-Shafer 17
Persamaan 2.3 Fungsi kombinasi m1 dan m2..... 18
Persamaan 2.4 Perhitungan Nilai Akurasi..... 46
Persamaan 5.1 Perhitungan Validasi 46

DAFTAR SOURCECODE

Sourcecode 4.1 Implementasi Algoritma Perhitungan 1 Gejala..... 120
Sourcecode 4.2 Implementasi Algoritma Perhitungan Lebih Dari 1 Gejala..... 124

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Wawancara L-1
LAMPIRAN 2 Data Kasus Tanaman Kapas L-4

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Tanaman kapas (*Gossypium Hirsutum L*) merupakan penghasil bahan baku utama dalam industri tekstil. Serat yang dihasilkan dapat dipintal menjadi benang dan ditenun menjadi kain (Kementrian Pertanian, 2014). Di Indonesia, tanaman kapas mulai dibudidayakan pada tahun 1670 dan menjadi varietas lokal sampai saat ini (Prabowo H, 2013). Permintaan akan bahan baku kapas untuk industri tekstil dalam negeri semakin meningkat seiring dengan perkembangan jumlah penduduk yakni 7,8 juta pintal pada tahun 2014 dan mengalami pertumbuhan sebesar 2% per tahun dalam 15 tahun terakhir. Pengembangan kapas di Indonesia hingga tahun 2014 masih sangat rendah karena hanya dapat memenuhi 8% kebutuhan bahan baku serat. Proses pembudiayaan tanaman kapas yang kurang optimal merupakan salah satu faktor yang berperan dalam masalah tersebut (Kementrian Pertanian, 2014).

Dalam pembudidayaan tanaman kapas, tidak dapat dipungkiri memiliki beberapa faktor yang menyebabkan kegagalan panen. Kegagalan panen bisa disebabkan karena adanya hama serangga dan penyakit yang dapat menyerang tanaman kapas. Tanaman kapas merupakan komoditas yang sangat disukai oleh berbagai jenis jasad pengganggu seperti hama serangga, serta gangguan fisiologis pada tanaman secara terus-menerus pada masa pertumbuhan tanaman. Adanya hama dan penyakit yang menjadi pembatas dalam pembudidayaan tanaman kapas (Nurindah, 2013). Untuk menanggulangi terjadinya kegagalan panen, perlu dilakukan identifikasi penyakit dan hama pada tanaman kapas sehingga mendapatkan penanganan yang tepat. Identifikasi dapat menanggulangi terjadinya serangan penyakit dan hama, sehingga kegagalan panen dapat dihindari.

Mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman kapas membutuhkan pengetahuan jenis hama dan penyakit serta gejala yang terjadi. Sedangkan masih adanya keterbatasan pakar dalam penyuluhan, menyebabkan pengetahuan mengenai hama dan penyakit ini masih belum optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman kapas tersebut yang menyamai kemampuan seorang pakar. Hal ini dapat membuat proses identifikasi dan pengendalian secara efektif karena penggunaan sistem pakar dapat mempermudah dan mempercepat proses identifikasi (Listiyono, 2008).

Beberapa penelitian terkait sistem pakar dilakukan oleh Delsika Syafitri, Rika Perdana Sari dan Kartika Diah Kusuma Wardhani berjudul "Sistem Pakar Gangguan Perkembangan Pada Balita Berbasis Web". Sistem pakar pada penelitian ini dapat membantu mengetahui perkembangan balita sesuai dengan gejala gejala yang dialami oleh balita. Hasil dari perhitungan Dempster-Shafer pada penelitian ini memiliki tingkat keakurasian sebesar 83,33% (Syafitri, 2012). Penelitian yang kedua terkait sistem pakar dilakukan oleh Dewi Pratama Kurniawati yang berjudul "Implementasi Metode *DempsterShafer* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-Jenis Penyakit Diabetes Mellitus". Sistem pakar pada penelitian ini membantu mendiagnosa 7 jenis diabetes mellitus sesuai dengan gejala-gejala yang dialami. Hasil dari perhitungan metode Dempster-Shafer pada penelitian ini memiliki tingkat keakurasian dengan presentase sebesar 96,67% (Kurniawati, 2014).

Metode Dempster-Shafer adalah metode kecerdasan buatan, dimana metode ini dianggap lebih mudah dalam merepresentasikan fakta – fakta dan keakuratan data dapat terjaga(Wahyuni, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer* cocok untuk diimplementasikan dengan sistem pakar penyakit pada tanaman kapas. Oleh sebab itu, penulis melakukan penelitian dengan judul "Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama-Penyakit Tanaman Kapas Dengan Metode *Dempster-Shafer*" dengan harapan dapat memodelkan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kapas yang akurat dan efektif.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan sistem pakar untuk identifikasi hama dan penyakit pada tanaman kapas menggunakan metode *Dempster-Shafer*.
2. Bagaimana hasil pengujian sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian kali ini adalah:

1. Membangun aplikasi sistem pakar untuk identifikasi hama penyakit pada tanaman kapas.
2. Menguji aplikasi sistem pakar untuk identifikasi hama penyakit pada tanaman kapas.

1.4 Manfaat

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, maka manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kemudahan bagi pihak-pihak terkait dalam proses identifikasi hama dan penyakit pada tanaman kapas berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan sehingga dapat melakukan penanganan secara tepat.
2. Mengenalkan sistem pakar kepada masyarakat dalam hal ini petani budidaya tanaman kapas

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari observasi lapangan dari Pakar Hama dan Penyakit Tanaman pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS) di kota Malang.
2. Sistem dalam penelitian ini mendeteksi 18 jenis hama dan 12 jenis penyakit pada tanaman kapas.
3. Nilai densitas pada setiap gejala berdasarkan hasil interpretasi pakar Hama dan Penyakit Tanaman pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS) di kota Malang, Bapak Drs. Dwi Adi Sunarto, MP.
4. Input yang digunakan dalam sistem adalah data gejala pada tanaman kapas yang dimasukkan oleh pengguna.
5. Output yang diterima oleh pengguna adalah berupa hasil identifikasi jenis hama dan penyakit pada tanaman kapas.
6. Sistem dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.
7. Pengujian sistem yang dilakukan menggunakan pengujian *blackbox testing* dan perhitungan tingkat akurasi.

1.6 Sistematika pembahasan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun laporan ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan laporan terkait Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas Dengan Metode *Dempster-Shafer.*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelasan kajian pustaka yang dibutuhkan dalam pemahaman yang berhubungan dengan permasalahan sistem pakar identifikasi hama dan penyakit pada tanaman menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Dan teori dasar tentang Hama dan Penyakit Tanaman Kapas, Sistem Pakar, metode *Dempster-Shafer,* dan teori-teori lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Metodologi yang digunakan antara lain studi literatur, pengumpulan data, preproses data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, pengambilan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang proses analisa kebutuhan dan perancangan sistem yang akan diterapkan dalam Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas Menggunakan Metode *Dempster-Shafer.*

BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan proses implementasi Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Implementasi ini diterapkan berdasarkan analisa dan perancangan sistem yang dibahas pada bab analisa dan perancangan sistem.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang pengujian dan hasil akurasi dari Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*.

BAB VII PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari proses pemodelan dan pengujian Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*..

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini menjelaskan pembahasan tentang kajian pustaka dan dasar teori yang berhubungan dengan pengembangan Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Kajian pustaka membahas penelitian yang telah ada sebelumnya dan juga penelitian yang diusulkan. Penelitian tersebut antara lain dilakukan oleh Delsika Syafitri, dkk (Syafitri, 2012) Dewi Pratama Kurniawati (Kurniawati, 2014), Elyza Gustri Wahyuni, dkk (Elyza, 2013), Yasidah Nur Istiqomah (Istiqomah, 2013). Dasar teori berisi tentang teori-teori dan metode yang akan digunakan dalam penelitian. Dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Sistem Pakar, Hama dan Penyakit Tanaman Kapas, Metode Dempster-Shafer.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan cara melakukan analisa perbandingan terhadap beberapa penelitian sebelumnya terkait sistem pakar dengan menggunakan metode Dempster-Shafer. Selain itu, juga akan dibahas penelitian terkait tentang penggunaan objek sejenis dengan penelitian yang diusulkan, yakni pada objek tanaman. Analisa perbandingan beberapa penelitian terkait sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit dengan menggunakan metode Dempster-Shafer dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Penelitian pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Delsika Syafitri, dkk. Penelitian dengan judul "Sistem Pakar Gangguan Perkembangan Pada Balita Berbasis Web" ini bertujuan untuk membantu orang tua untuk mengetahui gangguan perkembangan balita sehingga dapat membantu orang tua dalam mengontrol perkembangan balitanya. Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari observasi lapangan dan wawancara dengan dokter spesialis anak. Data yang didapatkan berupa data jenis gangguan perkembangan pada balita serta data setiap gejala pada masing-masing tipe gangguan perkembangan. Pada setiap gejala terhadap masing-masing jenis gangguan perkembangan kemudian diberikan nilai densitas berdasarkan hasil interpretasi pakar untuk selanjutnya diproses dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Hasil dari proses perhitungan sistem dengan menggunakan metode Dempster-Shafer dalam penelitian ini yaitu diagnosa terhadap perkembangan balita. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari sistem pakar ini yaitu sebesar 83,33%. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Dempster-Shafer* pada sistem pakar ini berfungsi dengan baik (Syafitri, 2012).

Penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Dewi Pratama Kurniawati. Penelitian dengan judul Implementasi Metode *Dempster Shafer* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-Jenis Penyakit Diabetes Mellitus tersebut bertujuan untuk membantu mendiagnosa jenis-jenis penyakit Diabetes Mellitus yang diderita berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Dalam penelitian ini sistem dapat mendeteksi 7 jenis penyakit Diabetes Mellitus dengan total keseluruhan gejala sebanyak 21 gejala. Pada setiap gejala di masing-masing penyakit kemudian diberikan nilai densitas berdasarkan hasil interpretasi pakar untuk selanjutnya diproses dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Hasil dari proses perhitungan sistem dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* dalam penelitian ini yaitu diagnosa jenis *Diabetes Mellitus* yang diderita dan hasil perhitungan dari metode *Dempster-Shafer*. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari sistem pakar ini berdasarkan 30 data yang diuji yaitu sebesar 96,67% (Kurniawati, 2014).

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Elyza Gustri Wahyuni dan Widodo Prijodiprojo. Penelitian dengan judul Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer* (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta) ini bertujuan untuk mengatasi dan membantu mendeteksi tingkat resiko penyakit Jantung Koroner berdasarkan faktor dan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Basis pengetahuan dirancang berdasarkan analisa dari buku terkait dan hasil wawancara dengan pakar yaitu dokter spesialis Jantung berupa data tingkat resiko penyakit Jantung Koroner dan gejala pada masing-masing tingkat resiko penyakit Jantung Koroner. Pada setiap gejala kemudian di masing-masing penyakit diberikan nilai densitas berdasarkan hasil interpretasi pakar untuk selanjutnya diproses dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Hasil dari proses perhitungan sistem dengan menggunakan metode Dempster-Shafer dalam penelitian ini yaitu diagnosa tingkat resiko penyakit Jantung Koroner yang diderita beserta saran tindakan yang dapat dilakukan oleh pasien, dan prognosis penyakit lainnya yang memungkinkan diderita pasien berdasarkan faktor resiko maupun gejala yang dimiliki oleh pasien. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari sistem pakar ini berdasarkan 10 kasus data dari rekamedis RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta yang diuji yaitu sebesar 100% (Elyza, 2013).

Penelitian keempat adalah penelitian yang dilakukan oleh Yasidah Nur Istiqomah dan Abdul Fadli. Penelitian yang berjudul "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Saluran Pencernaan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*" Berbasis Web bertujuan untuk mendiagnosa penyakit saluran pencernaan menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan masukkan gejala dari pengguna. Sistem ini dapat mendeteksi 19 jenis penyakit saluran pencernaan dan 59 gejala. Masukkan gejala-gejala akan diproses dengan

menggunakan algoritma Dempster-Shafer. Keluaran sistem berupa hasil diagnosis penyakit pencernaan beserta keterangannya, cara penanganan penyakit serta nilai kepercayaan/densitas penyakit. Tingkat keakurasian hasil keluaran sistem berdasarkan 18 kasus data yang diuji adalah sebesar 88,89% dengan tingkat keyakinan (densitas) pakar yang berbeda-beda setiap diagnosa (Istiqomah, 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah ada, maka penulis mengusulkan penelitian yang memiliki keterkaitan objek ataupun metode yang sama pada penelitian sebelumnya. Penelitian yang akan dilakukan pada Tanaman Kapas yang akan dideteksi Hama dan Penyakitnya sesuai dengan masukkan gejala. Dasar teori yang akan diperlukan untuk penelitian ini adalah Hama dan Penyakit Tanaman Kapas, Sistem Pakar, dan Dempster-Shafer.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
1	Sistem Pakar Gangguan Perkembangan Pada Balita Berbasis Web (Syafitri, 2012).	Data jenis gangguan dan gejala penyakit pada balita dengan nilai densitas pada masing-masing gejala.	Metode *Dempster-Shafer* Langkah-langkah: 1. Mencari dan menentukan data berupa gejala-gejala yang kemungkinan muncul pada balita. 2. Penentuan nilai densitas pada masing-masing gejala yang diberikan pakar berkisar antara 0-1 3. Menentukan *frame of Discrement* untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen.. 4. Menentukan probabilitas nilai densitas (m).	➢ Output hasil diagnosa jenis gangguan pada anak ➢ Tingkat keakurasian hasil keluaran sistem adalah 83,33% .

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
			5. Melakukan perhitungan fungsi kombinasi m1 dan m2	
2	Implementasi Metode *Dempster-Shafer* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-Jenis Penyakit Diabetes Melitus (Kurniawati, 2014).	Data jenis-jenis penyakit Diabetes Melitus dan gejala penyakit Diabetes Melitus.	Metode *Dempster-Shafer* Langkah-langkah: 1. Mencari dan menentukan data berupa gejala-gejala yang kemungkinan muncul pada penyakit Diabetes Melitus. 2. Penentuan nilai densitas pada masing-masing gejala yang diberikan pakar berkisar antara 0-1 . 3. Menentukan *frame of Discrement* untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen.. 4. Menentukan probabilitas nilai densitas (m). 5. Melakukan perhitungan fungsi kombinasi m1 dan m2.	➢ Output hasil diagnosa jenis penyakit Diabetes Melitus. ➢ Hasil pengujian menunjukkan nilai akurasi sebesar 96,7% dari 30 data kasus yang digunakan.
3	Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner	Data nama tingkat resiko penyakit jantung koroner dan gejala pada	Metode *Dempster-Shafer* Langkah-langkah: 1. Mencari dan menentukan data berupa nama	➢ Output berupa hasil diagnosa tingkat resiko penyakit jantung koroner dan saran tindakan

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
	dengan Metode *Dempster-Shafer* (Elyza, 2013).	penyakit Jantung Koroner .	tingkat resiko penyakit jantung koroner dan gejala-gejala yang mungkin terjadi pada penyakit jantung koroner . 2. Penentuan nilai densitas pada masing-masing gejala yang diberikan pakar berkisar antara 0-1 3. Menentukan *frame of Discrement* untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen.. 4. Menentukan probabilitas nilai densitas (m). 5. Melakukan perhitungan fungsi kombinasi m1 dan m2	yang dapat dilakukan oleh pasien serta prognosis penyakit lainnya yang memungkinkan diderita pasien berdasarkan faktor resiko maupun gejala yang dimiliki oleh pasien. ➢ Hasil pengujian pada 10 kasus data rekamedis Rs. PKU Muhammadiyah Yogyakarta menunjukkan nilai akurasi sebesar 100%
4	Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Saluran Pencernaan Menggunakan Metode *Dempster Shafer* (Istiqomah, 2013).	Data penyakit dan gejala penyakit pada saluran pencerna an	Metode *Dempster-Shafer* Langkah-langkah: 1. Mencari dan menentukan data berupa gejala-gejala yang kemungkinan muncul. 2. Penentuan nilai densitas pada masing-masing gejala yang diberikan pakar	➢ Output hasil diagnosa penyakit pada saluran pencernaan dan keterangan penyebab dan solusi.

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
			berkisar antara 0-1 3. Menentukan *frame of Discrement* untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen.. 4. Menentukan probabilitas nilai densitas (m). 5. Melakukan perhitungan fungsi kombinasi m1 dan m2	

2.2 Pemodelan

Pemodelan adalah proses untuk membuat sebuah model. Model adalah representasi dari sebuah bentuk nyata objek atau konsep yang dimodelkan secara sederhana (Marlissa, 2013). Pemodelan dalam sistem pakar identifikasi hama-penyakit pada tanaman kapas disini dimaksudkan bahwa sistem pakar yang dibangun tidak sesempurna sistem pakar pada umumnya, sistem pakar disini hanya mengimplementasikan metode yang digunakan sebagai sistem yang mampu mendiagnosa penyakit dengan hasil yang belum sempurna.

2.3 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem Pakar adalah satu bagian dari kecerdasan buatan yang yang mengandung pengetahuan dan pengalaman para ahli/pakar yang dimasukkan ke dalam komputer agar komputer dapat menyelesaikan berbagai masalah spesifik seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar dapat membantu orang awam untuk menyelesaikan masalah yang cukup rumit atau hanya sekedar mencari informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat dilakukan dan dimiliki oleh para ahli di bidangnya/pakar dan tidak dimiliki oleh orang awam (Kusumadewi, 2003).

Ada beberapa definisi tentang sistem pakar antara lain (Kusumadewi, 2003) :

- Menurut Durkin : sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan oleh seorang pakar.

- Menurut Ignizio : sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan dalam suatu domain tertentu yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan seorang pakar.
- Menurut Giarratano dan Riley : Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar.

2.3.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar dari sistem pakar menurut Efraim Turban yaitu meliputi keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan (*rules*) dan kemampuan memberikan penjelasan (Kusumadewi, 2003).

Keahlian merupakan pengetahuan khusus yang dimiliki oleh seseorang melalui latihan, belajar, serta pengalamannya pada suatu bidang tertentu dan dalam jangka waktu tertentu. Pengetahuan tersebut dapat berupa fakta-fakta, teori, aturan-aturan serta strategi untuk menyelesaikan suatu masalah. Dengan pengetahuan tersebut seorang pakar dapat memberikan keputusan yang lebih baik dan cepat dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

Ahli adalah seorang yang memiliki keahlian tentang suatu hal dalam tingkatan tertentu. Ahli memiliki kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan di suatu bidang tertentu dan kemudian mampu memberikan penjelasan mengenai hasil dan kaitannya dengan permasalahan yang ada. Selain itu seorang ahli juga mempelajari hal-hal baru dari setiap perkembangan yang ada, kemudian menyusun kembali pengetahuannya dandalam hal tertentu mampu memberikan alternatif lain agar mampu memecahkan permasalahan yang dihadapi serta menghasilkan solusi yang tepat.

Pengalihan keahlian adalah memindahkan keahlian yang dimiliki oleh seorang pakar ke dalam sebuah sistem komputer, kemudian dari sebuah sistem komputer kepada orang lain yang bukan pakar. Proses yang dilakukan dalam pengalihan keahlian adalah :

- Perolehan pengetahuan dari para ahli
- Representasi pengetahuan ke komputer
- Pengambilan kesimpulan pengetahuan/ inferensi pengetahuan
- Pemindahan pengetahuan kepada pemakai
- Pengetahuan tersebut ditempatkan ke dalam suatu komponen yang dinamakan basis pengetahuan (*knowledge base*)

Inferensi atau kesimpulan diambil dengan cara mengakses basis pengetahuan sehingga sistem dapat memberikan kesimpulan, kesimpulan dibentuk dalam komponen bernama mesin pengambil keputusan (*Inference Engine*), yang berisi aturan-aturan untuk menyelesaikan masalah.

Aturan (*rule*) adalah prosedur di dalam pengetahuan yang digambarkan sebagai suatu urutan seri dan kaidah-kaidah yang sudah dibuat untuk menyelesaikan masalah. Aturan tersebut biasanya berbentuk *IF-THEN*.

Kemampuan untuk memberikan penjelasan dan rekomendasi. Seorang pakar memiliki kemampuan dalam memberikan saran serta memberikan anjuran dan penjelasan tentang suatu kondisi tertentu.

2.3.2 Ciri-ciri Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai ciri-ciri, diantaranya adalah (Kusumadewi, 2003):

1. Memiliki fasilitas informasi yang handal.
2. Mudah dimodifikasi.
3. Dapat digunakan dalam berbagai jenis komputer.
4. Memiliki kemampuan untuk belajar beradaptasi.

2.3.3 Bentuk Sistem Pakar

Ada 4 bentuk sistem pakar yaitu (Kusumadewi, 2003):

1. Berdiri sendiri. Sistem pakar jenis ini merupakan software yang berdiri sendiri tidak tergabung dengan software yang lainnya.
2. Tergabung. Sistem pakar jenis ini merupakan bagian program yang terkandung di dalam suatu algoritma (konvensional), atau merupakan program dimana didalamnya memanggil algoritma subrutin lain (konvensional).
3. Menghubungkan ke software lain. Bentuk ini biasanya merupakan sistem pakar yang menghubungkan ke suatu paket program tertentu misalnya DBMS.
4. Sistem Mengabdi. Sistem pakar merupakan bagian dari komputer khusus yang dihubungkan dengan suatu fungsi tertentu. Misalnya sistem pakar yang digunakan untuk menganalisis data radar

2.3.4 Keuntungan Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai keuntungan, diantaranya adalah (Kusumadewi, 2003):

- Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli
- Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis
- Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar
- Meningkatkan output dan produktivitas
- Meningkatkan kualitas
- Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan.
- Meningkatkan kapabilitas dalam penyelesaian masalah

- Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan

2.3.5 Kekurangan Sistem Pakar

Sistem pakar seperti halnya sistem lainnya, juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah (Kusumadewi, 2003):

1. Untuk membuat sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pemeliharaan dan pengembangannya.
2. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadang kala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada, dan kalaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda
3. Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan

2.3.6 Struktur Sistem Pakar

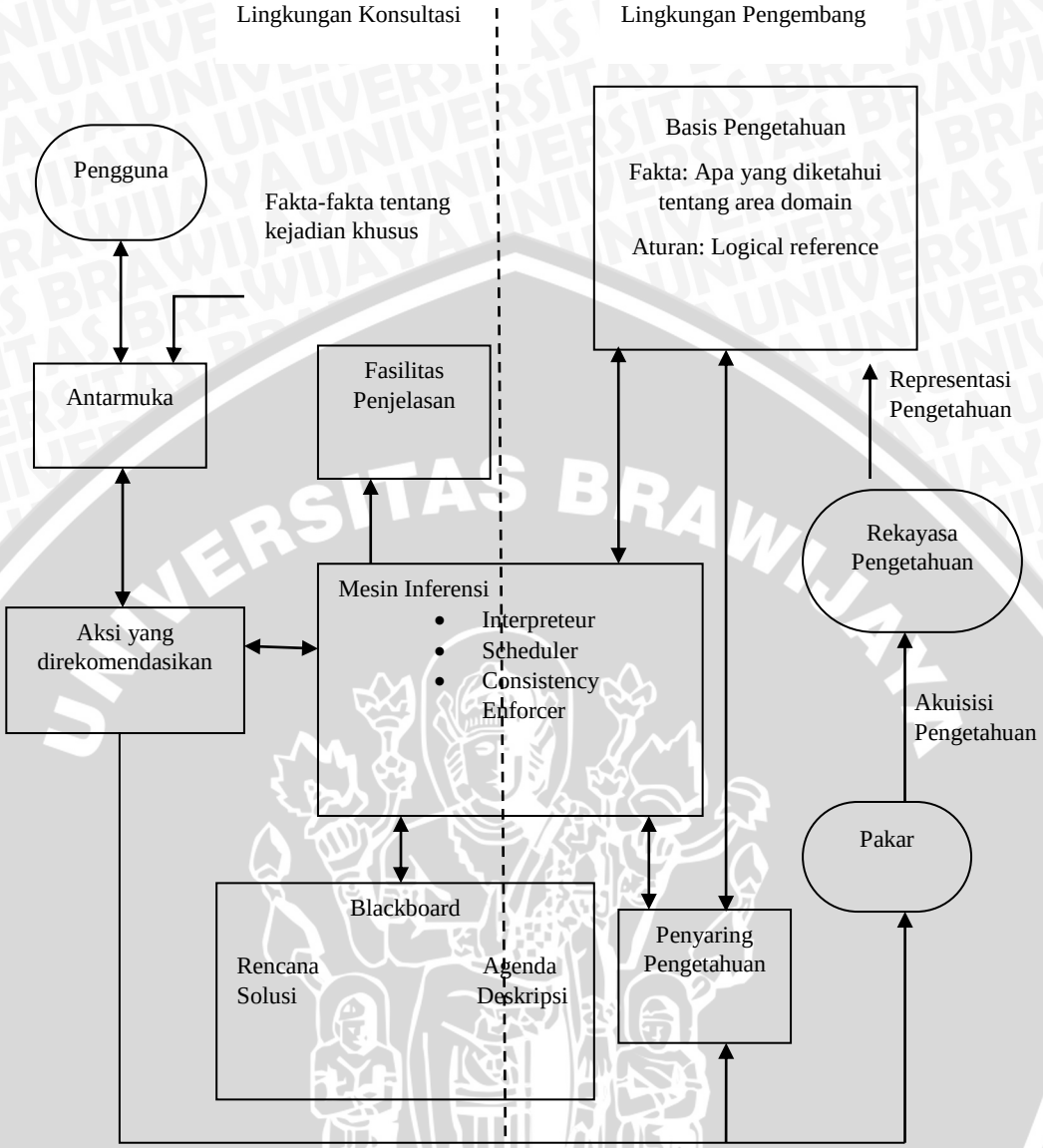
Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembang *(development environment)* dan lingkungan konsultasi *(consultation environment)*.Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar (Kusumadewi, 2003).

Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.1 (Kusumadewi, 2003).

1. Pengguna (*User*)

   Pada umumnya pengguna sistem pakar adalah orang awam yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (t*raining*) dari berbagai permasalahan yang ada.
2. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

   Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi.Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem.Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.



Gambar 2.1 Sruktur Sistem Pakar

Sumber: (Kusumadewi, 2003)

3. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

   Program yang berisi metodologi yang digunakan untuk melakukan penalaran terhadap informasi-informasi dalam basis pengetahuan dan blackboard serta digunakan untuk memformulasikan konklusi. Ada 3 elemen utama dalam mesin inferensi yaitu :

   - *Interpreter*. Mengeksekusi item-item agenda yang terpilih dengan menggunakan aturan-aturan dalam basis pengetahuan yang sesuai.
   - *Scheduler*. Akan mengatur agenda.
   - *Consistency enforcer*. Akan berusaha memelihara kekonsistenan dalam merepresentasikan solusi yang bersifat darurat.

4. Daerah Kerja (*Blackboard*)
   Merekam hasil sementara untuk dijadikan keputusan dan untuk menjelaskan masalah yang terjadi. Tiga tipe keputusan yang direkam pada Blacboard meliputi:
   - rencana, bagaimana menghadapi masalah.
   - agenda, aksi-aksi yang potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi.
   - Solusi, calon aksi yang akan dibangkitkan.
5. Subsistem Penjelasan (*Explanation Subsistem*)
   Subsistem penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai. Fasilitas penjelas dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan–pertanyaan
6. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)
   Memiliki kemampuan menganalisa pengetahuan yang diperlukan dari seorang pakar dan juga untuk mengevaluasi diri sehingga mengetahui alasan kesuksesan dan kegagalan dalam mengambil keputusan. (Kusumadewi, 2003)

2.3.7 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu di dalam domain tertentu. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu (Kusumadewi, 2003) :

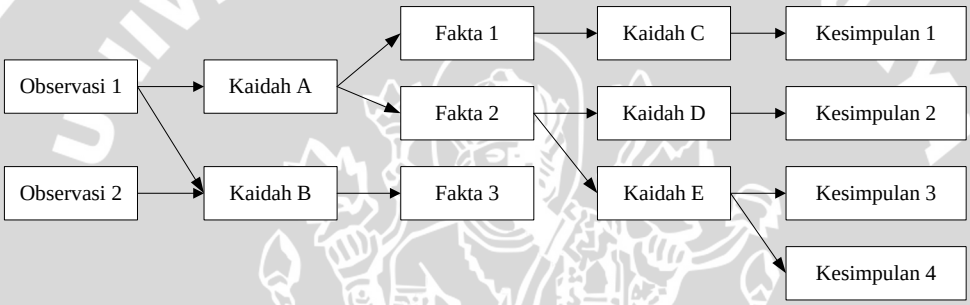
1. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)
   Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk *if-then*. Bentuk ini digunakan apabila memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Disamping itu, juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah–langkah) pencapaian solusi.
2. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*).
   Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini akan digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan

2.3.8 Metode Inferensi

Inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Proses inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi. Dalam penelitian Sistem pakar identifikasi hama-penyakit tanaman kapas ini menggunakan metode *forward chaining*.

2.3.8.1 *Forward Chaining*

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian dicocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*. Bila ada aturan yang cocok dengan bagian *IF*, maka aturan tersebut dieksekusi. Bila aturan dieksekusi maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) ditambahkan kedalam basis data. Pencocokan dimulai dari aturan teratas dan setiap aturan hanya boleh dieksekusi sekali (Kusumadewi, 2003). Alur metode inferensi *Forward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Alur Metode Forward Chaining

Sumber: (Kusumadewi, 2003)

Berdasarkan Gambar 2.2 Observasi adalah kegiatan para pakar tanaman kapas untuk melihat gejala (kaidah) secara fisik pada tanaman kapas yang diteliti. Penelitian menghasilkan bahwa tanaman kapas terserang hama dan penyakit (fakta). Para pakar tanaman kapas akan menyempurnakan observasi dengan melakukan pemeriksaan gejala (kaidah) agar mendapatkan hasil/informasi penyebab hama dan penyakit yang menyerang tanaman kapas (Kesimpulan)

2.3.9 Ketidakpastian

Jika sistem kecerdasan buatan yang dikembangkan memiliki pengetahuan yang lengkap tentang permasalahan yang akan ditanganinya, maka sistem tersebut dapat dengan mudah memberikan solusi dengan menggunakan pendekatan logika. Akan tetapi, sistem hampir tidak pernah dapat mengakses seluruh fakta yang ada dalam lingkungan permasalahan yang akan ditanganinya, sehingga sistem harus bekerja dalam ketidakpastian dan kesamaran. Untuk itu, sistem harus menggunakan teknik-teknik khusus yang dapat menangani ketidakpastian dan kesamaran dalam menyelesaikan permasalahan yang ditanganinya (Prihatini, 2011).

Ada tiga teknik yang dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dan kesamaran pengetahuan, yaitu (Prihatini, 2011):

1. Teknik Probabilitas, yang dikembangkan dengan memanfaatkan teorema Bayes yang menyajikan hubungan sebab akibat yang terjadi diantara *evidence-evidence*yang ada. Pendekatan alternatif lainnya yang dapat digunakan adalah teori *Dempster-Shafer*.
2. Faktor Kepastian, merupakan teknik penalaran tertua, yang digunakan pada sistem MYCIN. Teknik ini bersifat semi probabilitas, karena tidak sepenuhnya menggunakan notasi probabilitas.
3. Logika *Fuzzy*, merupakan teknik baru yang diperkenalkan oleh Zadeh. Setiap variable dalam teknik ini memiliki rentang nilai tertentu, yang akan digunakan untuk menghitung nilai fungsi keanggotaannya

2.4 Teori Dempster Shafer

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi pada kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidakkonsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti itu disebut dengan penalaran *non monotonis*.Untuk mengatasi ketidakkonsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-Shafer*.

Secara Umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval seperti pada Persamaan 2.1 dan 2.2 (Kusumadewi, 2003):

[*Belief, Plausibility*] ..... (2-1)

- Belief (*Bel*) adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.
- *Plausibility* (Pl) dinotasikan pada persamaan 2.2 :

Pl(s) = 1 – Bel (¬s) ..... (2-2)

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan ¬s, maka dapat dikatakan bahwa Bel(¬s) = 1, dan Pl(s) = 0.

Pada teori *Dempster-Shafer* dikenal adanya *Frame of Discrement* yang dinotasikan dengan θ. Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis.

Misalkan : θ = {A,F,D,B}

Dengan : A = Alergi; B = Bronkitis.
F = Flu;
D = Demam;

Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen θ. Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen.Sebagai contoh, panas mungkin hanya mendukung {F,D,B}.

Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m).Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga semua subsetnya.Sehingga jika θ berisi n elemen, maka subset θ adalah 2^n. Kita harus menunjukkan bahwa jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai :

m{θ} = 1,0

Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flu, demam, dan bronchitis, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m = 0,8 maka:

m{F,D,B} = 0,8

m{θ} = 1 – 0,8 = 0,2

Apabila diketahui X adalah subset dari θ, dengan m1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m1 dan m2 sebagai m3 sehingga didapatkan Persamaan 2-3 :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X\cap Y=Z} m1\,(X).m2\,(Y)}{1-\sum_{X\cap Y=\emptyset} m1\,(X).m2(Y)} \quad \text{..... (2-3)}$$

Persamaan 2-1 Fungsi kombinasi m1 dan m2

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

Ø = Himpunan Kosong

a) Contoh 1:

Si Ani mengalami gejala panas badan. Dari diagnosa dokter, penyakit yang mungkin diderita oleh Si Ani adalah flu, demam, atau bronchitis.

- Gejala-1: panas

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi panas sebagai gejala dari penyakit flu, demam, dan bronchitis adalah :

m1{F,D,B} = 0,8

m1{θ} = 1 – 0,8 = 0,2

Sehari kemudian Si Ani datang lagi dengan gejala yang baru, yaitu hidungnya buntu.

- Gejala-2: hidung buntu

Kemudian diketahui juga nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap hidung buntu sebagai gejala dari alergi, penyakit flu, dan demam adalah:

m2{A,F,D} = 0,9

m2{θ} = 1 – 0,9 = 0,1

Munculnya gejala baru ini mengharuskan untuk menghitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m3). Untuk mmudahkan penghitungan, terlebih dahulu himpunan-himpunan bagian yang terbentuk ditampilkan ke bentuk tabel seperti terlihat pada Tabel 2.1. Kolom pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala pertama (panas) dengan m1 sebagai fungsi densitas. Sedangkan baris pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala kedua (hidung buntu) dengan m2 sebagai fungsi densitas. Aturan kombinasi untuk m3 ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 1

m1		m2			
		{A,F,D}	**(0,9)**	**θ**	**(0,1)**
{F,D,B}	**(0,8)**	{F,D}	(0,72)	{F,D,B}	(0,08)
θ	**(0,2)**	{A,F, D}	(0,18)	θ	(0,02)

Sumber : (Kusumadewi, 2003)

{F,D} di peroleh dari irisan antara {A,F,D} dan {F,D,B}. Nilai 0,72 diperoleh dari hasil perkalian 0,9 x 0,8. Demikian pula {F,D,B} pada baris kedua kolom kedua merupakan irisan dari θ dan {F,D,B} pada baris kedua kolom pertama. Hasil 0,08 merupakan perkalian dari 0,1 x 0,8.

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan 2.3 :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X\cap Y=Z} m1\,(X).m2\,(Y)}{1-\sum_{X\cap Y=\emptyset} m1\,(X).m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

Ø = Himpunan Kosong

- $m3\{F,D\} = \frac{0,72}{1-0} = 0,72$
- $m3\{A,F,D\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18$
- $m3\{F,D,B\} = \frac{0,08}{1-0} = 0,08$
- $m3\{\theta\} = \frac{0,02}{1-0} = 0,02$

Dari sini dapat dilihat bahwa, pada mulanya dengan hanya ada gejala panas, m{F,D,B} = 0,8; namun setelah ada gejala baru yaitu hidung buntu, maka nilai m{F,D,B} = 0,08. Demikian pula, pada mulanya dengan hanya ada gejala hidung buntu, m{A,F,D} = 0,9; namun setelah ada gejala baru yaitu panas, maka nilai m{A,F,D} = 0,18. Dengan adanya 2 (dua) gejala ini, nilai densitas yang paling kuat adalah m{F,D} yaitu sebesar 0,72.

Hari berikutnya, Si Ani datang lagi dan memberitahukan bahwa minggu lalu dia baru saja datang dari piknik.

- Gejala-3 : piknik

Jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap piknik sebagai gejala dari alergi adalah:

m4{A} = 0,6

m4{θ} = 1 – 0,6 = 0,4

Maka hitung kembali nilai densitas baru untuk setiap himpunann bagian dengan fungsi densitas m5. Seperti pada langkah sebelumnya, susun tabel (Tabel 2.2) dengan kolom pertama berisi himpunan bagian-himpunan bagian hasil kombinasi gejala-1 dan gejala-2 dengan fungsi densitas m3. Sedangkan baris pertama berisi himpunan bagian-himpunan bagian pada gejala-3 dengan fungsi densitas m4. Aturan kombinasi untuk m5 ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 1

m3		m4			
		{A}	**(0,6)**	**θ**	**(0,4)**
{F,D}	**(0,72)**	∅	(0,432)	{F,D}	(0,288)
{A,F,D}	**(0,18)**	{A}	(0,108)	{A,F,D}	(0,072)
{F,D,B}	**(0,08)**	∅	(0,048)	{F,D,B}	(0,032)
θ	**(0,02)**	{A}	(0,012)	θ	(0,008)

Sumber: (Kusumadewi, 2003)

- {F,D} ∩ {A} = {ø}
  0,72 * 0,6 = 0,432
  {ø} = 0,432
- {A,F,D} ∩ {A} = {A}
  0,18 * 0,6 = 0,108
  {A} = 0,108
- {F,D,B} ∩ {A} = {ø}
  0,08 * 0,6 = 0,048
  {ø} = 0,048
- {θ} ∩ {A} = {A}
  0,02 * 0,6 = 0,012
  {θ} = 0,012
- {F,D} ∩ {θ} = {F,D}
  0,72 * 0,4 = 0,288
  {F,D} = 0,288
- {A,F,D} ∩ {θ} = {A,F,D}
  0,18*0,4=0,072
  {A,F,D} = 0,072
- {F,D,B} ∩ {θ} = {F,D,B}
  0,08*0,4=0,032
  {F,D,B} = 0,032
- {θ} ∩ {θ} = {θ}
  0,002 * 0,4 = 0,008
  {θ} = 0,008

Sehingga dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3:

- $m5\{A\} = \frac{0,18+0,012}{1-(0,432+0,048)} = 0,231$
- $m5\{F,D\} = \frac{0,288}{1-(0,432+0,048)} = 0,554$
- $m5\{A,F,D\} = \frac{0,072}{1-(0,432+0,048)} = 0,138$

- $m5\{F,D,B\} = \frac{0,032}{1-(0,432+0,048)} = 0,062$
- $m5\{\theta\} = \frac{0,008}{1-(0,432+0,048)} = 0,015$

Dengan adanya gejala baru ini (Si Ani baru saja datang piknik), nilai densitas yang paling kuat tetap m{F,D} yaitu sebesar 0,0554.

b) Contoh 2:

Ada 3 jurusan yang diminati oleh Si Ali, yaitu Teknik Informatika (I), Psikologi (P), atau Hukum (H). untuk itu dia mencoba mengikuti beberapa tes ujicoba. Ujicoba pertama adalah tes logika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: m1{I,P} = 0,75. Tes kedua adalah tes matematika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: m2{I} = 0,8.

Dari hasil tes kedua, dapat ditentukan probabilitas desitas yang baru untuk {I,P} dan {I}, yaitu:

m1{I,P} = 0,75 m1{θ} = 1 – 0,75 = 0,25;

m2{I} = 0,8 m2{θ} = 1 – 0,8 = 0,2;

Aturan kombinasi untuk m3 ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 2

		m2			
m1		**{I}**	**(0,8)**	**θ**	**(0,2)**
{I,P}	**(0,75)**	{I}	(0,60)	{I,P}	(0,15)
θ	**(0,25)**	{I}	(0,20)	θ	(0,05)

Sumber: (Kusumadewi, 2003).

- {I,P} ∩ {I} = {I}
  0,75 * 0,8 = 0,60
  {I} = 0,60
- {θ} ∩ {I} = {I}
  0,25 * {0,8} = 0,20
  {I} = 0,20
- {I,P} ∩ {θ} = {I,P}
  0,75 * 0,2 = 0,15
  {I,P} = 0,15
- {θ} ∩ {θ} = {θ}
  0,25 * 0,2 = 0,05
  {θ}=0,05

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3:

- $m3\{I\} = \frac{0,6+0,2}{1-0} = 0,8$
- $m3\{I,P\} = \frac{0,15}{1-0} = 0,15$
- $m3\{\theta\} = \frac{0,05}{1-0} = 0,05$

Di hari berikutnya, Si Ali mengikuti tes ketiga yaitu tes wawancara kewarganegaraan. Hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitasm4{H}= 0,3. Dengan demikian probabilitas densitas yang baru untuk {I,P}, {I}, dan {H} adalah sebagai berikut:

m4{H} = 0,3

m4{θ} = 1 – 0,3 = 0,7

Aturan kombinasi untuk m5 ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 2

m3		m4			
		{H}	**(0,3)**	**θ**	**(0,7)**
{I}	**(0,80)**	∅	(0,240)	{I}	(0,560)
{I,P}	**(0,15)**	∅	(0,045)	{I,P}	(0,105)
θ	**(0,05)**	{H}	(0,015)	θ	(0,035)

Sumber: (Kusumadewi, 2003)

- {I} ∩ {H} = {∅}
  0,80 * 0,3 = 0,240
  {∅} = 0,240
- {I,P} ∩ {H} = {∅}
  0,15 * 0,3 = 0,045
  {∅} = 0,045
- {θ} ∩ {H} = {H}
  0,05 * 0,3 = 0,015
  H} = 0,015
- {I} ∩ {θ} = {I}
  0,80 * 0,7 = 0,560
  {∅} = 0,560
- {I,P} ∩ {θ} = {I,P}
  0,15 * 0,7 = 0,105
  {∅} = 0,105
- {θ} ∩ {θ} = {θ}
  0,05 * 0,7 = 0,035
  {H} = 0,015

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3:

- $m5\{I\} = \frac{0,560}{1-(0,240+0,045)} = 0,783$
- $m5\{I,P\} = \frac{0,105}{1-(0,240+0,045)} = 0,147$
- $m5\{H\} = \frac{0,015}{1-(0,240+0,045)} = 0,021$
- $m3\{\theta\} = \frac{0,035}{1-0,240+0,045)} = 0,049$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa probabilitas densitas terbesar Si Ali masuk Jurusan Informatika.

2.5 Tanaman Kapas

Tanaman kapas (*Gossypium Hirsutum L*) adalah tanaman yang berasal dari daerah tropika dan subtropika. Tanaman ini merupakan tanaman penghasil serat alam yang banyak digunakan untuk bahan baku tekstil dan menjadi salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia (Prabowo H, 2013).

Tanaman kapas (*Gossypium Hirsutum L*) dalam sistematika (*taksonomi*) tumbuhan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Prabowo H, 2013):

Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Angiospermae*
Sub Kelas : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Malvales*
Famili : *Malvaceae*

Genus : Gossypium
Spesies: *Gossypium spp.*

Tanaman kapas (*Gossypium Hirsutum L*) umumnya dikembangbiakkan dari biji. Tanaman kapas dalam keadaan normal dapat tumbuh dengan tegak. Ada dua macam tipe cabang pada tanaman kapas, yaitu tipe cabang vegetatif (cabang seperti batang utama) dan tipe cabang generatif (cabang yang berbuah). Cabang vegetatif tumbuh pada batang pokok dekat leher akar dan biasanya tumbuh ke atas. Sedangkan cabang generatif tumbuh pada batang pokok atau pada cabang vegetatif. Tanaman kapas dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan berdasarkan umur, yaitu kapas dalam (umur sekitar 170-180 hari), kapas tengahan/medium (umjur sekitar 140-180 hari), dan kapas genjah(<130 hari). Kapas yang ditanam di Indonesia umumnya kapas berumur medium/tengahan (Prabowo H, 2013). Bentuk tanaman kapas dapat dilihat pada gambar 2.3.

Gambar 2.3 Tanaman Kapas
Sumber: (Teknologi, 2012)

2.6 Hama dan Penyakit Tanaman Kapas

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai hama dan penyakit tanaman kapas yang dapat didiagnosa oleh sistem. Daftar jenis hama dan penyakit yang bisa dideteksi oleh sistem adalah hama yang disebabkan oleh hama serangga, hama ulat, penyakit buah, penyakit daun, dan pembusukan akar (Prabowo H, 2013).

2.6.1 Jenis Hama yang Menyerang Tanaman Kapas

Hama pada tanaman kapas digolongkan pada dua jenis yaitu serangga hama utama, dan serangga hama potensial. Hama utama kapas adalah hama yang selalu ada pada setiap agroekosistem kapas, menyebabkan kerusakan yang serius, bersifat persisten dan menyebabkan kerugian yang sangat tinggi apabila tidak dikendalikan dengan baik. Serangga hama utama di Indonesia adalah wereng kapas *Amrasca Biguttula* Ishida, penggerek buah kapas *Pectinophora Gossypiela* Saunders, dan *Helicoverpa armigera Hubner* (Sunarto, 2013).

Serangga hama potensial adalah hama yang berpotensi untuk menjadi hama penting jika keadaan lingkungan menguntungkan bagi perkembangannya (Sunarto, 2013).

2.6.1.1 *Wereng Kapas Amrasca Biguttula (Ishida)*

Hama ini menghisap cairan tanaman dan mengeluarkan racun. Serangga dewasa berwarna kuning hingga hijau dengan bercak merah di bagian tengah masing-masing sayap depan, bercak putih di bagian toraks, dan tungkainya berwarna hijau.

Gejala serangan yang ditimbulkan pada tanaman kapas adalah mula-mula daun bagian pinggir berwarna merah dan melengkung ke bawah, bagian yang berwarna merah akan melebar ke seluruh permukaan daun dan akhirnya daun menjadi kering dan seperti terbakar. Kerusakan yang berat pada tanaman kapas sering terjadi pada periode kering atau pada varietas kapas yang tidak tahan terhadap serangan hama ini. (Sunarto, 2013). Hama Wereng Kapas *Amrasca Biguttula (Ishida)* ditunjukkan pada gambar 2.4.

Gambar 2.4 Hama Wereng Kapas *Amrasca Biguttula*
Sumber: (Hidayat, 2012)

2.6.1.2 Penggerek Buah Kapas Merah Jambu *Pectinophora Gossypiela*

Hama ini dikenal sebagai serangga penggerek buah merah jambu karena larvanya yang berwarna merah jambu. Serangga dewasa berukuran panjang 0,8-10mm dengan rentang sayap 15-20mm. Serangga dewasa berwarna coklat gelap dengan sayap berbentuk delta, bagian pinggir melebar, dan memiliki bintik-bintik di bagian ujung.

Gejala serangannya dapat terlihat dengan adanya bunga yang mahkotanya tidak dapat mekar dengan sempurna. Serangan serangga hama ini pada buah kapas tidak dapat terlihat dengan jelas, karena gerekan lubang pada kulit buah sangat kecil. Buah yang terserang tidak dapat merekah dengan sempurna (Sunarto, 2013). Hama Penggerek Buah Kapas Merah Jambu *Pectinophora Gossypiela* ditunjukkan pada gambar2.5.

Gambar 2.5 Hama Penggerek Buah Kapas Merah Jambu *Pectinophora Gossypiela*
Sumber: (Hidayat, 2012)

2.6.1.3 Penggerek Buah Kapas *Helicoverpa Armigera*

Hama ini berukuran panjang 30-40mm, sayap depan berwarna coklat dengan garis-garis berombak kelabu dan bintik-bintik hitam. Sayap belakang berwarna terang.

Gejala serangan yang ditimbulkan oleh penggerek buah terutama pada bagian generatif tanaman. Jika menyerang kuncup bunga maka kuncup bunga bagian dalam akan habis dimakan, kelopak bunga mekar, dan akhirnya square gugur. Jika menyerang buah kecil, bagian dalam buah tersebut dimakan habis, kelopak mekar dan akhirnya gugur (Sunarto, 2013). Hama Penggerek Buah Kapas *Helicoverpa Armigera* ditunjukkan pada gambar 2.6.

Gambar 2.6 Hama Penggerek Buah Kapas *Helicoverpa Armigera*

Sumber: (Hidayat, 2012)

2.6.1.4 Penggerek Pucuk dan Buah *Earias Vitella*

Hama ini pada saat dewasa berukuran panjang 10-12 mm dengan rentang sayap 14-21 mm. Sayap depan pada posisi istirahat berwarna kuning keputihan dengan garis hijau melintang. Gejala serangan pada kuncup bunga, bunga dan buah seperti gejala yang ditunjukkan akibat serangan *Helicoverpa Amigera* Pucuk tanaman muda yang diserang akan mati titik tumbuhnya (Sunarto, 2013). Hama Penggerek Pucuk dan Buah *Earias Vitella* ditunjukkan pada gambar 2.7.

Gambar 2.7 Hama Penggerek Pucuk dan Buah *Earias Vitella*
Sumber: (Birdy, 2011)

2.6.1.5 Ulat Daun *Spodoptera Litura*

Hama ini merupakan hama pemakan daun yang bersifat polifag. Serangga ini juga dikenal sebagai ulat tembakau, karena merupakan hama yang selalu ditemukan pada tanaman tembakau. Serangga ini juga sering ditemukan pada tanaman kapas, tetapi populasinya selalu dapat dikendalikan oleh musuh alaminya, kecuali dipertanaman yang menggunakan penyemprotan insektisida terlalu awal (Sunarto, 2013). Hama Ulat Daun *Spodoptera Litura* ditunjukkan pada gambar 2.8

Gambar 2.8 Hama Ulat Daun *Spodoptera Litura*
Sumber: (Birdy, 2011)

2.6.1.6 Ulat Penggulung Daun *Syllepta Degorata*

Hama ini dikenal sebagai ulat penggulung daun karena perilakunya yang memotong dan menggulung daun selama stadium larva hingga pupa. Kerusakan akibat serangan serangga ini pada umumnya dapat dikompensasi oleh tanaman kapas. Pada umumnya serangga ini muncul pada tanmaman kapas jika kondisi lingkungan pada pertanaman lembab (Sunarto, 2013). Hama Ulat Penggulung Daun *Syllepta Degorata* ditunjukkan pada gambar 2.9.

Gambar 2.9 Hama Ulat Penggulung Daun *Syllepta Degorata*
Sumber: (Cattlin, 2010)

2.6.1.7 Ulat Jengkal *Anomis Flava*

Ulat jengkal *Anomis Flava* adalah serangga pemakan daun kapas, sering dinamakan sebagai ulat jengkal. Serangga ini biasanya terdapat pada permukaan atas daun, larva kecil hingga besar memakan semua jaringan daun. Daun yang diserang menjadi berlubang atau compang camping (Sunarto, 2013). Hama Ulat Jengkal *Anomis Flava* ditunjukkan pada gambar 2.10.

Gambar 2.10 Hama Ulat Jengkal *Anomis Flava*
Sumber: (Brisbane, 2011)

2.6.1.8 Penggorok Daun *Phyllonorichter triarcha*

Serangga ini merupakan hama penggorok daun, yaitu larvanya memakan jaringan daun pada bagian tengah dengan menyisakan lapisan epidermisatas dan bawah daun. Gejala serangannya dapat diketahui dengan adanya 'lorong' bekas korokannya. Larva berwarna putih kekuningan, berukuran 5-10 mm. Pada umumnya, jika curah hujan tinggi, serangga tanaman ini perkembangan populasinya akan lebih cepat (Sunarto, 2013). Hama Penggorok Daun *Phyllonorichter triarcha* ditunjukkan pada gambar 2.11.

Gambar 2.11 Hama Penggorok Daun *Phyllonorichter triarcha*
Sumber: (Brisbane, 2008)

2.6.1.9 Kutu Kebul *Bemisia Tabaci*

Hama serangga ini dikenal sebagai *cotton white fly*, dan merupakan vektor dari beberapa penyakit tanaman di daerah tropis dan subtropis. Nimfa dan dewasa memakan bagian bawah daun kapas. Akibat yang ditimbulkan dari serangan kutu kebul ini antara lain tanaman kapas menjadi tumbuh kerdil, daunnya rontok, dan buah menjadi rontok sebelum masa panen (Sunarto, 2013). Hama Kutu Kebul *Bemisia Tabaci* ditunjukkan pada gambar 2.12.

Gambar 2.12 Hama Kutu Kebul *Bemisia Tabaci*
Sumber: (Gunawan, 2013)

2.6.1.10 Kutu Daun Kapas *Aphis Gossyppi*

Hama ini dikenal sebagai kutu daun kapas, terdapat pada permukaan bawah daun. Jika menyerang tanaman muda, maka akibat serangan tersebut menjadi serius. Jika menyerang tanaman tua yang siap dipanen, maka menyebabkan serat kapas akan melengket atau biasa disebut *sticky cotton*. Selain itu sekresi kutu daun ini, yang biasanya terdapat pada permukaan daun di bawah koloninya, dapat menjadi media yang baik bagi perkembangan cendawan

embun jelaga yang akan mengganggu proses fotosintesa daun (Sunarto, 2013). Hama Kutu Daun Kapas *Aphis Gossyppi* ditunjukkan pada gambar 2.13.

Gambar 2.13 Hama Kutu Daun Kapas *Aphis Gossyppi*
Sumber: (Gunawan, 2013)

2.6.1.11 *U*lat *Rapala Jarbas*

Ulat jarbas menyerang kuncup bunga dan buah kapas. Perilaku pada waktu memakan mirip dengan penggerek buah kapas *H. Armigera*, yaitu dengan memasukkan kepalanya dan menyisakan sebagian besar bagian tubuhnya diluar. Larva berwarna hijau kemerahan, berukuran 15-20 mm. Serangan serangga ini biasanya terdapat pada pertanaman yang suhu lingkungannya agak rendah dan lembab (Sunarto, 2013). Hama *Rapala Jarbas* ditunjukkan pada gambar 2.14.

Gambar 2.14 Hama *Rapala Jarbas*
Sumber: (Gunawan, 2013)

2.6.1.12 Penggerek Daun *Bucculatrix Gossypii*

Serangga ini dikenal sebagai *leaf perforator*, karena serangannya pada daun menyebabkan daun menjadi lubang-lubang. Kerusakan yang disebabkan oleh serangga ini menjadi serius jika yang diserang tanaman muda. (Sunarto, 2013). Hama Penggerek Daun *Bucculatrix Gossypii* ditunjukkan pada gambar 2.15.

Gambar 2.15 Hama Penggerek Daun *Bucculatrix Gossypii*
Sumber: (Larsen, 2010)

2.6.1.13 Pelipat Daun *Homona Coffearia*

Serangga hama ini menyerang daun pucuk, kemudian menggulungnya. Serangga ini bersifat polifag dan sebagai serangga hama penting pada tanaman teh. Larva berukuran 18-25 mm. Pada umumnya populasinya rendah, karena musuh alaminya banyak (Sunarto, 2013). Hama Pelipat Daun *Homona Coffearia* ditunjukkan pada gambar 2.16.

Gambar 2.16 Hama Pelipat Daun *Homona Coffearia*
Sumber: (Groenen, 2015)

2.6.1.14 Kutu Putih

Kutu putih *Lawana Candida,* ketika dewasa menyerupai ngengat yang bersayap putih pada waktu istirahat. Ciri-ciri yang membedakannya dengan ngengat adalah tidak ada sisik pada sayapnya dan cara bergertaknya yang menyamping dan melompat.Serangga ini menghasilkan wax berwarna putih dan embun madu. Pada tanaman kapas, serangga ini biasanya ditemukan padatanaman tua, terutama jika kondisinya kering (Sunarto, 2013). Hama Kutu Putih *Lawana Candida* ditunjukkan pada gambar 2.17.

Kutu putih *Ferrisia Virgata,* biasanya terdapat pada batang atau permukaan daun, berwarna putih, sehingga dikenal sebagai kutu putih. Serangga ini menyukai tanaman lamtoro, tetapi juga dapat hidup di tanaman lain. Sekresi kutu ini berupa tepung *wax* yang teredapat pada tubuhnya. Populasi serangga ini tinggi pada kondisi kering (Sunarto, 2013). Hama Kutu Putih *Ferrisia Virgata* ditunjukkan pada gambar 2.18.

Gambar 2.17 Hama Kutu Putih *Lawana Candida*
Sumber: (Groenen, 2015)

Gambar 2.18 Hama Kutu Putih *Ferrisia Virgata*
Sumber: (Osborne, 2015)

2.6.1.15 Bapak Pucung *Dysdercus Cingulatus*

Hama ini tergolong dalam bangsa kepik, dikenal sebagai bapak pucung. Tubuhnya berwarna jingga dengan garis-garis putih pada abdomen bagian bawah. Sayapnya berwarna hitam. Serangga ini menghisap cairan buah dan mengeluarkan toksin, sehingga bekas hisapannya menjadi berwarna merah. Selain mengisap cairan buah, serangga ini juga dapat berperan sebagai vektor cendawan *Nematospora Gossypii* yang menyebabkan busuk buah (Sunarto, 2013). Hama Bapak Pucung Dysdercus Cingulatus ditunjukkan pada gambar 2.19.

Gambar 2.19 Hama Bapak Pucung *Dysdercus Cingulatus*
Sumber: (Osborne, 2015)

2.6.1.16 Kepik Hijau *Nezara viridulla*

Hama ini merupakan hama serangga penghisap cairan tanaman yang bersofat polifag. Serangannya pada tanaman kapas tidak menyebabkan

kerusakan yang berarti. Hama Kepik Hijau *Nezara viridulla* ditunjukkan pada gambar 2.20

Gambar 2.20 Hama Kepik Hijau *Nezara viridulla*
Sumber: (Teebojodeg, 2013)

2.6.1.17 Kepik Biji Kapas *Oxycarinus Lugubris*

Kepik biji kapas ini biasanya ditemukan pada buah kapas yang sudah mekar. Dewasanya berwarna hitam dengan sayap transparan, berukuran 3-4 mm. Serangga ini menghisap cairan biji kapas yang sudah tua (Sunarto, 2013). Hama Kepik Kepik Biji Kapas *Oxycarinus Lugubris* ditunjukkan pada gambar 2.21.

Gambar 2.21 Hama Kepik Biji Kapas *Oxycarinus Lugubris*
Sumber: (Osborne, 2015)

2.6.1.18 *Kumbang Moncong Hypomeces Squamosus*

Hama ini ketika dewasa memakan daun dan larvanya memakan akar. Serangga dewasa berwarna kelabuyang tertutup sisik atau 'bubuk' berwarna kuning atau hijau mengkilap. Panjang kumbang dewasa hingga 14 mm. Serangan oleh kumpang pada daun menyebabkan daun menjadi berlubang, tetapi pada umumnya tidak menyebabkan kerusakan yang berarti. Serangan larva pada akar dapat menyebabkan tanaman mati (Sunarto, 2013). Hama Kumbang Moncong *Hypomeces Squamosus* ditunjukkan pada gambar 2.22.

Gambar 2.22 Hama Kumbang Moncong *Hypomeces Squamosus*
Sumber: (Paul, 2015)

2.6.2 Jenis Penyakit yang Menyerang Tanaman Kapas

Penyakit yang menyerang merupakan salah satu penghalang terbesar dalam panen. Jenis penyakit yang menyerang cukup banyak jumlahnya, antara lain:

2.6.2.1 Penyakit Bibit

Berdasarkan gejalanya, penyeakit bibit dapat dikategorikan menjadi empat macam tergantung stadia dan kerusakan yang diakibatkan (Yulianti, 2013). Tanaman kapas yang terserang penyakit bibit ditunjukkan pada gambar 2.23.

(a) Stadia pertama, jika kerusakan terjadi segera setelah benuh ditanam, akibatnya benih membusuk dan mati
(b) '*Pre-Emergence damping off*' yaitu kecambah busuk sebelum mencapai permukaan tanah.
(c) *Post-Emergence damping off*' yaitu hipokotil rusak sebagian atau seluruhnya setelah kecambah muncul di permukaan. Kadang-kadang menyebabkan kecambah layu dan mati karena serangan di bawah permukaan tanah.
(d) Becak atau liuka pada kotiledon daun pertama

(a) Stadia Pertama

(b) *Post-Emergence damping off*

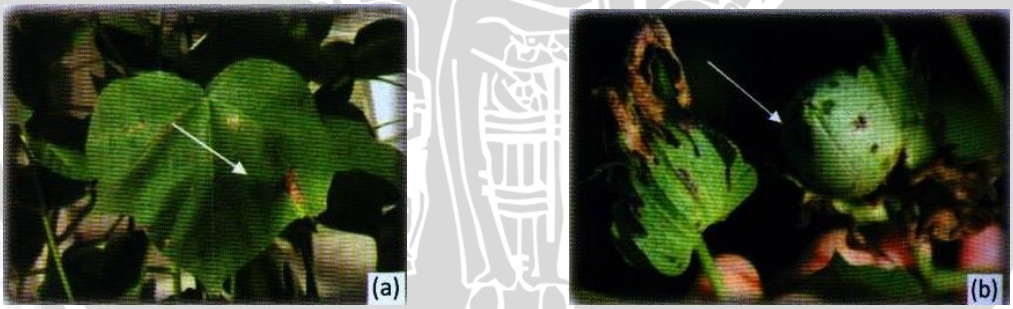
Becak Luka Kotiledon Daun Pertama (c)

Gambar 2.23 Tanaman Kapas Yang Terserang Penyakit Bibit

Sumber: (Yulianti, 2013)

2.6.2.2 Penyakit Hawar Bakteri

Penyakit hawar bakteri disebabkan oleh bakteri *Xan-Thomonas campestris pv malvacearum*. Bakteri dapat menyerang tanaman kecil, tanaman dewasa serta buah kapas. Gejalanya adalah pada lotiledon tanaman kecil timbul bercak kering yang bersudut, sedangkan pada tanaman dewasa, selain bercak bersudut juga dapat berupa busuk pada tulang daun dan lamina di sekitarnya maupun dapat berkembang ke ranting. Pada buah terdapat berupa bercak coklat tidak beraturan dan mengakibatkan buah kapas menjadi busuk (Suhara, 2013). Tanaman kapas yang terserang penyakit hawar bakteri ditunjukkan pada gambar 2.24.



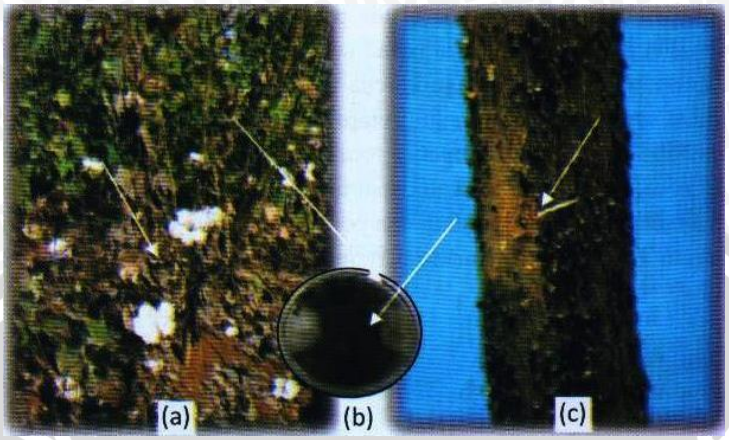
Gambar 2.24 Gejala Penyakit Hawar Bakteri disebabkan oleh *Xanthomonas Campestrispv pv mal-vacearum* (a)pada daun (b)pada buah

Sumber: (Suhara, 2013)

2.6.2.3 Penyakit Busuk Arang

Gejala pada penyakit ini pad umumnya terlihat pada tanamn yang mulai memasuki fase generatif. Daun-daun terlihat kuning, kemudian tanaman layu. Batangnya berangsur-angsur kering berwarna hitam. Jika gejala terlihat saat buah muda baru terbentuk, buah-buah tersebut tidak akan merekah. Jika gejala terlihat saat buah tua, buah-buah tersebut masih sempat merekah dan dapat dipanen. Serangan berat akan menyebabkan tanaman mati. Tanaman akan

mudah dicabut karena sistem perakaran rusak. Terlihat banyak *sklerosia* kecil muncul di bagian dalam kulit dan kayu bagian bawah. Selain itu batang dan ujung akar berubah warna menjadi gelap seperti arang (Yulianti, 2013). Tanaman kapas yang terserang penyakit busuk arang ditunjukkan pada gambar 2.25.

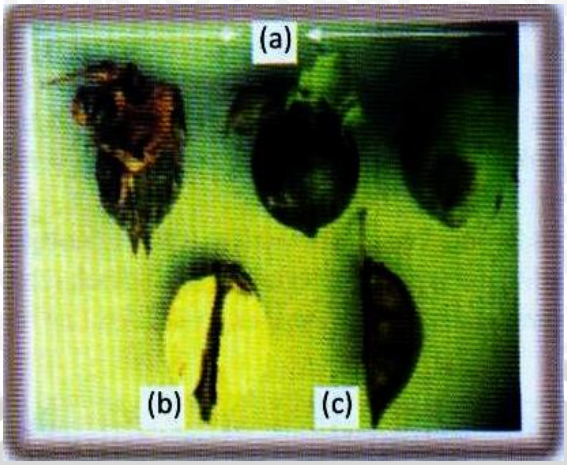


Gambar 2.25 Gejala Penyakit Busuk Arang (*Charcoal rot*) (a)tanaman layu dan mati, pangkal batang busuk berwarna hitam; (b)jamur berwarna hitam pada media agar; (c)*Mikrosklerotia*
Sumber: (Suhara, 2013)

2.6.2.4 Penyakit Busuk Buah

Penyebab penyakit busuk buah ini cukup banyak, antara lain bakteri *Xanthomonas campestris pv malvacearum,* jamur Fusarium spp, *Diplodia gossypina,* dan lain-lain. Gejalanya adalah bercak coklat pada kulit buah yang terus berkembang dan akhirnya buah menjadi busuk.kadang-kadang pada permukaan buah kapas tumbuh miselium yang berwarna putih, putih kekuningan, merah jambu, coklat, hitam, tergantung jamur yang menyerangnya. Pembusukan dapatu terjadi di dalam buah kapas sehingga serat yang dihasilkan mutunya jelek dan rapuh (Suhara, 2013).

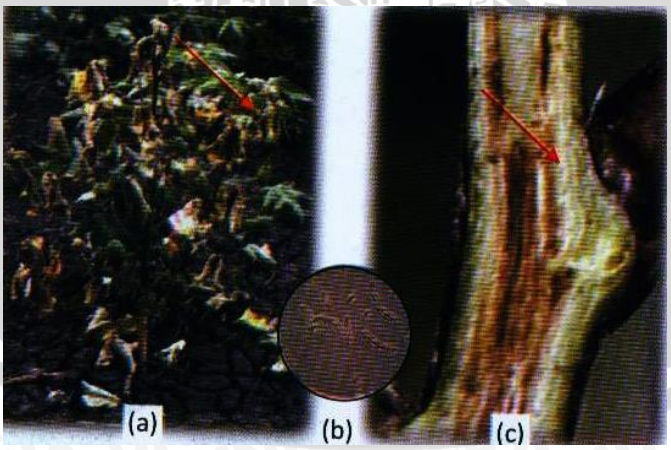
Tanaman kapas yang terserang penyakit busuk buah ditunjukkan pada gambar 2.26.



Gambar 2.26 Gejala Penyakit Busuk Buah (*Boll rot*) (a)perkembangan gejala busuk buah; (b)buah sehat, seratnya putih; (c)buah sakit seratnya hitam
Sumber: (Suhara, 2013)

2.6.2.5 Penyakit Layu Fusarium/Vaskuler

Penyakit ini disebabkan oleh *Fusarium oxysporum f.sp, vasinfectum*. Penyakit layu fusarium ini memiliki gejala yang terlihat pada daun yang menjadi kekuningan, kadang-kadang hanya pada satu sisi saja. Pada awal infeksi tanaman menjadi layu jika panas, tetapi menjadi segar lagi di pagi dan sore hari. Jika infeksi berlanjut, tanaman layu permanen meskipun udara dingin (Yulianti, 2013). Selain itu penyakit ini biasanya ditandai dengan gejala tanaman kerdil. Dan apabila batang disayat atau dibelah maka akan terlihat alur-alur berwarna coklat pada berkas silemnya. Tanaman kapas yang terserang penyakit layu fusarium ditunjukkan pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Gejala Penyakit Layu Fusarium (a)daun menguning, tanaman layu dan mati; (b)*Makrokonidia Fusarium oxysporum*; (c)batang busuk berwarna cokelat terlihat garis-garis berwarna cokelat
Sumber: (Suhara, 2013)

2.6.2.6 Penyakit Embun Tepung *(Areolate Mildew)*

Penyakit ini terjadi apabila cuaca berangin dan kelembapan di sekitar tanaman tinggi, terutama bagian bawah. Penyebabnya adalah jamur *Ramularia areola.* Gejala awal biasanya terlihat pada kanopi bagian bawah terlihat seperti bercak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna hijau muda atau hijau kekuningan. Pada permukaan bawah daun terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih. Setelah masa sporulasi, warna bercak berubah menjadi coklat. Infeksi berat akan menyebabkan daun gugur, akibatnya produksi menjadi turun (Suhara, 2013). Tanaman kapas yang terserang penyakit embun tepung ditunjukkan pada gambar 2.28.

Gambar 2.28 Gejala Penyakit Embun Tepung (*Areolate Mildew*)
Sumber: (Suhara, 2013)

2.6.2.7 Penyakit Becak Daun

Penyakit ini sering ditemukan di lapang antaralain disebabkan oleh cendawan-cendawan seperti *Altenaria spp., Ascochyta gossypii, Myrothecium roridum*. Tanaman yang terinfeksi penyakit ini daun-daunnya berubah bentuk dan warna menjadi belang-belang(mosaik) kekuningan dan khlorosis. Serangan berat menyebabkan tanaman kerdil dan kanopinya menyempit sehingga produksi buahnya rendah (Yulianti, 2013). Tanaman kapas yang terserang penyakit becak daun ditunjukkan pada gambar 2.29.

Gambar 2.29 Gejala Penyakit Becak Daun
Sumber: (Haggard, 2013)

2.6.2.8 Penyakit Non-Patogenik (Kekurangan N)

Kekurangan unsur N pada tanaman muda menyebabkan daun-daunnya pucat. Jika kekurangan N pada awal musim, maka tanaman akan pendek dan cabang vegetatifnya berkurang, cabang generatifnya menjadi lebih pendek. Jika kekurangan N pada saat tanaman lebih dewasa, maka persediaan N akan dimobilisasi, akibatnya daun-daun bagian bawah dan tua menjadi kuning, kemerahan dan gugur sebelum waktunya. Selain itu square dan buah muda lebih mudah gugur (Yulianti, 2013).

2.6.2.9 Penyakit Non-Patogenik (Kekurangan P)

Kekurangan P agak sulit terdeteksi, kecuali jika kadar P di dalam tanah sangat rendah. Biasanya tanaman yang kekurangan P kerdil dan daunnya hijau gelap. Jika kondisi ini berlangsung terus, warna hijau gelap akan terus berkembang sampai ke bagian batang, terlambatnya pembungaan dan kematangan buah.Lama kelamaan daun akan berubah menjadi ungu kemerahan. Karena P berfungsi dalam suplai energi dan pengaturan tumbuh, maka kekurangan unsur ini lebih berpengaruh terhadap produksi daripada kualitas serat dan biji (Yulianti, 2013).

2.6.2.10 Penyakit Non-Patogenik (Kekurangan K)

Gejala kekurangan K biasanya terlihat pada daun-daun tua dan bagian bawah. Muka-mula daun berubah warna menjadi kekuningan dan belang-belang putih pada tulang daundan bagian pinggir. Lama kelamaan daun menjadi pucat dengan becak-becak kuning di pertulangan daun. Bagian pinggir menjadi kecoklatan, kering, tersobek-sobek. Akhirnya daun gugur sebelum waktunya. Kondisi ini mempengaruhi buah matang sebelum waktunya (Yulianti, 2013).

2.6.2.11 Penyakit Rebah Kecambah *(Damping-Off)*

Penyakit rebah kecambah dapat terjadi mulai kecambah yang belum muncul di permukaan tanah sampai tanaman muda yang berumur 30 hari. :Penyebabnya adalah beberapa jamur yaitu *Sclerotium rolfsii sacc., Rhizoctonia Solani,* dan lain-lain. Gejala penyakit rebah kecambah adalah benih atau kecambah yang belum muncul di permukaan tanah menjadi membusuk, serta kecambah yang sudah muncul di permukaan tanah busuk pangkal batang berwarna coklat, pangkal batang menjadi mengecil berwarna coklat seperti tergencet, dan tanaman roboh. Kadang-kadang paaada pangkal batang ditemukan miselium yang berwarna putih atau *sclerotia* bulat berwarna coklat (Suhara, 2013). Tanaman kapas yang terserang penyakit rebah kecambah ditunjukkan pada gambar 2.30.

Gambar 2.30 Gejala Penyakit Rebah Kecambah (*Damping-off*)
Sumber: (Jones, 2013)

2.6.2.12 Penyakit Antraknose

Penyakit ini timbul jika keadaan tanaman lemah, dan kelembaban udara cukup tinggi. Penyebabnya adalah jamur *Glomerella gossypii eds*. Gejala penyakit antraknose adalah nekrosis pada kotiledon yang baru tumbuh, sedangkan pada tanaman dewasa terdapat bercak cokjelat di tengah atau tepi daun yang seringkali menyatu menjadi bercak besar (Suhara, 2013).. Tanaman kapas yang terserang penyakit Antraknose ditunjukkan pada gambar 2.31.

Gambar 2.31 Gejala Penyakit Antraknose
Sumber: (Suhara, 2013).

2.7 *Data Flow Diagram* (DFD)

DFD adalah metode yang digunakan dalam pemodelan sistem yang berguna untuk menggambarkan sistem secara terstruktur. DFD digambarkan dalam bentuk diagram yang menghubungkan antar proses fungsional dengan aliran data yang terjadi pada sistem. Proses aliran data dapat dijelaskan dengan menggunakan simbol maupun notasi tertentu. DFD juga dapat digunakan untuk menjelaskan proses aliran data yang terperinci atau proses dekomposisi (Li, 2009). Berikut ini adalah symbol-simbol yang digunakan dalam DFD (Parno, 2012):

- Terminator / Entitas Luar

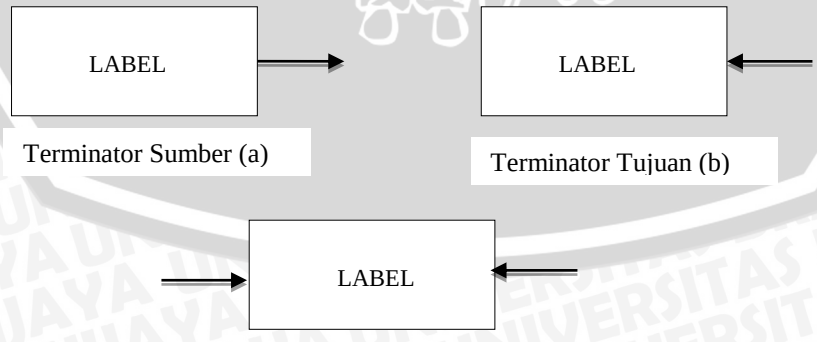
Terminator / Entitas Luar adalah entitas yang berkomunikasi dengan sistem yang dibagun, simbol terminator dapat dilihat pada Gambar 2.33. Terminator dapat dibedakan menjadi 2 jenis (Parno, 2012).

- Terminator Sumber (*source*) adalah terminator yang menjadi sumber sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.34 (a).
- Terminator Tujuan (*sink)* adalah terminator yang menjadi tujuan data / informasi sistem, ditunjukkan padaGambar 2.34 (b).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol terminator ini antara lain (Li, 2009):

- Terminator merupakan entitas sumber/tujuan dari aliran data eksternal
- Terminator merupakan entitas yang hanya dapat mengirim/menerima data.
- Terminator merupakan entitas yang harus diberi label yang menggunakan kata benda.
- Terminator merupakan bagian/lingkungan luar sistem berupa orang, sekelompok orang, organiasai atau lainnya yang dapat berinteraksi dengan sistem.
- Terminator merupakan entitas yang menerima informasi dari sistem, memberikan informasi baru dalam sistem, dan menjalankan sistem.

Gambar 2.33 Simbol Terminator
Sumber: (Parno, 2012)



Gambar 2.34 Jenis Terminator
Sumber: (Parno, 2012)

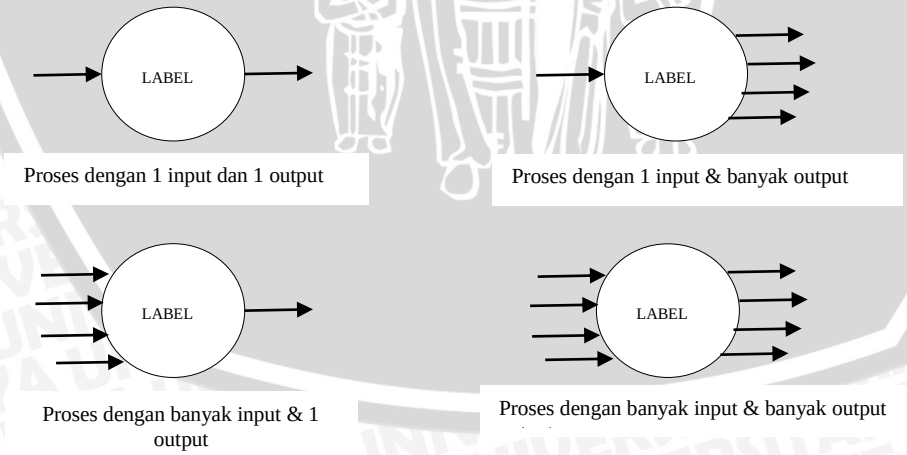
- Proses

Proses adalah komponen yang menggambarkan bagian dari sistem yang dibagun dengan mengubah input menjadi *output*, simbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.35. Proses dapat dibedakan menjadi 4 kemungkinan terjadinya proses yang dapat dilihat pada Gambar 2.36 (Parno, 2012)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol proses ini antara lain (Li, 2009) :

- Proses harus menerima aliran data sebagai input dan menghasilkan aliran data sebagai *output*.
- Proses dapat dibagi menjadi beberapa proses yang lebih detail (sub-proses).
- Proses merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata kerja.
- Proses merupakan internal sistem yang dapat dihubungkan dengan komponen terminator, data store atau proses melalui alur data.
- Terdapat paling sedikit 1 input aliran data dan 1 output aliran data.

Gambar 2.35 Simbol Proses
Sumber: (Li, 2009)



Gambar 2.36 Jenis Proses
Sumber: (Parno, 2012)

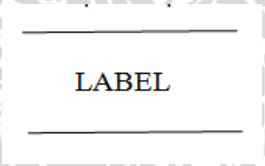
- *Data Store*

  Data store adalah komponen yang digunakan untuk model kumpulan data pada sistem yang dibagun, simbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.37. Berdasarkan aliran data yang ada *data store* dapat dibedakan menjadi 2 jenis (Parno, 2012).

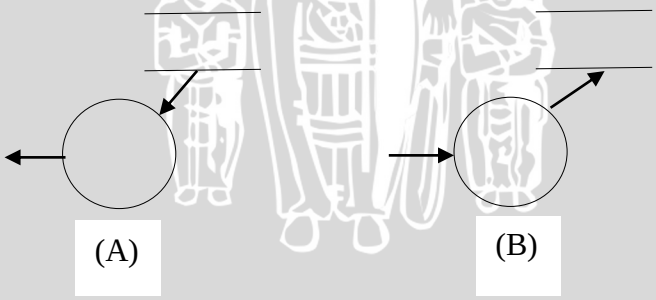
  - Alur data dari *data store*, yang merupakan pembacaaan atau pengaksesan data dalam sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.38 (a).
  - Alur data ke *data store*, yang merupakan pengupdatean data dalam sistem seperti menghapus atau mengubah data dalam sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.38(b).

  Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol *data store* ini antara lain (Li, 2009):

  - *Data store* hanya dihubungkan dengan kompunen proses.
  - *Data store* merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata benda jamak.
  - *Data store* merupakan internal sistem yang dapat dihubungkan dengan komponen proses melalui alur data.



Gambar 2.37 Simbol *Data store*
Sumber : (Li, 2009)



Gambar 2.38 Jenis *Data sto*re
Sumber : (Parno, 2012)

- *Data Flow* / Alur Data

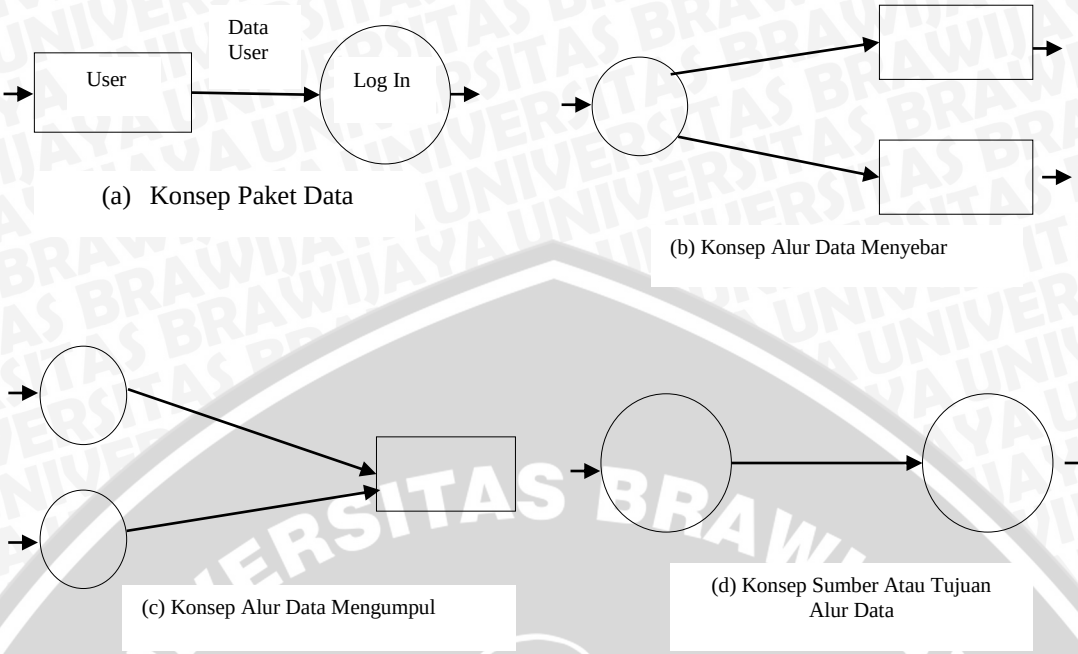
  Data Flow adalah komponen yang digunakan sebagai model aliran data yang digambarkan dengan anak panah, sekaligus menunjukkan arah aliran data menuju atau keluar dari proses, simbol *data flow* dapat dilihat pada Gambar 2.39. Terdapat 4 konsep yang digunakan dalam penggambaran alur data (Parno, 2012).

- Konsep paket data, merupakan alur data yang menggabungkan beberapa data berhubungan menjadi satu paket data yang sama. Dengan ketentuan alur data tersebut mempunyai sumber dan tujuan yang sama. Contohnya, terdapat data pribadi siswa yang terdiri dari Nama, Nomer Induk, Tempat Tanggal Lahir, Alamat dan lainnya. Data-data tersebut dapat diringkas menjadi satu paket data yaitu paket Data Siswa. Penggambaran konsep paket data dapat dilihat pada Gambar 2.39 (a).
- Konsep alur data menyebar, merupakan alur data yang mempunyai sumber sama dan menyebar ke tujuan yang berbeda. Penggambaran konsep alur data menyebar dapat dilihat pada Gambar 2.39 (b).
- Konsep alur data mengumpul, merupakan alur data dari beberapa sumber data yang berbeda dan mengumpul ke tujuan yang sama. Penggambaran konsep alur data mengumpul dapat dilihat pada Gambar 2.39 (c).
- Konsep sumber atau tujuan alur data, merupakan alur data dengan ketentuan harus mengandung minimal satu proses. Terdapat beberapa contoh peggunaannya diantaranya :
  - Alur data yang bersumber atau bertujuan pada suatu proses.
  - Alur data yang bersumber pada suatu proses dan bertujuan pada suatu proses.

  Penggambaran konsep sumber atau tujuan alur data dapat dilihat pada Gambar 2.39 (d).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol data flow (Li, 2009).

- Data flow merupakan konektor yang berfungsi untuk menghubungkan proses, data store, dan terminator.
- Data flow merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata benda



(a) Konsep Paket Data

(b) Konsep Alur Data Menyebar

(c) Konsep Alur Data Mengumpul

(d) Konsep Sumber Atau Tujuan Alur Data

Gambar 2.39 Konsep *Data flow*

Sumber: (Parno, 2012)

Penggambaran DFD yang konsisten, memiliki beberapa garis besar langkah-langkah dalam pembuatannya yaitu:

1) Mengidentifikasi entitas yang akan digunakan pada sistem.
2) Mengidentifikasi input dan output yang akan digunakan oleh entitas.
3) Membuat Diagram Konteks (*diagram context*), yang menggambarkan sistem dan merupakan diagram level tertinggi dari DFD.
4) Membuat Diagram Level *Zero*, yang merupakan penjabaran detail dari diagram konteks dengan ketentuan masuk/keluar alur data pada masing-masing proses memperhatikan konsep keseimbangan dengan diagram level sebelumnya. Penomeran dilakukan dengan cara memberi nomer pada proses utama (urutan tidak mempengaruhi).
5) Membuat Diagram Level Satu, yang merupakan dekomposisi dari diagram level zero dengan membagi proses ke sub proses dengan ketentuan masuk/keluar alir data pada proses memperhatikan konsep keseimbangan dengan diagram level sebelumnya. Penomeran dilakukan dengan cara mengikuti nomer proses level sebelumnya ditambah nomer sub proses itu sendiri.
6) DFD Level Dua, Tiga, dst, yang merupakan dekomposisi dari level sebelumnya dengan aturan yang sama dengan level satu

2.8 *Entity-Relationship Diagram* (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah teknik penggambaran secara umum untuk struktur data dan desain sistem database. ERD digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara tabel penyimpanan (data) atau dapat dikatakan pemodelan data (Li, 2009). ERD menggunakan sejumlah notasi dan simbol untuk menggambarkan struktur dan hubungan antar data. Ada tiga komponen utama pada ERD yaitu (Li, 2009) :

- *Entity* (Entitas)

  Entity merupakan perwakilan dari orang, tempat, benda, peristiwa, atau konsep yang dibutuhkan untuk menyimpan data. Simbol dari entitas ditunjukkan pada Gambar 2.40 (a).

- Atribut

  Atribut merupakan element yang dimiliki oleh *entity*. Atribut terdapat beberapa macam seperti *primary key*, *foreign key*, *candidate key*, *group*, dan *subsetting* kriteria. Simbol dari atribut ditunjukkan pada Gambar 2.40 (b).

- Relasi

  Relasi merupakan hubungan antara entitas yang ada, baik antar satu entitas atau lebih entitas. Relasi ini mewakili suatu peristiwa antar entitas atau hanya sebagai relasi logis antar entitas. Simbol dari relasi ditunjukkan pada Gambar 2.41 (c).

Gambar 2.40 Simbol ERD

Sumber : (Li, 2009)

Dalam ERD terdapat macam-macam relasi yang memungkinkan dalam pemodelan data, diantaranya (Li, 2009) :

- Satu Ke Satu (*One to One*)

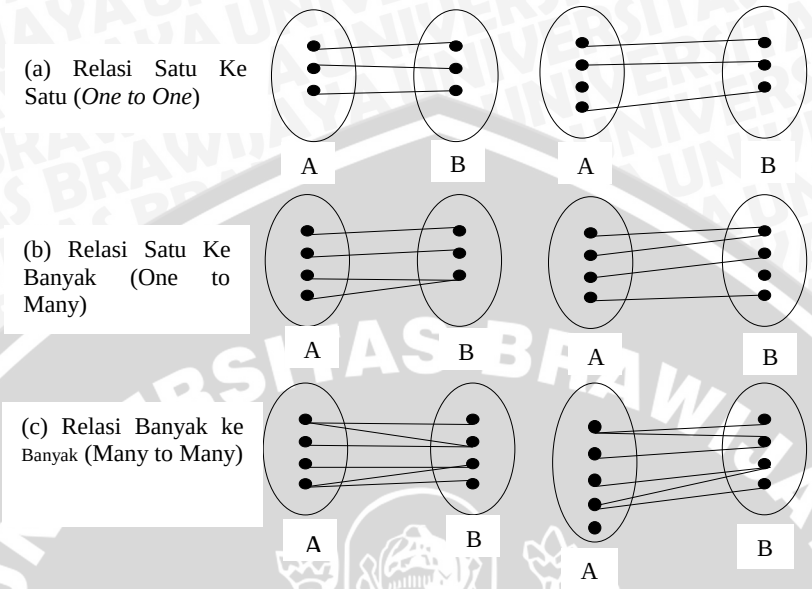
  Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai satu hubungan dengan entitas B dan begitu sebaliknya, yang digambarkan pada Gambar 2.41 (a).

- Satu Ke Banyak (*One to Many*)

  Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B, sedangkan entitas B hanya mempunyai satu hubungan dengan antitas A, yang digambarkan pada Gambar 2.41 (b).

- Banyak ke Banyak (*Many to Many*)

Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B dan begitu sebaliknya, yang digambarkan pada Gambar 2.41 (c).



Gambar 2.41 Macam Relasi
Sumber : (Li, 2009)

2.9 Pengujian *Blackbox*

Pengujian validasi digunakan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah benar sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian validasi menggunakan metode pengujian *Black Box*, karena tidak difokuskan terhadap alur jalannya algoritma program namun lebih ditekankan untuk menemukan kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan (Fitrianti, 2012).

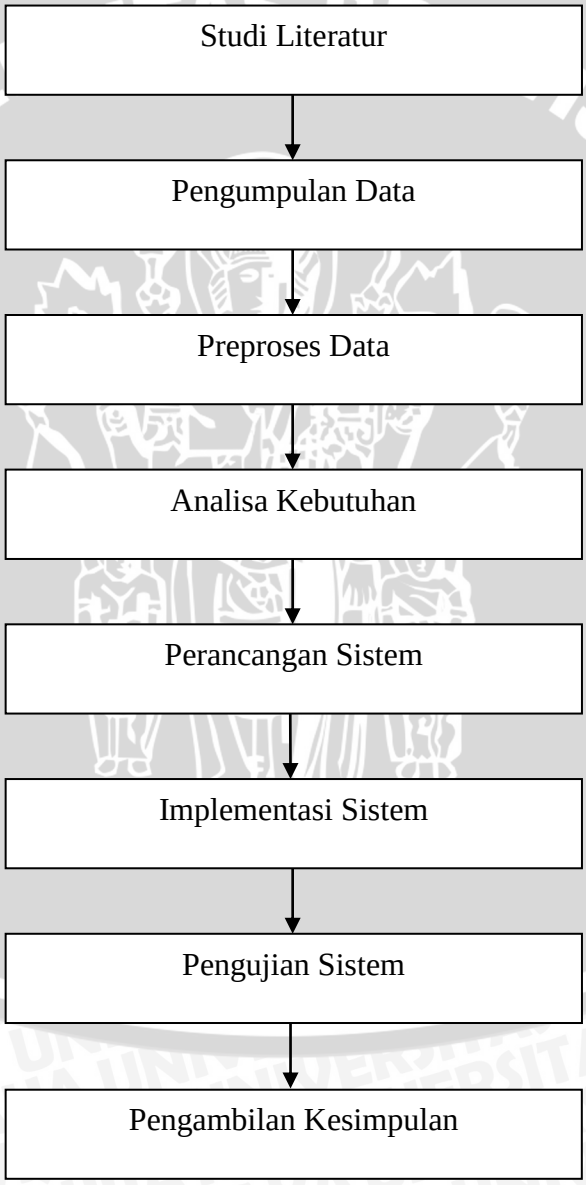
2.10 Pengujian Akurasi

Akurasi merupakan seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya (*true value / reference value*). Dalam penelitian ini pengujian akurasidilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar dalam memberikan kesimpulan diagnosa. Pengujian akurasi diagnosa dihitung dari jumlah diagnosa yang tepat dibagi dengan jumlah data. Secara umum perhitungan akurasi seperti pada Persamaan 2.4 (Fitrianti, 2012) :

$$Nilai\ Akurasi\ \frac{Jumlah\ data\ akurat}{Jumlah\ seluruh\ data}\ x\ 100\% \quad \text{..... (2-4)}$$

BAB 3 METODOLOGI DAN PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan penulis serta membahas tentang perancangan dalam penelitian pemodelan sistem pakar identifikasi hama dan penyakit pada tanaman kapas dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Penelitian dilakukan dengan melakukan tahapan-tahapan yaitu studi literatur, pengumpulan data, preproses data, analisa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, serta pengambilan kesimpulan. Langkah-langkah pengerjaan diilustrasikan dalam diagram blok metode penelitian pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan dasar-dasar teori dan sumber acuan untuk pembuatan sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman kapas dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*, diantaranya:

1. Pemodelan
2. Sistem Pakar
3. Metode Teori *Dempster-Shafer*
4. Pengetahuan dasar tentang hama dan penyakit pada tanaman kapas
5. Pengujian sistem dengan *blackbox testing*

Literatur tersebut diperoleh dari buku, jurnal *e-book*, internet, penelitian sebelumnya, dokumentasi projek serta bimbingan dari dosen pembimbing skripsi dan pakar hama-penyakit tanaman kapas

3.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam pembuatan sistem didapat dari observasi lapangan dari Pakar Hama dan Penyakit Tanaman pada Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat (BALITTAS) di kota Malang. Data yang dikumpulkan antara lain 18 macam hama dan 12 macam penyakit pada tanaman kapas dengan 71 gejala. Data ini selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pembangunan sistem pakar dan diproses dengan metode perhitungan *Dempster-shafer,*

Cara pengumpulan data untuk kegiatan penelitian terdapat dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan oleh orang lain dan tidak dipersiapkan untuk kegiatan penelitian tetapi dapat digunakan untuk tujuan penelitian seperti melalui buku literatur. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari responden penelitian atau narasumber melalui wawancara. Metode pengumpulan data primer yang bersifat kuantitatif dapat menggunakan instrumen kuisioner dan wawancara. Daftar penentuan kebutuhan data dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Penentuan Kebutuhan Data Penelitian

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
1.	Data mengenai hama-penyakit tanaman kapas.	Pakar Hama dan Penyakit.	Wawancara	Sebagai data pengetahuan mengenai jenis hama dan penyakit tanaman kapas.
2.	Data kasus	Pakar Hama	Observasi	Data yang didapat

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
	tanaman kapas yang terkena hama-penyakit.	Dan Penyakit		akan digunakan untuk proses perhitungan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.
3.	Pengujian kasus secara manual mendeteksi jenis hama-penyakit pada tanaman kapas	Data kasus tanaman kapas yang terkena hama/penyakit dari pakar	Kuisioner	Pengujian proses untuk menentukan jenis hama/penyakit apa yang menyerang tanaman kapas

3.3 Preproses Data

Preproses data merupakan tahapan yang dilakukan untuk menyeleksi data dari semua alternatif yang telah diterkumpul dalam tahap pengumpulan data. Alternatif data yang telah diseleksi kemudian dipisahkan sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan

3.4 Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan sebuah fase yang berfungsi untuk merumuskan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam mengembangkan sistem pakar. Analisa kebutuhan harus sesuai dengan lokasi penelitian, variabel penelitian, identifikasi aktor-aktor yang terlibat di dalam sistem pakar dan penjabaran daftar kebutuhan untuk menggambarkan kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna.

Secara keseluruhan, kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan Sistem Pakar ini meliputi:

- Spesifikasi kebutuhan *hardware*, meliputi:
  - Laptop dengan *Processor* Intel Core i3-370M
  - Memory 4GB
- Spesifikasi kebutuhan *software*, meliputi:
  - Windows 7 32bit sebagai sistem operasi.
  - XAMPP 1.8.2 sebagai server localhost, MySQL termasuk didalamnya sebagai *database management system* (DBMS).
- Data yang dibutuhkan, meliputi:
  - Data nilai densitas gejala hama penyakit tanaman kapas
  - Data gejala hama penyakit tanaman kapas

- Data hama penyakit tanaman kapas

3.4.1 Analisa Kebutuhan Pengguna

Tahap ini mempunyai tujuan untuk melakukan identifikasi terhadap aktor-aktor yang akan berinteraksi dengan sistem pakar. Pada kolom aktor disebutkan pengguna-pengguna yang berperan dalam sistem, dan pada kolom lainnya menjelaskan deskripsi dari masing-masing pengguna. Pada Tabel 3.2 memperlihatkan tiga *user* beserta penjelasannya masing-masing yang merupakan hasil dari proses identifikasi aktor.

Tabel 3.2 Deskripsi *User*

Aktor	Deskripsi *User*
Pengguna (Petani Tanaman Kapas atau pengguna umum)	*User* yang dapat menggunakan sistem pakar untuk mendapatkan informasi serta mendeteksi hama dan penyakit tanaman kapas. Pengguna dapat melakukan proses login, melakukan deteksi hama dan penyakit tanaman kapas.
Pakar hama dan penyakit pada tanaman kapas (BALITTAS)	*User* yang memiliki pengetahuan untuk memecahkan suatu permasalahan pada tanaman kapas. Pakar memberikan informasi berupa pengetahuan dasar dari hama dan penyakit pada tanaman kapas. Pakar dapat melakukan proses login, mengelola data penyakit maupun data mengenai informasi lainnya seperti mengubah data nilai densitas, data gejala, informasi rekomendasi atau solusi perawatan pada tanaman kapas.
Knowledge Engineer/Admin	*User* yang menyerap sumber pengetahuan dari pakar kemudian ditransformasikan ke basis pengetahuan. Admin dapat melakukan proses login dan mengelola manajemen *user*.

3.4.2 Analisa Kebutuhan Masukan

Dalam sistem ini, terdapat beberapa masukan yang berasal dari pakar antara lain :

- Data hama penyakit berupa id hama-penyakit, nama hama penyakit, densitas gejala hama-penyakit, deskripsi hama penyakit, gambar hama penyakit dan solusi penanganan hama penyakit.
- Data gejala, meliputi id gejala dan nama gejala.
- Data aturan ditambahkan sesuai dengan gejala dan nama hama penyakit yang ditimbulkan. Pakar memberikan nilai densitas/keyakinan dari masing-masing gejala pada setiap hama penyakit.

Ketiga masukan pakar yang telah disebutkan, digunakan sebagai basis pengetahuan dari sistem dalam mendeteksi hama dan penyakit. Selain masukan dari pakar juga terdapat daftar kebutuhan. Daftar kebutuhan ini terdiri dari sebuah kolom yang menguraikan kebutuhan sistem maupun interface yang harus disediakan oleh sistem, dan pada kolom yang lain akan menunjukkan nama proses yang akan menunjukkan fungsionalitas masing-masing kebutuhan tersebut. Daftar kebutuhan fungsional keseluruhan sistem ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Daftar Kebutuhan Fungsional

ID	Kebutuhan	Pengguna	Aksi
KF_01	Sistem menyediakan antarmuka untuk melakukan *login*	PAKAR, pengguna,Admin	*Login*
KF-02	Sistem dapat melakukan proses registrasi pengguna baru	pengguna	Registrasi pengguna
KF_03	Sistem menyediakan antarmuka untuk mengkelola data *user*	Admin	Master Data *user*
KF_04	Sistem menyediakan proses untuk menambah data *user* baru	Admin	Tambah data *user*
KF_05	Sistem menyediakan antarmuka untuk menampilkan detail dari *user*	Admin	Daftar *user*
KF_06	Sistem menyediakan proses untuk mengubah data *user*	Admin	Ubah data *user*
KF_07	Sistem menyediakan proses untuk menghapus data *user*	Admin	Hapus data *user*
KF_08	Sistem menyediakan antarmuka untuk mengkelola data hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Data hama penyakit
KF_09	Sistem menyediakan proses untuk menambah data hama penyakit tanaman kapas yang baru	PAKAR, Admin	Tambah data hama penyakit
KF_10	Sistem menyediakan proses untuk mengubah data hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Ubah hama penyakit
KF_11	Sistem menyediakan proses untuk menghapus data hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Hapus hama penyakit

ID	Kebutuhan	Pengguna	Aksi
KF_12	Sistem menyediakan antarmuka untuk mengkelola data gejala hama dan penyakit pada tanaman kapas	PAKAR, Admin	Data Gejala
KF_13	Sistem menyediakan proses untuk menambah data gejala hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Tambah data gejala
KF_14	Sistem menyediakan proses untuk mengubah data gejala hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Ubah data gejala
KF_15	Sistem menyediakan proses untuk menghapus data gejala hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Hapus data gejala
KF_16	Sistem menyediakan antarmuka untuk mengkelola data aturan dan nilai densitas hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Data Aturan
KF_17	Sistem menyediakan proses untuk menambah data aturan dan nilai densitas hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Tambah data aturan
KF_18	Sistem menyediakan proses untuk mengubah data aturan dan nilai densitas hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Ubah data aturan
KF_19	Sistem menyediakan proses untuk menghapus data aturan dan nilai densitas hama penyakit tanaman kapas	PAKAR, Admin	Hapus data aturan
KF_20	Sistem menyediakan antarmuka untuk proses deteksi hama penyakit tanaman kapas	Admin, PAKAR, pengguna	Identifikasi
KF_21	Sistem menyediakan antarmuka untuk menampilkan informasi atau artikel tentang hama penyakit tanaman kapas dan solusi penanganannya	Admin, PAKAR, pengguna	Info Hama Penyakit
KF_22	Sistem menyediakan proses	PAKAR, Admin,	*Logout*

ID	Kebutuhan	Pengguna	Aksi
	untuk melakukan *logout*	pengguna	
KF_23	Sistem mampu menampilkan informasi bantuan penggunaan aplikasi sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas.	Admin, pengguna, PAKAR	Bantuan
KF_24	Sistem menampilkan history hasil identifikasi oleh pengguna	PAKAR	History

3.4.3 Analisa Kebutuhan Proses

Proses inti dari sistem ini adalah proses penalaran. Sistem akan melakukan penalaran untuk menentukan jenis hama dan penyakit tanaman kapas yang menyerang berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Pada sistem telah disediakan aturan basis pengetahuan yang akan digunakan sebagai data training. Sistem ini menggunakan metode *Dempster-Shafer* sebagai proses untuk mendapatkan hasil identifikasi, sehingga membutuhkan pembobotan nilai pada masing-masing gejala di tiap penyakit dalam proses penalarannya.

3.4.4 Analisa Kebutuhan Keluaran

Output dari sistem ini adalah berupa hasil deteksi hama penyakit menggunakan perhitungan metode *Dempster-Shafer*. Hasil deteksi tersebut berdasarkan fakta gejala pada tanaman kapas yang diinputkan oleh pengguna pada saat melakukan deteksi. Hasil output sistem terdiri dari jenis hama atau penyakit yang menyerang dan solusi dari permasalahan.

3.5 Perancangan Sistem

Sistem pakar yang akan dibangun digunakan untuk mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman kapas. *Admin* atau pakar sebagai pihak yang memasukkan data master utama pada aplikasi. Pengguna sebagai pihak yang melakukan kegiatan diagnosa hama dan penyakit dengan memasukkan gejala yang terjadi pada tanaman kapas ke dalam aplikasi. Metode *Dempster-Shafer* digunakan sebagai mesin inferensi untuk melakukan perhitungan densitas gejala hama dan penyakit sesuai dengan yang dimasukkan oleh pengguna pada aplikasi sistem pakar. Pengambilan kesimpulan didapat dari nilai perhitungan densitas hama dan penyakit tertinggi yang kemudian akan dipilih sebagai hasil diagnosa penyakitnya. Hasil keluaran sistem terdiri dari: keterangan tentang hama dan penyakit, serta densitas kepercayaan terhadap kesimpulan yang telah diambil

3.5.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem adalah diagram yang berbentuk blok-blok yang menggambarkan aliran proses dari komponen-komponen sistem yang memuat fungsi matematis. Diagram blok sistem menjelaskan cara kerja sistem yang dimulai dari masukkan sampai keluaran yang dihasilkan. Diagram blok sistem yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Proses yang terjadi dalam Gambar 3.2 yaitu:

1. Masukan

   Sistem ini nantinya akan menerima masukan berupa data gejala yang dialami tanaman kapas dengan mencentang gejala-gejala hama dan penyakit tanaman kapas yang disediakan oleh system dan ditampilkan kepada pengguna.

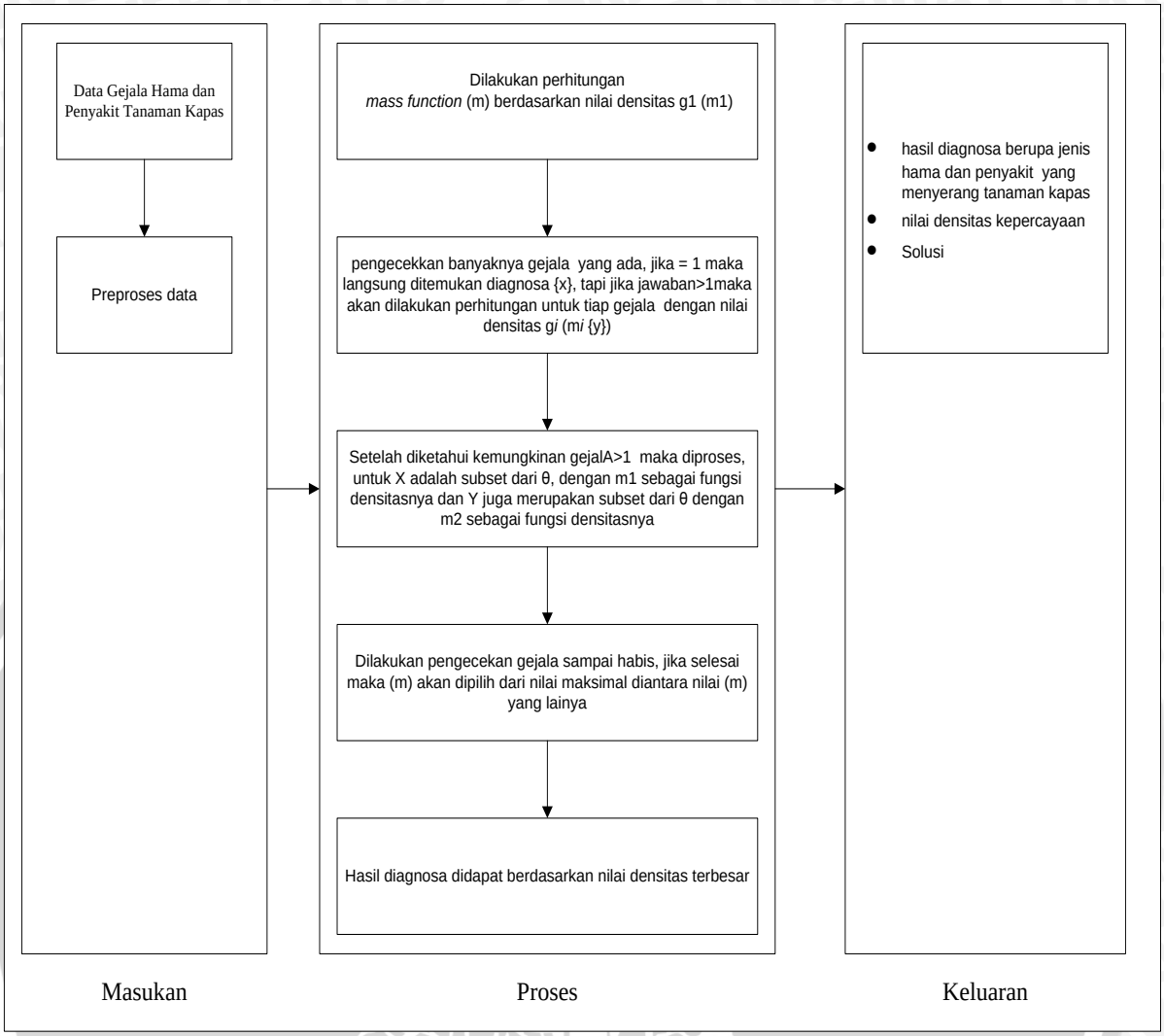
2. Proses

   Input yang masuk ke sistem selanjutnya akan diproses dengan metode *Dempster-shafer*. Langkah-langkah perhitungan menggunakan metode *Dempster-shafer* yaitu :

   - Terdapat input dari *user* berupa gejala penyakit yang dialami pada tanaman kapas
   - Perhitungan nilai densitas m dan teta
   - Jika gejala = 1 maka hasil diagnosis didapat secara langsung dari penyakit yang memiliki m terbesar
   - Jika ada gejala baru maka dilakukan perhitungan kombinasi nilai m sebelumnya dengan nilai densitas m gejala baru dalam perkalian matriks.
   - Proses terus berulang selama masih ada gejala.
   - Memilih alternatif hama-peyakit yang memiliki nilai densitas m terbesar sebagai output

3. Keluaran

   Hasil dari sistem ini adalah jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman kapas beserta cara pengendaliannya.

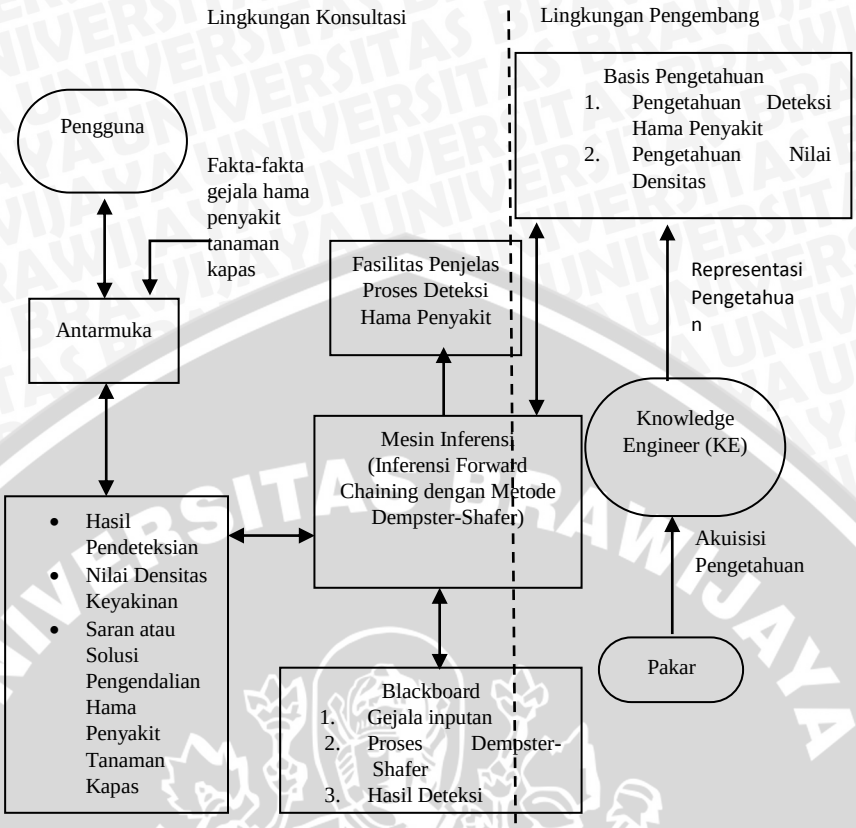


Gambar 3.2 Diagram Blok Proses Sistem Pakar DS

3.5.2 Arsitektur Sistem Pakar

Perancangan arsitektur sistem terbagi menjadi beberapa bagian yang saling terkait satu sama lain. Arsitektur sistem yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Pada ambar 3.3 dijelaskan arsitektur sistem pakar yang mewakili beberapa komponen sistem pakar. Pada subsistem basis pengetahuan menjelaskan proses pembetukan alternatif sesuai dengan kriteria yang telah dibentuk pada basis pengetahuan organisasional. Subsistem manajemen data pada Gambar 3.3 diwakili oleh data eksternal yang berfungsi untuk pengelolaan data gejala hama dan penyakit. Susbsistem manajemen model pada Gambar 3.3 terlihat pada penggunaan metode *Dempster-Shafer* yang berfungsi menganalisa dan menyelesaikan permasalahan. Antarmuka pengguna berfungsi sebagai perantara antara sistem dan pengguna.



Gambar 3.3 Arsitektur Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas

3.5.3 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam komputer dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu. Pada tahap ini *knowledge enginer* berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer kedalam basis pengetahuan. Pengetahuan yang ada dapat diperoleh dari buku, internet, serta pengetahuan yang berasal dari pakar. Metode yang digunakan dalam akuisisi pengetahuan, yaitu :

1. Wawancara

   Wawancara adalah metode akuisisi yang paling banyak digunakan. Metode ini melibatkan pembicaraan secara langsung dengan narasumber. Tujuan wawancara ini adalah memperoleh wawasan narasumber dalam hal ini pakar untuk domain masalah tertentu.

   Pada penelitian ini, wawancara dilakukan oleh knowledge engineer guna mengumpulkan dan menyerap informasi tentang hama dan penyakit tanaman kapas yang dibutuhkan oleh sistem. Informasi yang dikumpulkan meliputi macam-macam hama dan penyakit yang menyerang tanaman kapas, langkah-langkah pakar dalam pendeteksian

hama dan penyakit khususnya melalui gejala klinis yang terjadi pada tanaman kapas dan solusi pengendaliannya, serta data-data kasus serangan hama penyakit pada tanaman kapas yang pernah terjadi sebelumnya. Hasil wawancara dengan pakar dijadikan sebagai basis pengetahuan dalam membangun sistem.

Informasi mengenai macam-macam hama dan penyakit tanaman kapas diperoleh dari buku-buku referensi hama dan penyakit tanaman kapas yang didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS). Sedangkan pengetahuan tentang gejala klinis yang terjadi di setiap hama dan penyakit tanaman kapas secara lebih detail diberikan penjelasan pakar hama dan penyakit tanaman pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS) di kota Malang, Bapak Drs. Dwi Adi Sunarto, MP**.**

2. Analisis Protokol (Aturan)

   Pada analisis protokol ini, pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata-kata. Proses ini akan dijadikan sebagai acuan pembuatan aturan basis pengetahuan untuk melakukan pendeteksian hama dan penyakit tanaman kapas. Informasi dari hasil pemikiran pakar tersebut nantinya akan digunakan sebagai pengetahuan tentang bagaimana mendeteksi hama dan penyakit tanaman kapas berdasarkan gejala yang ada.

Pada proses akuisisi ini, petugas Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS) diminta untuk memberikan pengetahuan dan nilai kepercayaan (densitas) pada gejala-gejala hama dan penyakit tanaman kapas berdasarkan pengetahuan yang dimiliki pakar. Nilai kepercayaan pada gejala penyakit tersebut yang nantinya dijadikan sebagai dasar perhitungan metode *Dempster-shafer*dan pengambilan kesimpulan deteksi pada aplikasi yang akan dibuat. Hasil akuisisi pengetahuan gejala hama dan penyakit tanaman kapas yang diperoleh dalam proses wawancara dan analisis protokol pada dilihat pada Tabel 3.4 Akuisisi Nilai Densitas Gejala Hama dan Penyakit.

Tabel 3.4 Akuisisi Gejala dan Nilai Densitas Hama Penyakit Tanaman Kapas

	Gejala	**Nilai Densitas**
A01	(Hama wereng kapas *Amrasca biguttula*)	
1	Daun gugur	0,7
2	Meluasnya keriput daun	0,5
3	sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar	0,6
4	tanaman mati	0,8

	Gejala	Nilai Densitas
5	warna daun menguning	0,7
A02 (Hama penggerek buah kapas merah jambu *Pectinophora gossypiella)*		
1	biji rusak	0,8
2	buah berlubang	0,7
3	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna	0,7
4	mahkota tidak dapat mekar	0,5
5	'serat kapas kotor	0,6
A03 (Hama penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera)*		
1	buah kecil habis dimakan	0,7
2	buah gugur	0,7
3	buah berlubang	0,8
4	kuncup bunga habis dimakan	0,7
5	kuncup bunga gugur	0,9
A04 (Hama pengerek pucuk dan buah *Earias vitella)*		
1	buah gugur	0,6
2	buah berlubang	0,6
3	kuncup bunga gugur	0,8
4	pucuk tanaman rusak	0,9
A05 (Hama ulat daun *Spodoptera litura*)		
1	daun rusak/berlubang	0,8
2	tersisa tulang daun saja	0,8
A06 (Hama ulat penggulung daun *Syllepta degorata*)		
1	daun rusak/berlubang	0,8
2	daun menggulung	0,7
A07 (Hama ulat jengkal *Anomis flava)*		
1	daun rusak/berlubang	0,9
A08 (Hama kumbang moncong *Hypomeces squamosus*)		
1	daun rusak/berlubang	0,7
2	pertumbuhan terhambat	0,8
3	tanaman mati	0,7
A09 (Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*)		
1	daun gugur	0,6
2	jelaga pada daun dan serat	0,7
3	pertumbuhan terhambat	0,8
4	tanaman layu	0,8
5	warna daun menguning	0,6

	Gejala	Nilai Densitas
A10 (Hama kutu daun kapas *Aphis gossypii*)		
1	daun menggulung	0,9
2	jelaga pada daun dan serat	0,7
3	serat kapas lengket	0,6
A11 (Hama pengorok daun *Phyllonocrichter triarcha*)		
1	kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan	0,9
A12 (Hama penggerek buah *Rapala jarbas*)		
1	buah kecil habis dimakan	0,3
2	buah gugur	0,5
3	buah berlubang	0,3
4	buah busuk	0,8
5	kuncup bunga habis dimakan	0,6
6	kuncup bunga gugur	0,7
A13 (Hama Penggerek daun *Bucculatrix gossypii*)		
1	daun rusak/berlubang	0,7
2	kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan	0,8
A14 (Hama Pelipat daun *Homona coffearia*)		
1	daun rusak/berlubang	0,6
2	daun menggulung	0,8
A15 (Hama kutu putih *Lawana candida*)		
1	buah gugur	0,5
2	buah berlubang	0,3
3	daun menggulung	0,6
4	kuncup bunga gugur	0,6
5	lilin putih dan embun madu pada tanaman	0,8
6	tanaman layu	0,6
A16 (Hama bapak pucung *Dysdercus cingulatus*)		
1	buah berlubang	0,3
2	buah berwarna merah	0,8
3	buah busuk	0,8
A17 (Hama kepik hijau *Nezara viridulla*)		
1	biji rusak	0,3
2	kulit biji kapas kehitaman	0,8
A18 (Hama kepik biji kapas *Oxycarinus lugubris*)		
1	biji rusak	0,3

	Gejala	Nilai Densitas
2	buah berlubang	0,5
3	kulit biji kapas kehitaman	0,7
A19 (Penyakit bibit)		
1	tanaman layu	0,9
2	becak/luka pada kotiledon atau daun pertama	0,8
3	hipokotil rusak sebagian atau seluruhnya setelah kecambah muncul di permukaan	0,5
4	kecambah mati	0,8
A20 (Penyakit Hawar Bakteri *Bacterial Blight Disease*)		
1	batang hitam	0,8
2	batang mengeras	0,7
3	becak berair di sepanjang pertulangan daun dan terlihat bersudut	0,6
4	Becak bulat dan berair dengan warna hijau tua kehitaman pada stadia kecambah/kotiledon tanaman kecil	0,4
5	buah kecambah becak bulat dan berair (2-5mm)	0,6
6	kecambah kerdil	0,4
7	kecambah mati	0,9
8	serat berubah warna	0,6
9	terlihat lesi di sepanjang pertulangan daun utama	0,5
10	timbul beberapa becak coklat tua dengan diameter 10mm pada buah dalam kondisi lembab	0,5
A21 (Penyakit busuk arang *Charcoal Rot*)		
1	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna	0,7
2	tanaman layu	0,8
3	tanaman mati	0,8
4	warna daun menguning	0,7
5	akar hitam	0,3
6	batang hitam	0,6
7	daun berwarna coklat	0,8
8	daun kering	0,7
A22 (Penyakit busuk buah *Boll Rot*)		
1	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna	0,7
2	serat kapas lengket	0,9

	Gejala	Nilai Densitas
3	buah mengering	0,6
4	buah menjadi hitam	0,6
5	serat berubah warna	0,8
6	terlihat banyak sklerosia kecil muncul di bagian dalam kulit akar	0,7
7	terlihat masa konidia berwarna merah muda di atas luka padapermukaan buah kapas	0,8
8	timbul becak kecoklatan dan gelap pada kulit buah	0,7
A23 (Penyakit Layu Fusarium)		
1	tanaman layu	0,8
2	warna daun menguning	0,6
3	pangkal batang busuk berwarna coklat	0,8
4	tanaman layu hanya pada udara panas, tetapi segar kembali di sore dan pagi hari	0,7
5	tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim	0,9
6	terdapat *sclerotia* bulat berwarna coklat pada pangkal batang	0,7
7	terlihat pustul-pustul kecil hitam di atas permukaan kulit buah	0,7
A24 (Penyakit Embun Tepung *areolate Mildew*)		
1	kanopi bagian bawah terlihat seperti becak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna hijau muda atau hijau kekuningan	0,8
2	muncul bercak coklat spora setelah masa sporulasi	0,8
3	pembuluh berubah menjadi coklat jika batang dibelah	0,8
4	terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih pada bagian permukaan bawah daun	0,6
A25 (Penyakit Becak Daun)		
1	daun gugur	0,6
2	warna daun menguning	0,6
3	daun berubah bentuk dan warna menjadi belang-belang kekuningan	0,8
4	tanaman pendek dan cabang vegetatifnya	0,9

	Gejala	Nilai Densitas
	berkurang pada awal musim	
A26 (Penyakit Non Patogenik (Kekurangan N))		
1	daun gugur	0,3
2	warna daun menguning	0,4
3	cabang generatif menjadi lebih pendek pada awal musim	0,8
4	daun kemerahan	O,8
5	daun-daun pucat	0,6
6	kanopi menyempit	0,8
7	tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim	0,8
A27 (Penyakit Non Patogenik (Kekurangan P))		
1	buah gugur	0,4
2	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna	0,5
3	pertumbuhan terhambat	0,5
4	bagian batang berubah menjadi berwarna hijau gelap	0,8
5	daun menjadi berwarna hijau gelap	0,8
6	daun-daun pucat	0,8
7	tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim	0,7
A28 (Penyakit Non Patogenik (Kekurangan K))		
1	daun rusak/berlubang	0,4
2	warna daun menguning	0,4
3	daun berubah menjadi warna ungu kemerahan	0,8
4	becak-becak kuning di pertulangan daun	0,8
5	daun-daun pucat	0,6
6	muncul belang-belang putih pada tulang daun dan bagian pinggir daun	0,8
A29 (Penyakit Rebah Kecambah *Damping-off)*		
1	daun gugur	0,6
2	tanaman layu	0,8
3	kecambah mati	0,7
4	pangkal batang kecambah berwarna coklat dan mengecil seperti tergencet	0,8
5	terdapat miselium jamur berwarna putih pada	0,7

	Gejala	Nilai Densitas
	pangkal batang	
A30 (Penyakit Antraknose)		
1	bercak coklat kecil di tengah atau tepi daun	0,8
2	nekrosis pada kotiledon yang baru tumbuh	0,7
3	terlihat alur-alur berwarna coklat pada berkas silemnya apabila batang disayat atau dibelah	0,7

3.5.4 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang relevan yang diperlukan untuk memahami, merumuskan, dan memecahkan persoalan. Basis pengetahuan merupakan inti program dari sistem pakar dimana basis pengetahuan ini merupakan representasi pengetahuan dari seorang pakar. Basis pengetahuan tersebut mencakup dua elemen dasar yaitu fakta dan aturan khusus yang mengarahkan pengguna pengetahuan untuk memecahkan persoalan khusus dalam domain tertentu. Penalaran berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada memanipulasi dan mengarahkan sesuai kaidah, model, dan fakta yang disimpan hingga mencapai suatu kesimpulan. Pemodelan dan pengkodean dari pengetahuan gejala, jenis hama penyakit, nilai densitas dan aturan (hubungan antara gejala dengan jenis hama dan penyakit) ditunjukkan pada Tabel 3.5, dan Tabel 3.6 , Tabel 3.7 dan Tabel 3.8.

Tabel 3.5 Pengetahuan Gejala Hama Penyakit dan Nilai Densitas

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																													
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
G01	biji rusak		0,8															0,3	0,3												
G02	buah kecil habis dimakan			0,7									0,3																		
G03	buah gugur			0,7	0,6								0,5			0,5												0,4			
G04	buah berlubang		0,7	0,8	0,6								0,3			0,3	0,3		0,5												
G05	buah berwarna merah																0,8														
G06	buah busuk												0,8				0,8														
G07	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna		0,7																			0,7	0,7					0,5			
G08	daun gugur	0,7								0,6																0,6	0,3			0,6	
G09	daun rusak/berlubang					0,8	0,8	0,9	0,7					0,7	0,6														0,4		
G10	daun menggulung						0,7				0,9				0,8	0,6															
G11	jelaga pada daun dan serat									0,7	0,7																				
G12	kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan											0,9		0,8																	

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																														
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
G13	kuncup bunga habis dimakan			0,7									0,6																		
G14	kuncup bunga gugur			0,9	0,8								0,7			0,6															
G15	kulit biji kapas kehitaman																	0,8	0,7												
G16	lilin putih dan embun madu pada tanaman															0,8															
G17	mahkota tidak dapat mekar		0,5																												
G18	meluasnya keriput daun	0,5																													
G19	pertumbuhan terhambat								0,8	0,8																		0,5			
G20	pucuk tanaman rusak				0,9																										
G21	sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar	0,6																													
G22	serat kapas lengket										0,6												0,9								
G23	serat kapas kotor		0,6																												
G24	tanaman layu									0,8						0,6				0,9		0,8		0,8						0,8	

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																													
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
G25	tanaman mati	0,8							0,7													0,8									
G26	tersisa tulang daun saja					0,8																									
G27	warna daun menguning	0,7								0,6												0,7		0,6		0,6	0,4		0,4		
G28	akar hitam																					0,3									
G29	bagian batang berubah menjadi berwarna hijau gelap																											0,8			
G30	batang hitam																				0,8	0,6									
G31	batang mengeras																				0,7										
G32	becak berair di sepanjang pertulangan daun dan terlihat bersudut																				0,6										
G33	Becak bulat dan berair dengan warna hijau tua kehitaman pada stadia kecambah/kotiledon tanaman kecil																				0,4										

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																													
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
G34	becak/luka pada kotiledon atau daun pertama																			0,8											
G35	bercak coklat kecil di tengah atau tepi daun																														0,8
G36	buah kecambah becak bulat dan berair (2-5mm)																				0,6										
G37	buah mengering																						0,6								
G38	buah menjadi hitam																						0,6								
G39	cabang generatif menjadi lebih pendek pada awal musim																										0,8				
G40	daun berubah bentuk dan warna menjadi belang-belang kekuningan																									0,8					
G41	daun berubah menjadi warna ungu kemerahan																												0,8		

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																														
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
G42	daun berwarna coklat																					0,8									
G43	daun kemerahan																										0,8				
G44	daun kering																					0,7									
G45	daun menjadi berwarna hijau gelap																											0,8			
G46	becak-becak kuning di pertulangan daun																												0,8		
G47	daun-daun pucat																										0,6	0,8	0,6		
G48	hipokotil rusak sebagian atau seluruhnya setelah kecambah muncul di permukaan																			0,5											
G49	kanopi bagian bawah terlihat seperti becak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna hijau muda atau hijau																								0,8						

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																														
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
	kekuningan																															
G50	kanopi menyempit																										0,8					
G51	kecambah kerdil																				0,4											
G52	kecambah mati																			0,8	0,9									0,7		
G53	muncul belang-belang putih pada tulang daun dan bagian pinggir daun																												0,8			
G54	muncul bercak coklat spora setelah masa sporulasi																								0,8							
G55	nekrosis pada kotiledon yang baru tumbuh																															0,7
G56	pangkal batang busuk berwarna coklat																							0,8								
G57	pangkal batang kecambah berwarna coklat dan mengecil seperti tergencet																													0,8		

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																												
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
G58	pembuluh berubah menjadi coklat jika batang dibelah																								0,8						
G59	serat berubah warna																				0,6		0,8								
G60	tanaman layu hanya pada udara panas, tetapi segar kembali di sore dan pagi hari																							0,7							
G61	tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim																							0,9		0,9	0,8	0,7			
G62	terdapat miselium jamur berwarna putih pada pangkal batang																													0,7	
G63	terdapat *sclerotia* bulat berwarna coklat pada pangkal																							0,7							

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																												
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
	batang																													
G64	terlihat alur-alur berwarna coklat pada berkas silemnya apabila batang disayat atau dibelah																													0,7
G65	terlihat banyak sklerosia kecil muncul di bagian dalam kulit akar																						0,7							
G66	terlihat lesi di sepanjang pertulangan daun utama																				0,5									
G67	terlihat masa konidia berwarna merah muda di atas luka padapermukaan buah kapas																						0,8							
G68	terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih pada bagian permukaan																								0,6					

kode gejala	Keterangan gejala	Nama HAMA dan PENYAKIT																												
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
	bawah daun																													
G69	terlihat pustul-pustul kecil hitam di atas permukaan kulit buah																							0,7						
G70	timbul beberapa becak coklat tua dengan diameter 10mm pada buah dalam kondisi lembab																				0,5									
G71	timbul becak kecoklatan dan gelap pada kulit buah																						0,7							

Tabel 3.6 Data Gejala Hama dan Penyakit Tanaman Kapas

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	biji rusak
G02	buah kecil habis dimakan
G03	buah gugur
G04	buah berlubang
G05	buah berwarna merah
G06	buah busuk
G07	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna
G08	daun gugur
G09	daun rusak/berlubang
G10	daun menggulung
G11	jelaga pada daun dan serat
G12	kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan
G13	kuncup bunga habis dimakan
G14	kuncup bunga gugur
G15	kulit biji kapas kehitaman
G16	lilin putih dan embun madu pada tanaman
G17	mahkota tidak dapat mekar
G18	meluasnya keriput daun
G19	pertumbuhan terhambat
G20	pucuk tanaman rusak
G21	sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar
G22	serat kapas lengket
G23	serat kapas kotor
G24	tanaman layu
G25	tanaman mati
G26	tersisa tulang daun saja
G27	warna daun menguning
G28	akar hitam
G29	bagian batang berubah menjadi berwarna hijau gelap

Kode Gejala	Nama Gejala
G30	batang hitam
G31	batang mengeras
G32	becak berair di sepanjang pertulangan daun dan terlihat bersudut
G33	Becak bulat dan berair dengan warna hijau tua kehitaman pada stadia kecambah/kotiledon tanaman kecil
G34	becak/luka pada kotiledon atau daun pertama
G35	bercak coklat kecil di tengah atau tepi daun
G36	buah kecambah becak bulat dan berair (2-5mm)
G37	buah mengering
G38	buah menjadi hitam
G39	cabang generatif menjadi lebih pendek pada awal musim
G40	daun berubah bentuk dan warna menjadi belang-belang kekuningan
G41	daun berubah menjadi warna ungu kemerahan
G42	daun berwarna coklat
G43	daun kemerahan
G44	daun kering
G45	daun menjadi berwarna hijau gelap
G46	becak-becak kuning di pertulangan daun
G47	daun-daun pucat
G48	hipokotil rusak sebagian atau seluruhnya setelah kecambah muncul di permukaan
G49	kanopi bagian bawah terlihat seperti becak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna hijau muda atau hijau kekuningan
G50	kanopi menyempit
G51	kecambah kerdil

Kode Gejala	Nama Gejala
G52	kecambah mati
G53	muncul belang-belang putih pada tulang daun dan bagian pinggir daun
G54	muncul bercak coklat spora setelah masa sporulasi
G55	nekrosis pada kotiledon yang baru tumbuh
G56	pangkal batang busuk berwarna coklat
G57	pangkal batang kecambah berwarna coklat dan mengecil seperti tergencet
G58	pembuluh berubah menjadi coklat jika batang dibelah
G59	serat berubah warna
G60	tanaman layu hanya pada udara panas, tetapi segar kembali di sore dan pagi hari
G61	tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim
G62	terdapat miselium jamur berwarna putih pada pangkal batang
G63	terdapat *sclerotia* bulat berwarna coklat pada pangkal batang
G64	terlihat alur-alur berwarna coklat pada berkas silemnya apabila batang disayat atau dibelah
G65	terlihat banyak sklerosia kecil muncul di bagian dalam kulit akar
G66	terlihat lesi di sepanjang pertulangan daun utama
G67	terlihat masa konidia berwarna merah muda di atas luka padapermukaan buah kapas
G68	terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih pada bagian permukaan bawah daun

Kode Gejala	Nama Gejala
G69	terlihat pustul-pustul kecil hitam di atas permukaan kulit buah
G70	timbul beberapa becak coklat tua dengan diameter 10mm pada buah dalam kondisi lembab
G71	timbul becak kecoklatan dan gelap pada kulit buah

Tabel 3.7 Data Hama dan Penyakit Tanaman Kapas

Kode Hama &Penyakit	Nama Hama & Penyakit
A01	Hama wereng kapas *Amrasca biguttula*
A02	Hama penggerek buah kapas merah jambu *Pectinophora gossypiella*
A03	Hama penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera*
A04	Hama pengerek pucuk dan buah *Earias vitella*
A05	Hama ulat daun *Spodoptera litura*
A06	Hama ulat penggulung daun *Syllepta degorata*
A07	Hama ulat jengkal *Anomis flava*
A08	Hama kumbang moncong *Hypomeces squamosus*
A09	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*
A10	Hama kutu daun kapas *Aphis gossypii*
A11	Hama pengorok daun *Phyllonocrichter triarcha*
A12	Hama penggerek buah *Rapala jarbas*
A13	Hama Penggerek daun *Bucculatrix gossypii*

Kode Hama &Penyakit	Nama Hama & Penyakit
A14	Hama Pelipat daun *Homona coffearia*
A15	Hama kutu putih *Lawana candida*
A16	Hama bapak pucung *Dysdercus cingulatus*
A17	Hama kepik hijau *Nezara viridulla*
A18	Hama kepik biji kapas *Oxycarinus lugubris*
A19	Penyakit bibit
A20	Penyakit Hawar Bakteri (*Bacterial Blight Disease*)
A21	Penyakit busuk arang (*Charcoal Rot*)
A22	Penyakit busuk buah (*Boll Rot*)
A23	Penyakit Layu Fusarium
A24	Penyakit Embun Tepung (*areolate Mildew*)
A25	Penyakit Becak Daun
A26	Penyakit Non Patogenik (Kekurangan N)
A27	Penyakit Non Patogenik (Kekurangan P)
A28	Penyakit Non Patogenik (Kekurangan K)
A29	Penyakit Rebah Kecambah (*Damping-off)*
A30	Penyakit Antraknose (Antrhracnose)

Pada Tabel 3.4 adalah akuisisi representasi pengetahuan pakar sebelumnya yang menjadi acuan untuk basis pengetahuan pada penelitian ini dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.8 data aturan hama dan penyakit tanaman kapas.

Tabel 3.8 Data Aturan

Aturan	Hama Penyakit	Gejala
R1	Hama Wereng Kapas *Amrasca Biguttula*	Daun gugur, Meluasnya keriput daun, sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar, tanaman mati, warna daun menguning
R2	Hama Penggerek Buah Kapas Merah Jambu *Pectinophora gossypiella*	biji rusak, buah berlubang, buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna, mahkota tidak dapat mekar, serat kapas kotor
R3	Hama Penggerek Buah Kapas *Helicoverpa Armigera*	buah kecil habis dimakan, buah gugur, buah berlubang, kuncup bunga habis dimakan, kuncup bunga gugur
R4	Hama penggerek Pucuk dan Buah *Erias Vitella*	buah gugur, buah berlubang, buah berlubang, pucuk tanaman rusak
R5	Hama Ulat Daun *Spodoptera Litura*	daun rusak/berlubang, tersisa tulang daun saja
R6	Hama Ulat Penggulung Daun *Syllepta Degorata*	daun rusak/berlubang, daun menggulung
R7	Hama Ulat Jengkal *Anomis Flava*	daun rusak/berlubang
R8	Hama Kumbang Moncong *Hypomeces Squamosus*	daun rusak/berlubang, pertumbuhan terhambat, tanaman mati
R9	Hama Kutu Kebul *Bemisia Tabaci*	daun gugur, jelaga pada daun dan serat, pertumbuhan terhambat, tanaman layu, warna daun menguning
R10	Hama Kutu Daun Kapas *Aphis Gossypii*	daun menggulung, jelaga pada daun dan serat, serat kapas lengket
R11	Hama Pengorok	kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas

Aturan	Hama Penyakit	Gejala
	Daun *Phyllonocrichter Triarcha*	korokan
R12	Hama Penggerek Buah *Rapala Jarbas*	buah kecil habis dimakan, buah gugur, buah berlubang, buah busuk, kuncup bunga habis dimakan, kuncup bunga gugur
R13	Hama Penggerek Daun *Bucculatrix Gossypii*	daun rusak/berlubang, kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan
R14	Hama Pelipat daun *Homona coffearia*	daun rusak/berlubang, daun menggulung
R15	Hama Kutu Putih	buah gugur, buah berlubang, kuncup bunga gugur, lilin putih dan embun madu pada tanaman, tanaman layu, daun menggulung
R16	Hama Bapak Pucung *Dysdercus Cingulatus*	buah berlubang, buah berwarna merah, buah busuk
R17	Hama Kepik Hijau *Nezara Viridulla*	kulit biji kapas kehitaman, biji rusak
R18	Hama Kepik Biji Kapas *Oxycarinus Lugubris*	biji rusak, buah berlubang, kulit biji kapas kehitaman
R19	Penyakit Bibit	tanaman layu, becak/luka pada kotiledon atau daun pertama, hipokotil rusak sebagian atau seluruhnya setelah kecambah muncul di permukaan, kecambah mati
R20	Penyakit Hawar Bakteri (*Bacterial Blight Disease*)	batang hitam, batang mengeras, becak berair di sepanjang pertulangan daun dan terlihat bersudut, Becak bulat dan berair dengan warna hijau tua kehitaman pada stadia kecambah/kotiledon tanaman kecil, buah kecambah becak bulat dan berair (2-5mm), kecambah kerdil, kecambah mati, serat berubah warna, terlihat lesi di sepanjang pertulangan daun utama, timbul beberapa becak coklat tua dengan

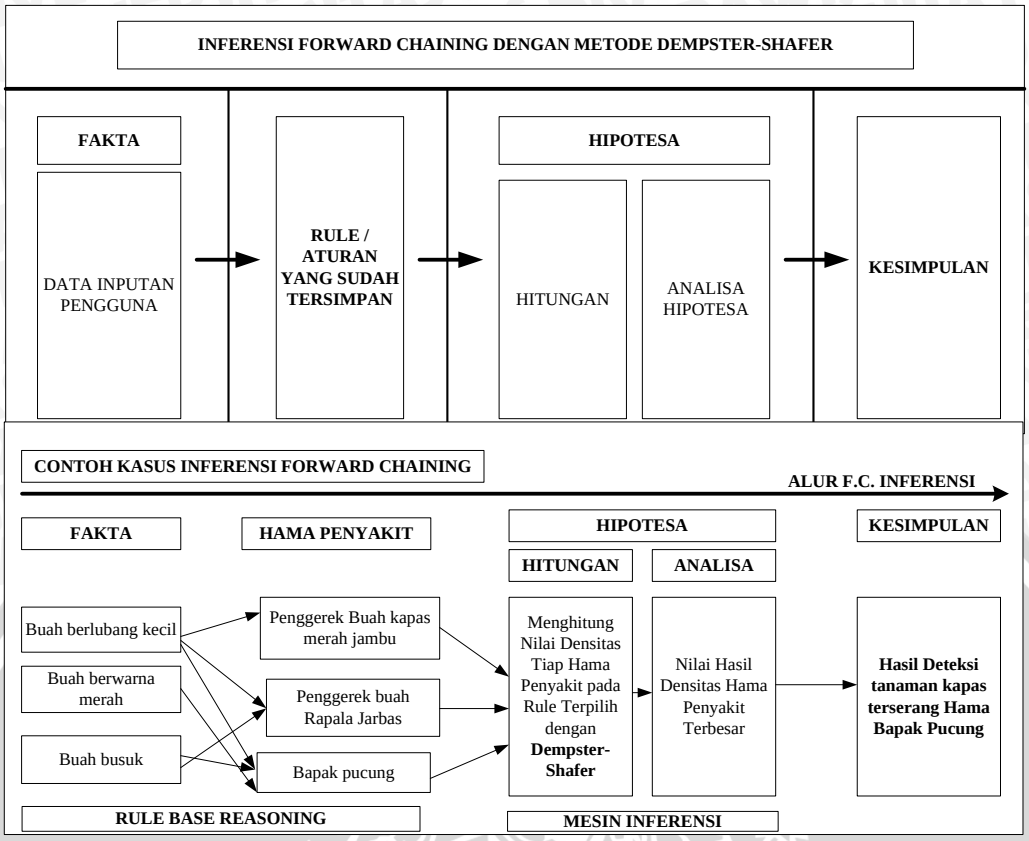
Aturan	Hama Penyakit	Gejala
		diameter 10mm pada buah dalam kondisi lembab
R21	Penyakit Busuk Arang (*Charcoal Rot*)	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna, tanaman layu, tanaman mati, warna daun menguning, akar hitam, batang hitam, daun berwarna coklat, daun kering
R22	Penyakit Busuk Buah (*Boll Rot*)	terlihat banyak sklerosia kecil muncul di bagian dalam kulit akar, timbul becak kecoklatan dan gelap pada kulit buah, terlihat masa konidia berwarna merah muda di atas luka pada permukaan buah kapas, buah menjadi hitam, buah mengering, serat kapas lengket
R23	Penyakit Layu Fusarium	terlihat pustul-pustul kecil hitam di atas permukaan kulit buah, tanaman layu hanya pada udara panas, tetapi segar kembali di sore dan pagi hari, daun terlihat khlorosis atau kekuningan, tanaman layu, terdapat sclerotia bulat berwarna coklat pada pangkal batang, tanaman kerdil, pangkal batang busuk berwarna coklat, tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim
R24	Penyakit Embun Tepung (*Areolate Mildew*)	kanopi bagian bawah terlihat seperti becak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna hijau muda atau hijau kekuningan, muncul bercak coklat spora setelah masa sporulasi, pembuluh berubah menjadi coklat jika batang dibelah, terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih pada bagian permukaan bawah daun
R25	Penyakit Becak Daun	daun gugur, warna daun menguning, daun berubah bentuk dan warna menjadi belang-belang kekuningan, tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim
R26	Penyakit Non Patogenik (Kekurangan N)	daun gugur, warna daun menguning, cabang generatif menjadi lebih pendek pada awal musim, daun kemerahan, daun-daun pucat, kanopi menyempit, tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim
R27	Penyakit Non Patogenik (Kekurangan P)	buah gugur, buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna, pertumbuhan terhambat, bagian batang berubah menjadi berwarna hijau gelap, daun menjadi berwarna hijau gelap, daun-daun pucat,

Aturan	Hama Penyakit	Gejala
		tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim
R28	Penyakit Non Patogenik (Kekurangan K)	daun rusak/berlubang, warna daun menguning, daun berubah menjadi warna ungu kemerahan, becak-becak kuning di pertulangan daun, daun-daun pucat, muncul belang-belang putih pada tulang daun dan bagian pinggir daun
R29	Penyakit Rebah Kecambah (*Damping-off*)	daun gugur, benih atau kecambah yang belum muncul di permukaan tanah membusuk, pangkal batang kecambah berwarna coklat dan mengecil seperti tergencet, tanaman roboh, terdapat miselium jamur berwarna putih pada pangkal batang
R30	Penyakit Antraknose (*Antrhracnose*)	bercak coklat kecil di tengah atau tepi daun, nekrosis pada kotiledon yang baru tumbuh, terlihat alur-alur berwarna coklat pada berkas silemnya apabila batang disayat atau dibelah

Data pengetahuan ini selanjutnya disimpan dalam *database*. Apabila terdapat gejala *input* sistem akan mencocokkan data masukan dengan *database* kemudian mengambil nilai densitasnya dan dihitung dengan metode *Dempster-shafer* untuk mendapatkan kemungkinan hama penyakit yang menyerang tanaman kapas beserta solusinya.

3.5.5 Mesin Inferensi

Metode penelusuran jawaban menggunakan metode *forward chaining* yaitu dimulai dari sekumpulan fakta-fakta tentang suatu gejala yang diberikan oleh *user* sebagai masukan pada sistem. Kemudian dilakukan proses pelacakan dari masukan gejala dengan gejala yang tersimpan pada basis data untuk kemudian diambil nilai kepercayaan (densitas) tiap gejala hama penyakit yang sesuai. Setelah didapat nilai densitasnya maka dapat dilakukan hipotesis yang terdiri dari 2 bagian yaitu proses perhitungan dengan menggunakan metode *Demspter-Shafer* dan analisis hipotesis hasil dari perhitungan akhir yang kemudian dijadikan sebagai kesimpulan. Kesimpulan berupa diagnosis kemungkinan hama dan penyakit yang menyerang pada tanaman kapas dan nilai kepercayaannya. Hipotesis blok diagram alur proses metode inferensi *forward chaining* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Mesin Inferensi *Forward chaining* dengan Metode *Dempster-shafer*

Untuk proses perhitungan inferensi *Dempster-Shafer* sebagai penarikan kesimpulan dapat dilihat pada Gambar 3.5 yang merupakan gambaran pencarian solusi sistem pakar dengan menggunakan *flowchart* atau diagram alir.

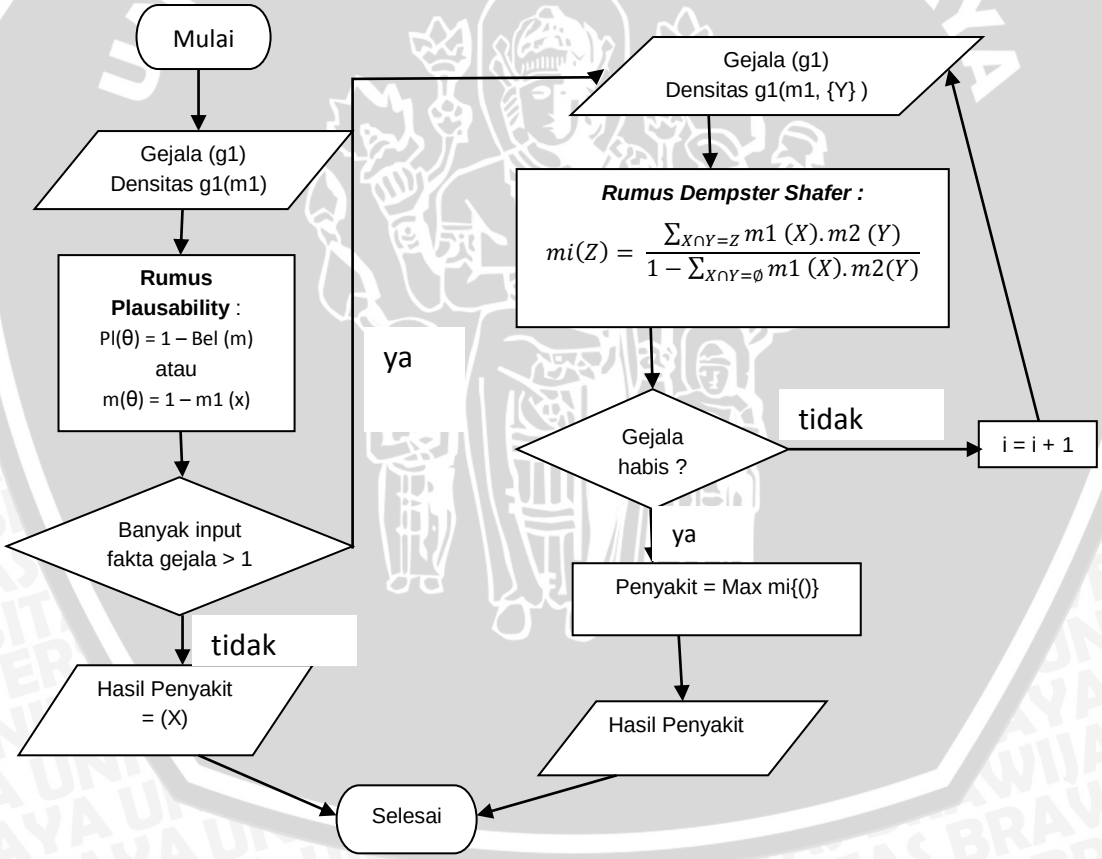
Perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai densitas tiap gejala hama dan penyakit oleh pakar yang kemudian disimpan di basis data sebagai dasar perhitungan. Kemudian *user* memasukkan gejala-gejala fakta yang terjadi pada tanaman kapas kedalam program. Di dalam program akan dilakukan proses pencocokan gejala yang dimasukkan *user* dengan gejala yang terdapat pada basis data sehingga didapatkan kemungkinan nama hama penyakit dan nilai densitasnya untuk kemudian dihitung nilai *belief* dan *plausibility*-nya. Setelah didapatkan nilainya, kemudian dilakukan pengecekan jika banyaknya gejala adalah 1, maka dari hasil kemungkinan nama hama penyakit yang sesuai dengan gejala tersebut dan memiliki nilai *belief* tertinggi yang akan dijadikan solusinya.

Tetapi, jika gejala yang dimasukkan lebih dari 1, maka hasil dari nama hama penyakit dan nilai *belief, plausibility* gejala ke-1 akan disimpan sementara pada *blackboard*. Untuk gejala ke-2 dilakukan tahapan yang sama dengan gejala ke-1 dan hasilnya juga disimpan sementara. Setelah didapatkan nilai 2 gejala yang ada maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai densitas

gabungan atau nilai densitas ke-3 yang berasal dari nilai gejala 1 dan 2 serta kemungkinan nama hama penyakitnya yang dimasukkan kedalam persamaan 2.3. Dari hasil nilai densitas ke-3 akan didapatkan kemungkinan nama hama penyakit dengan nilai densitas baru yang kemudian disimpan kedalam *blackboard*.

Jika setelah mendapatkan nilai densitas ke-3 dan masih terdapat gejala lain yang *user* masukkan, maka dilakukan perhitungan nilai densitas gabungan baru antara nilai densitas ke-3 dengan nilai dari gejala ke-3, sama seperti tahapan sebelumnya. Perhitungan tersebut terus berulang dilakukan selama gejala yang dimasukkan *user* belum habis dihitung semua.

Jika sudah tidak ada lagi gejala masukan dari *user* yang dapat dihitung, maka solusinya akan didapatkan dari hasil nilai densitas gabungan yang paling terakhir dihitung. Jika nilai densitas yang didapat dari perhitungan terakhir lebih dari 1 kemungkinan penyakit, maka akan dipilih kemungkinan hama dan penyakit yang memiliki nilai densitas tertinggi yang kemudian dijadikan solusinya.



Gambar 3.5 *Flowchart Inferensi* dengan Metode *Dempster-Shafer*

3.5.5.1 Perhitungan Kasus Secara Manual Dengan Metode *Dempster-Shafer*

Perhitungan manual berfungsi untuk memberikan gambaran umum perancangan sistem yang akan dibangun. Contoh manualisasi akan dibagi menjadi 2 kasus, yaitu kasus 1 dengan perhitungan 1 gejala dimasukkan, kasus 2

dengan perhitungan 6 gejala. Dengan kasus 2 adalah merupakan perkembangan penambahan gejala dari perhitungan kasus 1.

a. Kasus 1 (1 gejala)

Gejala 1 : Buah berlubang

Apabila setelah dilakukan observasi buah berlubang sebagai gejala dari hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02) dengan nilai densitas m{A02} = 0,7; hama penggerek buah kapas *helicoverpa armigera* dengan densitas m{A03} = 0,8; hama penggerek pucuk dan buah *erias vitella* dengan densitas m{A04} = 0,6; hama penggerek buah *rapala jarbas* dengan densitas m{A12}=0,3; hama kutu putih *lawana candida* (A15) dengan densitas m{A15} = 0,3*;* hama bapak pucung *dysdercus cingulatus* (A16) dengan nilai densitas m{A16} = 0,3; hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* (A18) dengan nilai densitas m{A18} = 0,5; untuk m1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

M_1{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18} = 0,8

M_1{Θ} = 1-0,8 = 0,2

Kemudian jika diurutkan penyakitnya dari nilai densitas gejala tertinggi, yaitu:

m{A03} = 0,8
m{A02} = 0,7
m{A04} = 0,6
m{A18} = 0,5
m{A12} = 0,3
m{A15} = 0,3
m{A16} = 0,3

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-shafer* karena gejala yang diketahui hanya 1 dan diagnosis penyakitnya lebih dari 1, maka kesimpulan diagnosisnya dapat diurutkan dari nilai densitas yang tertinggi. Sehingga hasil diagnosisnya dapat disimpulkan bahwa tanaman kapas yang diidentifikasi oleh pengguna terserang hama penggerek buah kapas *helicoverpa armigera*.

b. Kasus 2 (4 gejala)

Gejala 1 : Buah berlubang

Apabila setelah dilakukan observasi buah berlubang sebagai gejala dari hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02) dengan nilai densitas m{A02} = 0,7; hama penggerek buah kapas *helicoverpa armigera* dengan densitas m{A03} = 0,8; hama penggerek pucuk dan buah *erias vitella* dengan densitas m{A04} = 0,6; hama penggerek buah *rapala jarbas* dengan densitas m{A12}=0,3; hama kutu putih *lawana candida* (A15) dengan densitas m{A15} = 0,3*;* hama bapak pucung *dysdercus cingulatus* (A16) dengan nilai densitas m{A16} = 0,3; hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* (A18)

dengan nilai densitas m{A18} = 0,5; untuk m1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

M_1{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18} = 0,8

M_1{Θ} = 1-0,8 = 0,2

Kemudian jika diurutkan penyakitnya dari nilai densitas gejala tertinggi, yaitu:

m{A03} = 0,8
m{A02} = 0,7
m{A04} = 0,6
m{A18} = 0,5
m{A12} = 0,3
m{A15} = 0,3
m{A16} = 0,3

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-shafer* karena gejala yang diketahui hanya 1 dan diagnosis penyakitnya lebih dari 1, maka kesimpulan diagnosisnya dapat diurutkan dari nilai densitas yang tertinggi. Sehingga hasil diagnosisnya dapat disimpulkan bahwa tanaman kapas yang diidentifikasi oleh pengguna terserang hama penggerek buah kapas *helicoverpa armigera*.

Gejala 2 : Biji rusak

Pada kasus hama penyakit tanaman kapas diketahui bahwa biji rusak merupakan gejala dari hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02), hama kepik hijau *Nezara viridulla* (A17) dan hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* (A18) dengan densitas: m{A02} = 0,8; m{A17} = 0,3 dan m{A18} = 0,3; maka untuk nilai densitas untuk m_2 adalah :

M_2{ A02,A17,A18 } = 0,8

M_2{Θ} = 1-0,8 = 0,2

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_3 dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Aturan kombinasi untuk m_3 Kasus 2

		m_2			
		{ A02,A17,A18}	**(0,8)**	**θ**	**(0,2)**
m_1	**{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}**	**(0,8)**	{A02,A18 }	(0,64)	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	(0,16)
	Θ	**(0,2)**	{ A02, A17,A18}	(0,16)	θ	(0,04)

- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{A02, A17, A18\} = \{A02, A18\}$
  0,8 * 0,8= 0,64
  {A02, A18} = 0,64

- $\{\theta\} \cap \{A02, A17, A18\} = \{A02, A17, A18\}$
  0,8 * 0,2= 0,16
  $\{A02, A17, A18\}$ = 0,16
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{\theta\} = \{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$
  0,8 * 0,2 = 0,16
  $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$ = 0,16
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
  0,2 * 0,2 = 0,04
  $\{\theta\}$=0,04

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.3 :

- $m3\{A02, A18\} = \frac{0,64}{1-0} = 0,64$
- $m3\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} = \frac{0,16}{1-0} = 0,16$
- $m3\{A02, A17, A18\} = \frac{0,16}{1-0} = 0,16$
- $m3\{\theta\} = \frac{0,04}{1-0} = 0,04$

Gejala 3: Buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna

Pada kasus hama penyakit tanaman kapas diketahui bahwa buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna merupakan gejala dari hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02), penyakit busuk arang (A21), penyakit busuk buah (A22), penyakit non patogenik kekurangan P (A27), dengan densitas: m{A02} = 0,7; m{A21} = 0,7; m{A22} = 0,7; m{A27} = 0,5; maka untuk m4 nilai densitas yang dipilih adalah:

m_4 {A02, A21, A22, A27} = 0,7

m_4 {θ} = 1 - 0,7 = 0,3

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_5 dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Aturan kombinasi untuk m_5 Kasus 2

			m_4			
			{A02,A21, A22, A27}	**(0,7)**	**θ**	**(0,3)**
m_3	**{A02, A18}**	**(0,64)**	{A02}	(0,448)	{ A02, A18}	(0,192)
	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	**(0,16)**	{A02}	(0,112)	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	(0,048)
	{ A02, A17,A18}	**(0,16)**	{A02}	(0,112)	{ A02, A17,A18}	(0,048)
	θ	**(0,04)**	{ A02,A21, A22, A27}	(0,028)	θ	(0,012)

- $\{A02, A18\} \cap \{A02, A21, A22, A2\} = \{A02\}$
  0,64 * 0,7 = 0,448
  {A02} = 0,448
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{A02, A21, A22, A2\} = \{A02\}$
  0,16 * 0,7 = 0,112
  {A02} = 0,112
- $\{A02, A17, A18\} \cap \{A02, A21, A22, A2\} = \{A02\}$
  0,16 * 0,7 = 0,112
  {A02} = 0,112
- $\{\theta\} \cap \{A02, A21, A22, A27\}$ = {A02,A21, A22, A27}
  0,004 * 0,7 = 0,028
  { A02,A21, A22, A27} = 0,028
- $\{A02, A18\} \cap \{\theta\} = \{A02, A1\}$
  0,64 * 0,3 = 0,192
  $\{A02, A1\}$ = 0,192
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{\theta\}$=
  $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$
  0,16 * 0,3 = 0,048
  $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$ = 0,048
- $\{A02, A17, A18\} \cap \{\theta\} = \{A02, A17, A18\}$
  0,16 * 0,3 = 0,048
  $\{A02, A17, A18\}$ = 0,048
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
  0,04 * 0,3 = 0,04
  {θ}=0,012

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.3 :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1\,(X).m2\,(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1\,(X).m2(Y)}$$

Keterangan :
m = Nilai Densitas (Kepercayaan)
XYZ = Himpunan *Evidence*
Ø = Himpunan Kosong

- $m5\{A02, A18\} = \frac{0,192}{1-0} = 0,192$
- $m5\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} = \frac{0,048}{1-0} = 0,048$
- $m5\{A02, A17, A18\} = \frac{0,048}{1-0} = 0,048$
- $m5\{A02, A21, A22, A27\} = \frac{0,028}{1-0} = 0,028$

- $m5\{A02\} = \frac{0,448+0,112+0,112}{1-0} = 0,672$
- $m5\{\theta\} = \frac{0,012}{1-0} = 0,012$

Gejala 4: Mahkota tidak dapat mekar

Pada kasus hama penyakit tanaman kapas diketahui bahwa mahkota tidak dapat mekar merupakan gejala dari hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02), dengan densitas: m{A02} = 0,5; maka untuk m6 nilai densitas yang dipilih adalah:

$M_6\{A02\} = 0,5$

$M_6\{\theta\} = 1 - 0,5 = 0,5$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_7 dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Aturan kombinasi untuk m_5 Kasus 2

			M_6			
			{A02}	**(0,5)**	**θ**	**(0,5)**
M_5	**{A02, A18}**	**(0,192)**	{A02}	(0,096)	{ A02, A18}	(0,096)
	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	**(0,048)**	{A02}	(0,024)	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	(0,024)
	{ A02, A17,A18}	**(0,048)**	{A02}	(0,024)	{ A02, A17,A18}	(0,024)
	{A02,A21, A22, A27}	**(0,028)**	{A02}	(0,014)	{A02,A21, A22, A27}	(0,028)
	{A02}	**(0,672)**	{A02}	(0,336)	{A02}	(0,672)
	θ	**(0,04)**	{A02}	(0,028)	θ	(0,04)

- $\{A02, A18\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,192 * 0,5 = 0,096
  {A02} = 0, 096
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,048 * 0,5 = 0,024
  {A02} = 0,024
- $\{A02, A17, A18\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,024 * 0,5= 0,024
  {A02} = 0,024
- $\{A02, A21, A22, A27\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,028 * 0,5= 0,014
  {A02} = 0,014
- $\{A02\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,672 * 0,5= 0,336

{A02} = 0,336

- {θ} ∩ {A02} = {A02}
  0,04 * 0,5 = 0,028
  { A02} = 0,028
- {A02, A18} ∩ {θ} = {A02, A18}
  0,192 * 0,5 = 0,096
  { A02, A18} = 0, 096
- {A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18} ∩ {θ} = {A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}
  0,048 * 0,5 = 0,024
  { A02, A03, A04, A12, A15, A16, A182} = 0,024
- {A02, A17, A18} ∩ {θ} = {A02, A17, A18}
  0,024 * 0,5= 0,024
  { A02, A17, A18} = 0,024
- {A02, A21, A22, A27} ∩ {θ} = {A02, A21, A22, A27}
  0,028 * 0,5= 0,014
  { A02, A21, A22, A27} = 0,014
- {A02} ∩ {θ} = {A02}
  0,672 * 0,5= 0,336
  {A02} = 0,336
- {θ} ∩ {θ} = {θ}
  0,04 * 0,5 = 0,028
  { θ } = 0,028

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.3:

- $m7\{A02, A18\} = \frac{0,096}{1-0} = 0,096$
- $m7\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} = \frac{0,024}{1-0} = 0,024$
- $m7\{A02, A17, A18\} = \frac{0,024}{1-0} = 0,024$
- $m7\{A02, A21, A22, A27\} = \frac{0,014}{1-0} = 0,014$
- $m7\{A02\} = \frac{0,336+0,014+0,096+0,024+0,024+0,006+0,336}{1-0} = 0,836$
- $m7\{\theta\} = \frac{0,012}{1-0} = 0,012$

Gejala 5: Sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar

Pada kasus hama penyakit tanaman kapas diketahui bahwa sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar merupakan gejala dari hama wereng kapas *amrasca biguttula* (A01), dengan densitas:m{A01} = 0,6; maka untuk m8 nilai densitas yang dipilih adalah:

$M_8\{A01\} = 0,6$

$M_8\{\theta\} = 1 - 0,6 = 0,4$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_9 dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Aturan kombinasi untuk m_9 Kasus 2

			M_8			
			{A01}	**(0,6)**	**θ**	**(0,4)**
M_7	**{A02, A18}**	**(0,096)**	Ø	(0,058)	{ A02, A18}	(0,038)
	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	**(0,024)**	Ø	(0,014)	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	(0,01)
	{ A02, A17,A18}	**(0,024)**	Ø	(0,014)	{ A02, A17,A18}	(0,01)
	{A02,A21, A22, A27}	**(0,014)**	Ø	(0,008)	{A02,A21, A22, A27}	(0,006)
	{A02}	**(0,836)**	Ø	(0,502)	{A02}	(0,334)
	θ	**(0,012)**	{A01}	(0,007)	θ	(0,048)

- $\{A02, A18\} \cap \{A01\} = \{\emptyset\}$
  0,096 * 0,6 = 0,058
  $\{\emptyset\}$ = 0, 058
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{A01\} = \{\emptyset\}$
  0,024 * 0,6 = 0,014
  $\{\emptyset\}$ = 0,014
- $\{A02, A17, A18\} \cap \{A01\} = \{\emptyset\}$
  0,024 * 0,6= 0,014
  $\{\emptyset\}$ = 0,014
- $\{A02, A21, A22, A27\} \cap \{A01\} = \{\emptyset\}$
  0,014 * 0,6= 0,008
  $\{\emptyset\}$ = 0,008
- $\{A02\} \cap \{A01\} = \{\emptyset\}$
  0,836 * 0,6= 0,502
  $\{\emptyset\}$ = 0,502
- $\{\theta\} \cap \{A01\} = \{A01\}$
  0,012 * 0,6 = 0,007
  $\{A01\}$ = 0,007
- $\{A02, A18\} \cap \{\theta\} = \{A02, A18\}$
  0,096 * 0,4 = 0,038
  $\{A02, A18\}$ = 0, 038
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{\theta\} =$
  $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$
  0,024 * 0,4 = 0,01

{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A182} = 0,01

- {A02, A17, A18} ∩ {θ} = {A02, A17, A18}
  0,024 * 0,4= 0,01
  { A02, A17, A18} = 0,01
- {A02, A21, A22, A27} ∩ {θ} = {A02, A21, A22, A27}
  0,014 * 0,4= 0,006
  { A02, A21, A22, A27} = 0,006
- {A02} ∩ {θ} = {A02}
  0,836 * 0,4= 0,334
  {A02} = 0,334
- {θ} ∩ {θ} = {θ}
  0,012* 0,4 = 0,048
  { θ } = 0,048

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.3 :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X\cap Y=Z} m1\,(X).m2\,(Y)}{1-\sum_{X\cap Y=\emptyset} m1\,(X).m2(Y)}$$

Keterangan :
m = Nilai Densitas (Kepercayaan)
XYZ = Himpunan *Evidence*
Ø = Himpunan Kosong

- $m9\{A02, A18\} = \frac{0{,}038}{1-(0{,}058+0{,}014+0{,}014+0{,}008+0{,}502)} = \frac{0{,}038}{0{,}404} = 0{,}094$
- $m9\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} = \frac{0{,}01}{0{,}404} = 0{,}025$
- $m9\{A02, A17, A18\} = \frac{0{,}01}{1-(0{,}058+0{,}014+0{,}014+0{,}008+0{,}502)} = \frac{0{,}01}{0{,}404} = 0{,}025$
- $m9\{A02, A21, A22, A27\} = \frac{0{,}006}{1-(0{,}058+0{,}014+0{,}014+0{,}008+0{,}502)} = \frac{0{,}006}{0{,}404} = 0{,}015$
- $m9\{A02\} = \frac{0{,}334}{1-(0{,}058+0{,}014+0{,}014+0{,}008+0{,}502)} = \frac{0{,}334}{0{,}404} = 0{,}827$
- $m9\{A01\} = \frac{0{,}007}{1-(0{,}058+0{,}014+0{,}014+0{,}008+0{,}502)} = \frac{0{,}007}{0{,}404} = 0{,}017$
- $m9\{\theta\} = \frac{0{,}048}{1-(0{,}058+0{,}014+0{,}014+0{,}008+0{,}502)} = \frac{0{,}048}{0{,}404} = 0{,}119$

Gejala 6: Serat kapas kotor

Pada kasus hama penyakit tanaman kapas diketahui bahwa serat kapas kotor merupakan gejala dari hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02), dengan densitas:m{A02} = 0,6; maka untuk m8 nilai densitas yang dipilih adalah:

M_{10} {A01} = 0,6
M_{10} {θ} = 1 - 0,6 = 0,4

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_9 dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Aturan kombinasi untuk m_{11} Kasus 2

			M_{10}			
			{A02}	**(0,6)**	**θ**	**(0,4)**
M_9	**{A02, A18}**	**(0,094)**	{A02}	(0,056)	{ A02, A18}	(0,038)
	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	**(0,025)**	{A02}	(0,015)	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}	(0,01)
	{ A02, A17,A18}	**(0,025)**	{A02}	(0,015)	{ A02, A17,A18}	(0,01)
	{A02,A21, A22, A27}	**(0,015)**	{A02}	(0,009)	{A02,A21, A22, A27}	(0,006)
	{A02}	**(0,827)**	{A02}	(0,496)	{A02}	(0,331)
	{A01}	**(0,017)**	{Ø}	(0,01)	{A01}	(0,007)
	θ	**(0,119)**	{A02}	(0,071)	θ	(0,048)

- $\{A02, A18\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,094 * 0,6 = 0,056
  $\{A02\}$ = 0, 056
- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,025 * 0,6 = 0,015
  $\{A02\}$ = 0,015
- $\{A02, A17, A18\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,025 * 0,6= 0,015
  $\{A02\}$ = 0,015
- $\{A02, A21, A22, A27\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,014 * 0,6= 0,008
  {Ø} = 0,008
- $\{A02\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,836 * 0,6= 0,496
  $\{A02\}$ = 0,496
- $\{A01\} \cap \{A02\} = \{\emptyset\}$
  0,017 * 0,6= 0,01
  {Ø} = 0,01
- $\{\theta\} \cap \{A02\} = \{A02\}$
  0,119 * 0,6 = 0,071
  $\{A02\}$ = 0,071
- $\{A02, A18\} \cap \{\theta\} = \{A02, A18\}$
  0,094 * 0,4 = 0,038
  $\{A02, A18\}$ = 0, 038

- $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} \cap \{\theta\} =$
  $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$
  0,025 * 0,4 = 0,01
  $\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\}$ = 0,01
- $\{A02, A17, A18\} \cap \{\theta\} = \{A02, A17, A18\}$
  0,025 * 0,4= 0,01
  $\{A02, A17, A18\}$ = 0,015
- $\{A02, A21, A22, A27\} \cap \{\theta\} = \{A02, A21, A22, A27\}$
  0,015 * 0,4= 0,006
  $\{A02, A21, A22, A27\}$ = 0,006
- $\{A02\} \cap \{\theta\} = \{A02\}$
  0,836 * 0,4= 0,331
  $\{A02\}$ = 0,496
- $\{A01\} \cap \{A02\} = \{\emptyset\}$
  0,017 * 0,4= 0,007
  $\{\emptyset\}$ = 0,01
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
  0,119 * 0,4 = 0,048
  $\{\theta\}$ = 0,048

Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.3 :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1\,(X).m2\,(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1\,(X).m2(Y)}$$

Keterangan :
m = Nilai Densitas (Kepercayaan)
XYZ = Himpunan *Evidence*
Ø = Himpunan Kosong

- $m11\{A02, A18\} = \frac{0,038}{1-0,01} = \frac{0,038}{0,99} = 0,0383$
- $m11\{A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18\} = \frac{0,01}{1-0,01} = \frac{0,01}{0,99} = 0,01$
- $m11\{A02, A17, A18\} = \frac{0,01}{1-0,01} = \frac{0,01}{0,99} = 0,01$
- $m11\{A02, A21, A22, A27\} = \frac{0,006}{1-0,01} = \frac{0,006}{0,99} = 0,006$
- $m11\{A02\} = \frac{0,056+0,015+0,015+0,009+0,496+0,071}{1-0,01} = \frac{0,94}{0,99} = 0,95$
- $m11\{A01\} = \frac{0,007}{1-0,01} = \frac{0,007}{0,99} = 0,007$
- $m11\{\theta\} = \frac{0,048}{1-0,01} = \frac{0,048}{0,99} = 0,0048$

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer,* nilai densitas paling tinggi adalah pada hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02) dengan nilai densitas m11(A02) = 0,95. Maka dapat disimpulkan bahwa tanaman kapas terserang hama hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella*.

3.5.6 *Blackboard* (Daerah kerja)

Blackboard merupakan area memori yang berfungsi sebagai basis data untuk merekam hasil sementara. *Blackboard* berisi rencana solusi yang berupa data yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam memberikan kesimpulan akhir. Pada sistem pakar hama penyakit tanaman kapas ini, data yang disimpan pada area ini adalah data gejala masukan dari pengguna, nilai perhitungan *belief* dan *plausibility* tiap gejala, hasil perhitungan densitas baru dan hasil akhirnya, serta hasil diagnosa hama penyakit.

3.5.7 Fasilitas Penjelas

Pada umumnya, fasilitas penjelasan berisi bagaimana sebuah kesimpulan dapat diambil. Fasilitas penjelas yang akan diberikan dalam aplikasi ini yaitu menjelaskan proses identifikasi hama penyakit tanaman kapas yang dimulai dari masukkan gejala-gejala yang terjadi pada tanaman kapas oleh pakar hama penyakit tanaman kapas, kemudian bagaimana proses perhitungannya sehingga didapatkan kesimpulan hama penyakitnya beserta nilai densitasnya (nilai kepercayaan). Fasilitas penjelas ini penting untuk memberikan informasi kepada para pengguna mengenai proses bagaimana keimpulan identifikasi hama penyakit tanaman kapas tersebut dihasilkan. Contoh fasilitas penjelas yang ada pada sistem dapat digambarkan misalkan gejala yang dimasukkan ada 2, yaitu buah berlubang dan biji rusak maka proses deteksinya adalah:

- **Gejala 1 : Buah berlubang**

  Hama dan penyakit yang memungkinkan yaitu : hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02) , hama penggerek buah kapas *helicoverpa armigera* (A03), hama penggerek pucuk dan buah *erias vitella* (A04), hama penggerek buah *rapala jarbas* (A12), hama kutu putih *lawana candida* (A15), hama bapak pucung *dysdercus cingulatus* (A16), hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* (A18)

  M_1\{ hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* , hama penggerek buah kapas *helicoverpa armigera ,* hama penggerek pucuk dan buah *erias vitella,* hama penggerek buah *rapala jarbas,* hama kutu putih *lawana candida*, hama bapak pucung *dysdercus cingulatus,* hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* } = 0,8

  $M_1\{\Theta\}$ = 1-0,8 = 0,2

- **Gejala 2 : Biji rusak**

  Hama penyakit yang memungkinkan yaitu hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* (A02), hama kepik hijau *Nezara viridulla* (A17) dan hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* (A18) dengan

  M_2\{ hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* , hama kepik hijau *Nezara viridulla* , hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* } = 0,8

  M_2{Θ} = 1-0,8 = 0,2

- **Hitungan kombinasi m3**

Tabel 3.4 Tampilan tabel matrix perhitungan m1 dan m2

		m_2	
		{ A02, A17, A18} **(0,8)**	**θ** **(0,2)**
m_1	**{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18}** **(0,8)**	{A02,A18 } (0,64)	{ A02, A03, A04, A12, A15, A16, A18} (0,16)
	Θ **(0,2)**	{ A02, A17, A18} (0,16)	θ (0,04)

m3 { hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella,* hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris* = 0,64 / (1-0) = 0,64

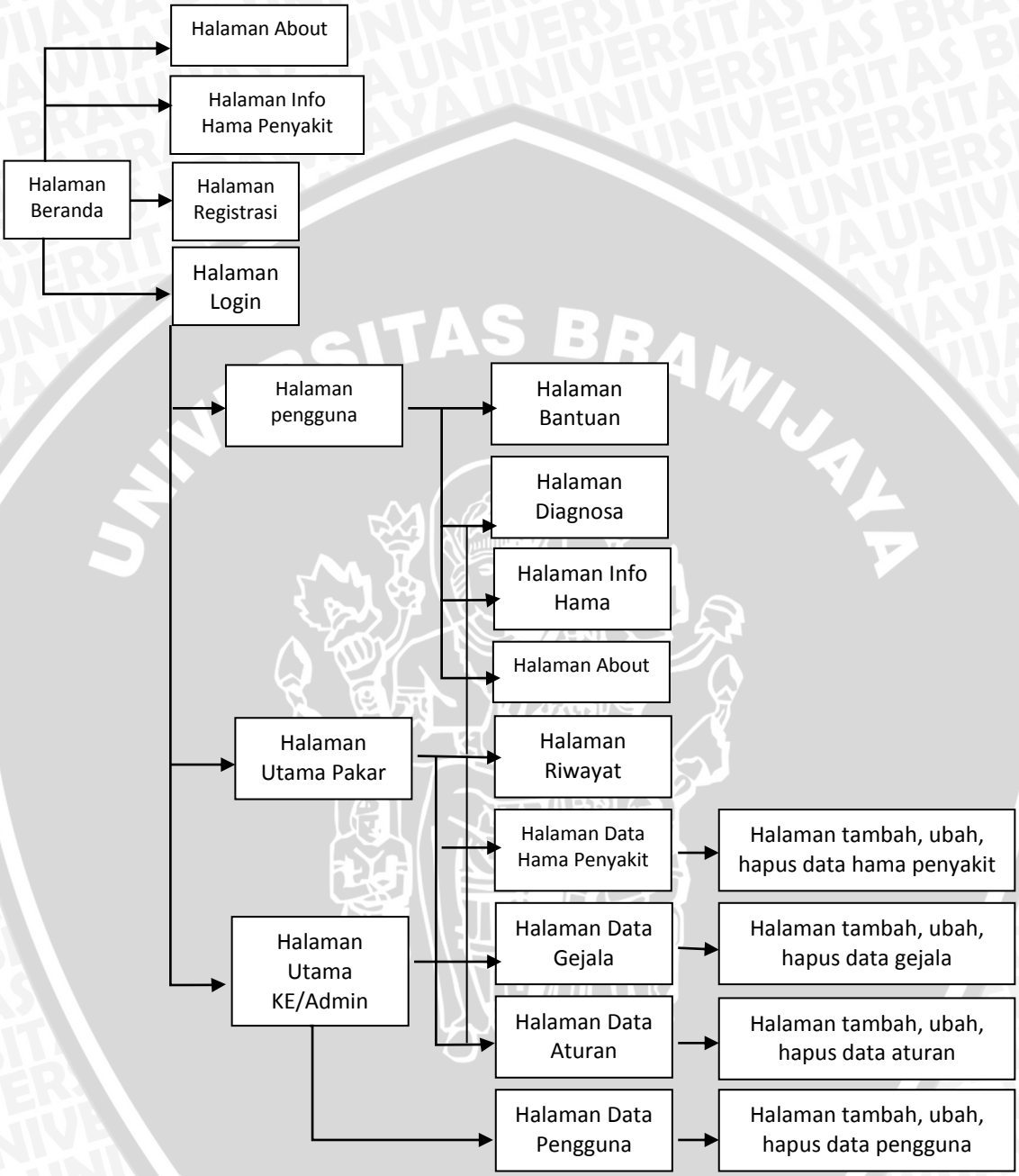
m3 {teta} = 0,04 / (1-0) = 0,04

- Hasil identifikasi mendekati hama penggerek buah kapas merah jambu *pectinophora gossypiella* dan hama kepik biji kapas *oxycarinus lugubris*
- Solusi penanganan

3.5.8 Antarmuka

Antarmuka merupakan mekanisme yang berfungsi untuk menjadi sarana komunikasi pengguna dengan sistem. Antarmuka akan menerima informasi dari pemakai dan merubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Antarmuka menyediakan tampilan yang mudah dimengerti *user* dengan harapan user dapat memahami dengan mudah sistem tersebut. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai spesifikasi rancangan antarmuka aplikasi pemodelan sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas dengan metode *Naïve Bayes* berbasis web. Perancangan antarmuka dari sistem ini akan dijelaskan melalui sitemap dan desain antarmuka tiap halaman. *Sitemap* digambarkan untuk mengetahui secara rinci apa saja yang ada didalam sistem dan

memisahkan antar halaman sehingga tersusun rapi dan memudahkan untuk pembuatan rancangan antarmuka. Rancangan *sitemap* sistem pakar yang akan dibangun digambarkan dalam Gambar 3.5.



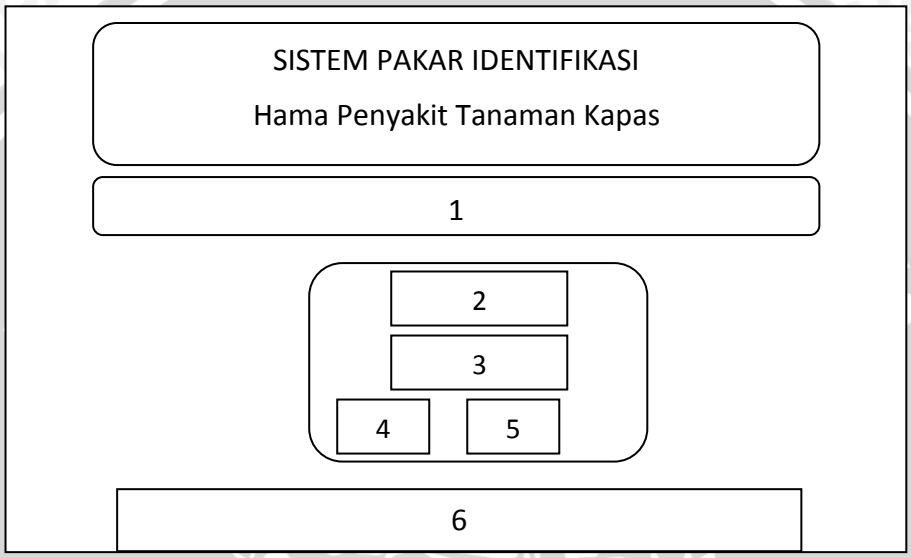
Gambar 3.6 Sitemap Halaman Sistem Pakar Identifikasi Hama Penyakit kapas

Pada Gambar 3.6 digambarkan sitemap halaman *user*. *User* dibagi menjadi 3 golongan yang memiliki hak akses terhadap sistem secara berbeda yaitu pengguna, pakar, dan *knowledge engineer* (admin). *Sitemap* dalam sistem yang akan dibangun berisi halaman beranda, halaman registrasi, dan halaman login. Halaman login di dalamnya terdapat halaman utama untuk pengguna, halaman utama untuk *pakar*, dan halaman utama untuk admin. Masing-masing halaman utama pengguna memiliki struktur di dalamnya sesuai dengan hak

akses dari masing-masing pengguna tersebut. Setelah *sitemap* digambarkan, maka dapat dibuat perancangan desain antarmuka sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas sesuai dengan *sitemap* tersebut. Rancangan desain antarmuka yang akan dibuat antara lain halaman login, halaman registerasi, halaman diagnosa, halaman kelola data hama penyakit, halaman kelola data gejala, halaman kelola data.

3.5.8.1 *Halaman Login*

Halaman *login* ini digunakan *user*, pakar dan *knowledge engineer* (admin) untuk dapat menjalankan sistem pakar dengan cara memasukkan *username* dan *password*. Perancangan tampilan halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Perancangan Antarmuka Halaman Login

Keterangan Gambar3.7:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu Beranda, info hama penyakit, about.
2. Form login untuk menginputkan *username*
3. Form untuk menginputkan *password*
4. Tombol untuk *login*
5. Tombol untuk mendaftarkan akun/registrasi akun
6. *Footer*

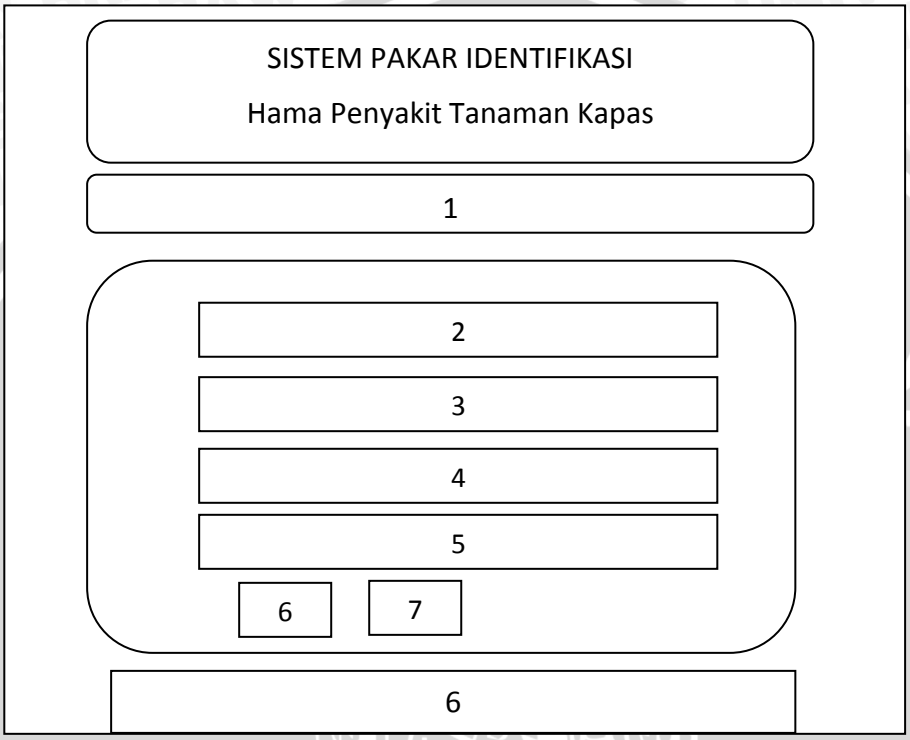
3.5.8.2 *Halaman Registrasi*

Halaman registrasi ini digunakan pengguna untuk dapat melakukan proses pembuatan akun baru atau registrasi akun baru. Pengguna akan diminta untuk memasukkan nama, *username*, pasword Perancangan tampilan halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 3.8.

Keterangan Gambar 3.8:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu Beranda, info hama penyakit, about.

2. Form untuk menginputkan *username*
3. Form untuk menginputkan *password*
4. Form untuk menginputkan *re-type password*
5. Form untuk menginputkan nama
6. Tombol untuk mendfaftarkan akun
7. Tombol untuk membataklan pendaftaran akun
8. *Footer*



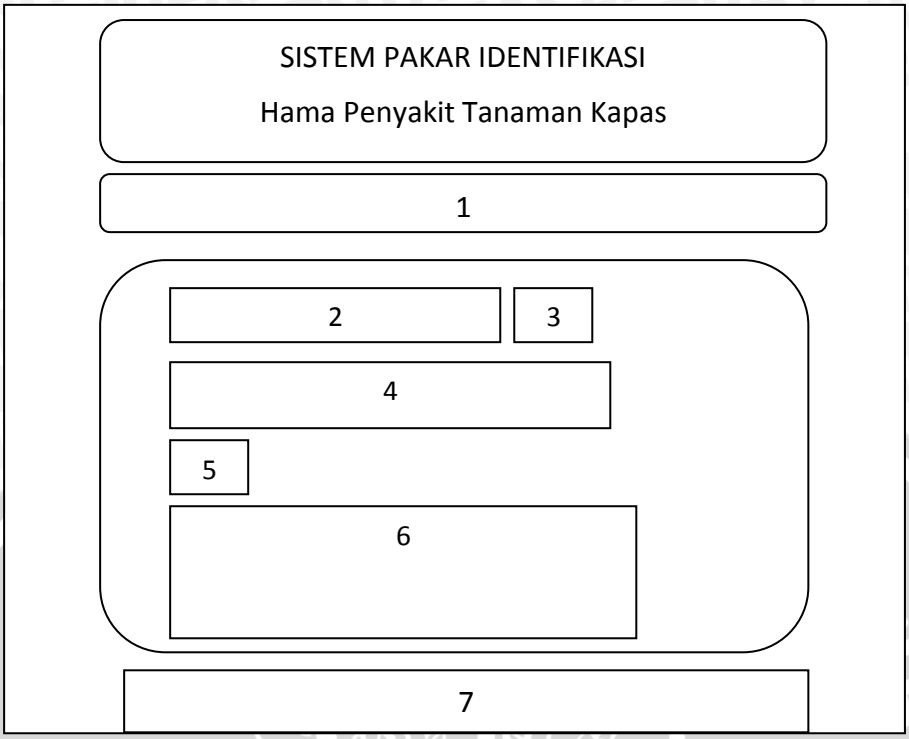
Gambar 3.8 Perancangan Antarmuka Halaman Login

3.5.8.3 *Halaman Identifikasi*

Halaman identifikasi ini digunakan pengguna untuk dapat melakukan proses identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Pengguna akan diminta untuk memberikan input gejala yang telah disediakan oleh sistem. Perancangan tampilan halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 3.9.

Keterangan Gambar 3.9:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. *Form* untuk menginputkan fakta gejala yang dialami tanaman kapas.
3. Tombol untuk menambahkan fakta gejala.
4. Penjelasan kode gejala dan gejala yang telah ditambahkan
5. Tombol untuk mengidetifikasi
6. *Field* untuk melihat hasil identifikasi dan solusi penanganan.
7. *Footer*



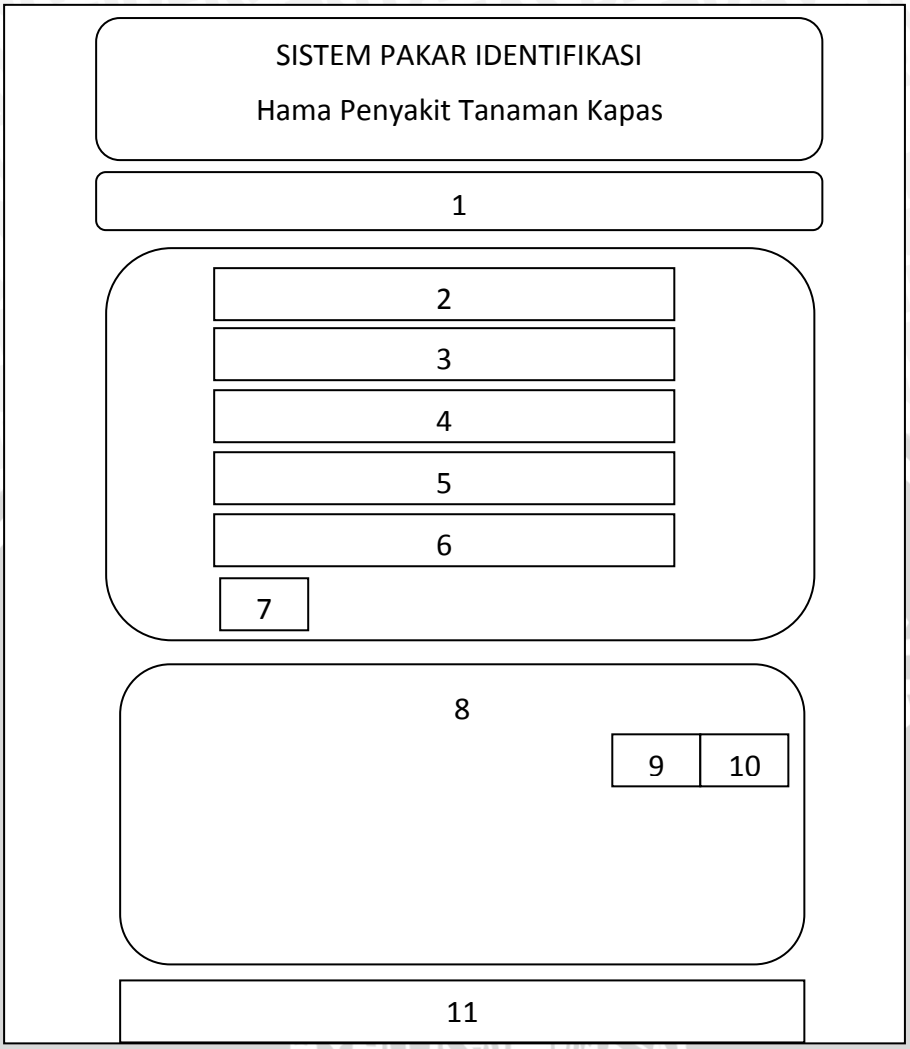
Gambar 3.9 Perancangan Antarmuka Halaman Identifikasi

3.5.8.4 *Halaman Data Hama Penyakit*

Halaman data hama penyakit ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses manajemen data hama penyakit tanaman kapas. Pada halaman data hama penyakit pengguna diminta untuk memasukkan nomor id hama penyakit, nama hama penyakit, keterangan hama penyakit, gambar hama penyakit serta solusi. Perancangan tampilan halaman data hama penyakit ditunjukkan pada Gambar 3.10

Keterangan Gambar 3.10:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form untuk menginputkan nomor id hama penyakit
3. Form untuk menginputkan nama hama penyakit
4. Form untuk menginputkan keterangan hama penyakit
5. Form untuk menginputkan solusi
6. Form untuk memasukkan gambar hama penyakit
7. Tombol untuk menambahkan dan menyimpan data hama penyakit
8. Daftar hama penyakit yang telah diinputkan
9. Tombol untuk melakukan ubah data hama penyakit
10. Tombol untuk melakukan hapus data hama penyaki
11. *Footer*



Gambar 3.10 Perancangan Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit

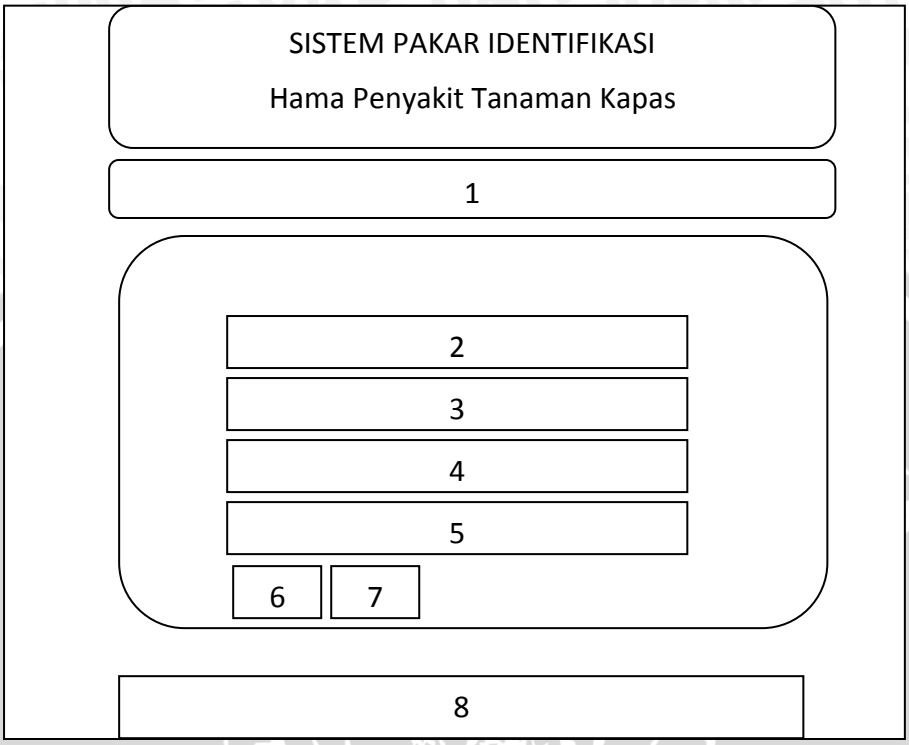
3.5.8.5 *Halaman Ubah Data Hama Penyakit*

Halaman ubah data hama penyakit ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data hama penyakit tanaman kapas yang pernah diinputkan pada sistem. Pada halaman data hama penyakit pengguna dapat mengubah nomor id hama penyakit, nama hama penyakit, keterangan hama penyakit, gambar hama penyakit serta solusi. Perancangan tampilan halaman ubah data hama penyakit ditunjukkan pada Gambar 3.11.

Keterangan Gambar 3.11:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form untuk mengubah nama hama penyakit
3. Form untuk mengubah keterangan hama penyakit

4. Form untuk mengubah solusi
5. Form untuk memasukkan gambar hama penyakit
6. Tombol untuk melakukan proses menyimpan data hama penyakit
7. Tombol untuk melakukan proses membatalkan
8. *Footer*



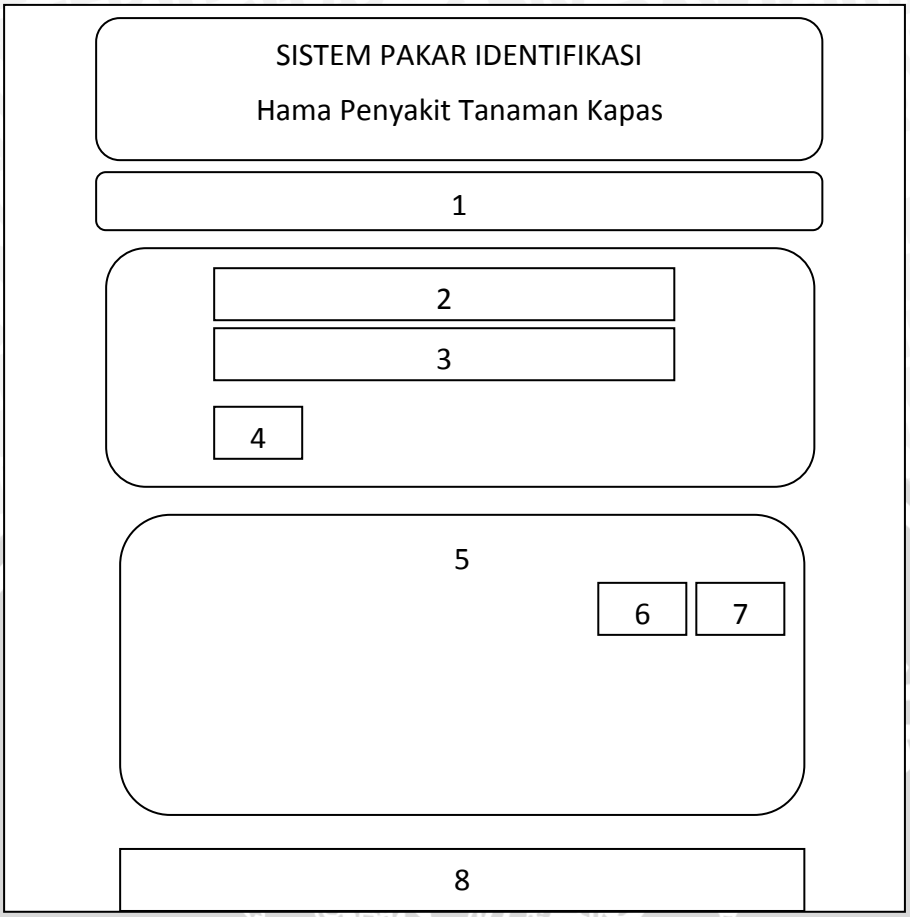
Gambar 3.11 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data Hama Penyakit

3.5.8.6 *Halaman Data Gejala*

Halaman data gejala hama penyakit ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses manajemen data gejala hama penyakit tanaman kapas. Pada halaman data gejala hama pengguna diminta untuk memasukkan nomor id gejala, dan nama gejala. Perancangan tampilan halaman data gejala ditunjukkan pada Gambar 3.12.

Keterangan Gambar 3.12:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form untuk menginputkan nomor id gejala.
3. Form untuk menginputkan nama gejala.
4. Tombol untuk menambahkan dan menyimpan data gejala.
5. Daftar gejala yang telah diinputkan
6. Tombol untuk melakukan ubah data gejala
7. Tombol untuk melakukan hapus data gejala
8. *Footer*



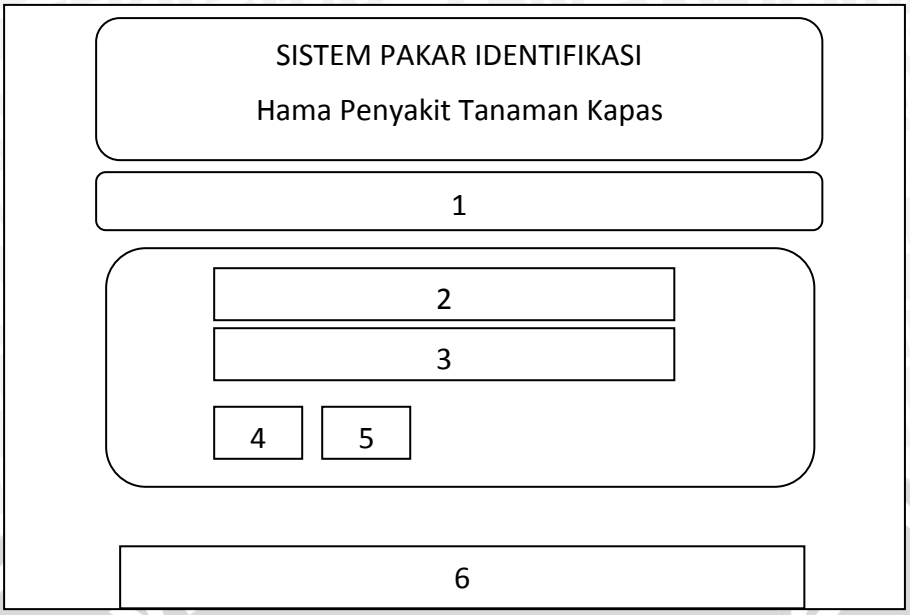
Gambar 3.12 Perancangan Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit

3.5.8.7 *Halaman Ubah Data Gejala*

Halaman ubah data gejala ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data gejala hama penyakit tanaman kapas yang pernah diinputkan pada sistem. Pada halaman data hama penyakit pengguna dapat mengubah nama gejala, keterangan hama penyakit, gambar hama penyakit serta solusi. Perancangan tampilan halaman ubah data gejala ditunjukkan pada Gambar 3.13.

Keterangan Gambar 3.13:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form id gejala
3. Form untuk mengubah nama gejala
4. Tombol untuk melakukan proses menyimpan data gejala
5. Tombol untuk melakukan proses membatalkan
6. *Footer*



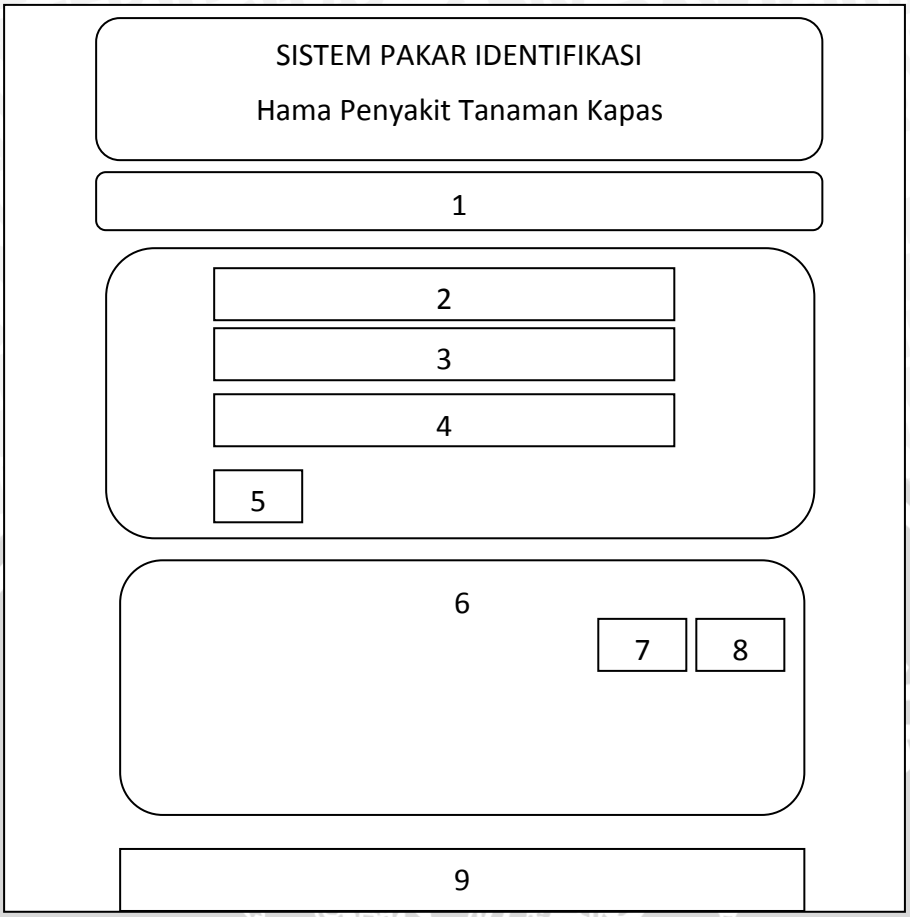
Gambar 3.13 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data Gejala

3.5.8.8 *Halaman Data Aturan*

Halaman data aturan ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses manajemen data aturan dalam proses inferensi sebagai acuan untuk mendapatkan hasil identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Pada halaman data aturan pengguna diminta untuk memasukkan nama hama penyakit, dan gejala yang telah tersimpan pada sistem, kemudian memberikan nilai keyakinan/densitas pada aturan. Perancangan tampilan halaman data aturan ditunjukkan pada Gambar 3.14.

Keterangan Gambar 3.14:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form untuk menginputkan nama hama penyakit.
3. Form untuk menginputkan nama gejala.
4. Form untuk menginputkan nilai kepercayaan (densitas).
5. Tombol untuk menambahkan dan menyimpan data aturan.
6. Daftar aturan yang telah diinputkan
7. Tombol untuk melakukan ubah data aturan
8. Tombol untuk melakukan hapus data aturan
9. *Footer*



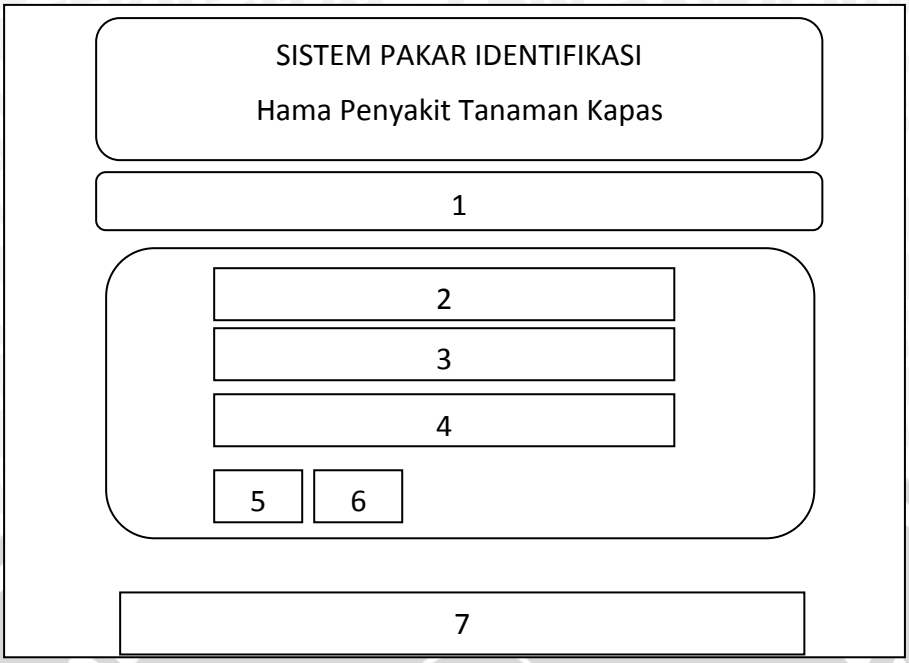
Gambar 3.14 Perancangan Antarmuka Halaman Data Aturan

3.5.8.9 *Halaman Ubah Data Aturan*

Halaman ubah data aturan ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data aturan dalam proses inferensi sebagai acuan untuk mendapatkan hasil identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Pada halaman data aturan pengguna dapat mengubah nama hama penyakit, dan gejala yang telah tersimpan pada data aturan, kemudian memberikan nilai keyakinan/densitas pada aturan. Perancangan tampilan halaman ubah data aturan ditunjukkan pada Gambar 3.15.

Keterangan Gambar 3.15:

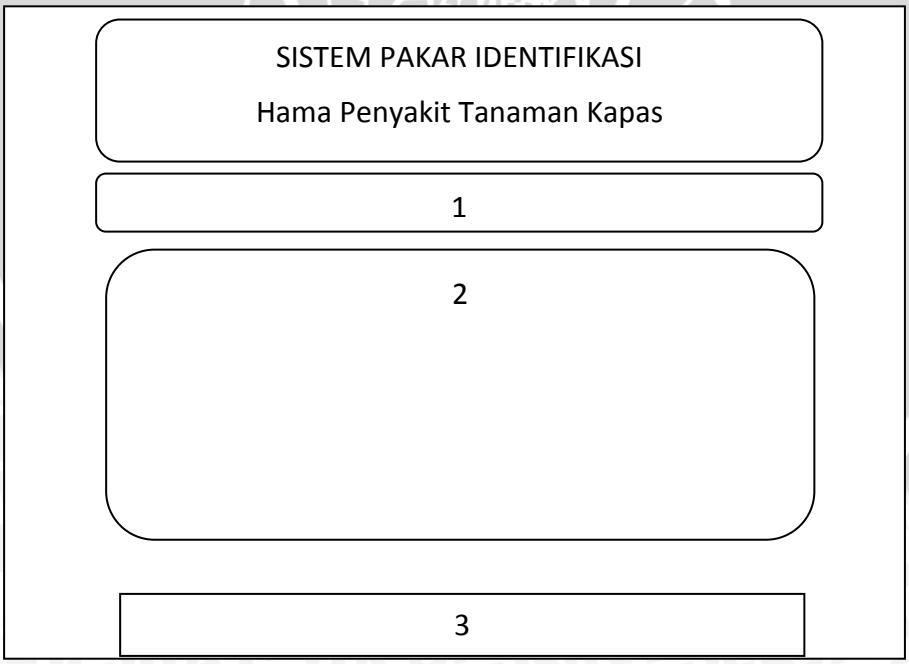
1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form untuk mengubah nama hama penyakit.
3. Form untuk mengubah nama gejala.
4. Form untuk mengubah nilai kepercayaan (densitas).
5. Tombol untuk menyimpan data aturan.
6. Tombol untuk membatalkan proses ubah data aturan
7. *Footer*



Gambar 3.15 Perancangan Antarmuka Halaman Ubah Data Aturan

3.5.8.10 *Halaman Info Hama Penyakit*

Halaman Info hama penyakit ini berisi tentang informasi mengenai nama hama penyakit, keterangan hama penyakit, solusi dan gambar hama penyakit. Perancangan tampilan halaman info hama penyakit ditunjukkan pada Gambar 3.16.



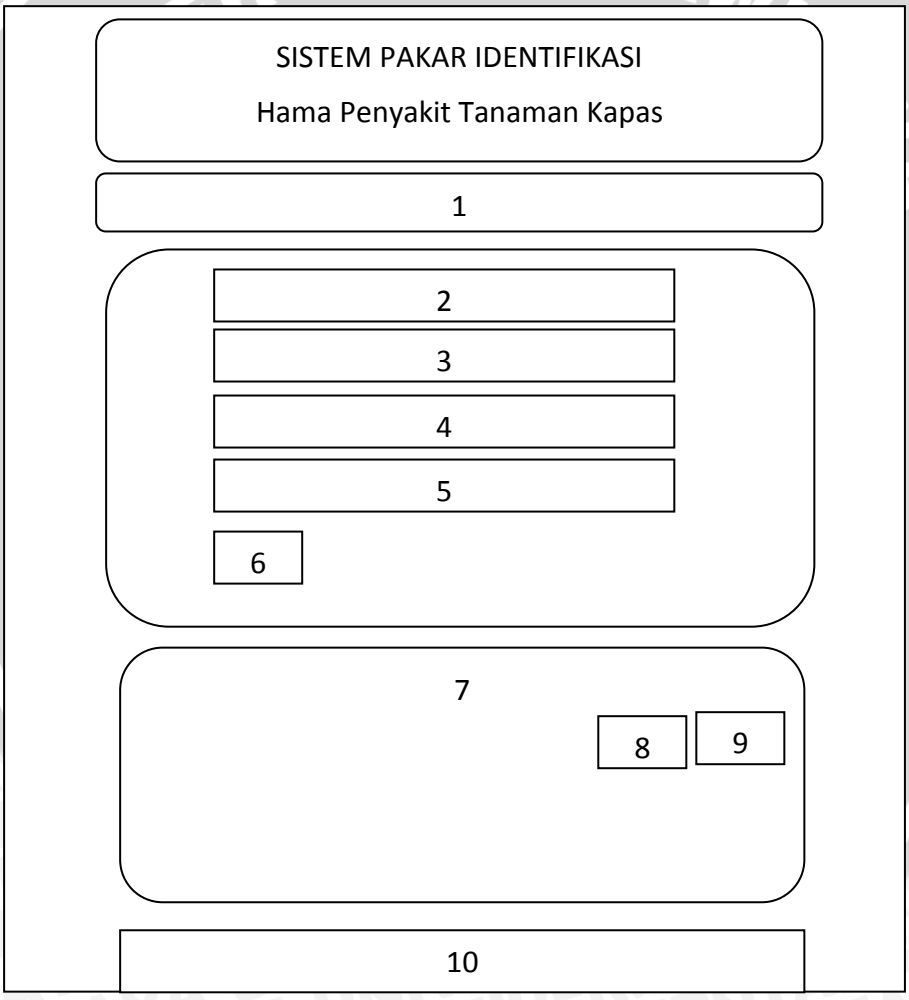
Gambar 3.16 Perancangan Antarmuka Halaman Info Hama Penyakit

Keterangan Gambar 3.16:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan logout.
2. Tabel info hama penyakit
3. *Footer*

3.5.8.11 *Halaman Data User*

Halaman data aturan ini digunakan oleh *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses manajemen data *user* dalam sistem. Pada halaman data pengguna, *knowledge engineer*/admin diminta untuk memasukkan nama pengguna, *username, password,* dan *usergroup*. Perancangan tampilan halaman data pengguna ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Perancangan Antarmuka Halaman Data *User*

Keterangan Gambar 3.17:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.

2. Form untuk menginputkan nama *user*.
3. Form untuk menginputkan *username*.
4. Form untuk menginputkan *password*.
5. Form unntuk menginputkan *usergroup*.
6. Tombol untuk menambahkan dan menyimpan data *user*.
7. Daftar *user*
8. Tombol untuk melakukan ubah data *user*
9. Tombol untuk melakukan hapus data *user*
10. *Footer*

3.5.8.12 *Halaman Ubah Data User*

Halaman data ubah aturan ini digunakan oleh *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data *user* dalam sistem. Pada halaman ubah data *user*, *knowledge engineer*/admin dapat melakukan perubahan pada nama *user*, *username, password,* dan *usergroup*. Perancangan tampilan halaman ubah data *user* ditunjukkan pada Gambar 3.18.

Gambar 3.18 Perancangan Antarmuka Halaman ubah data *user*

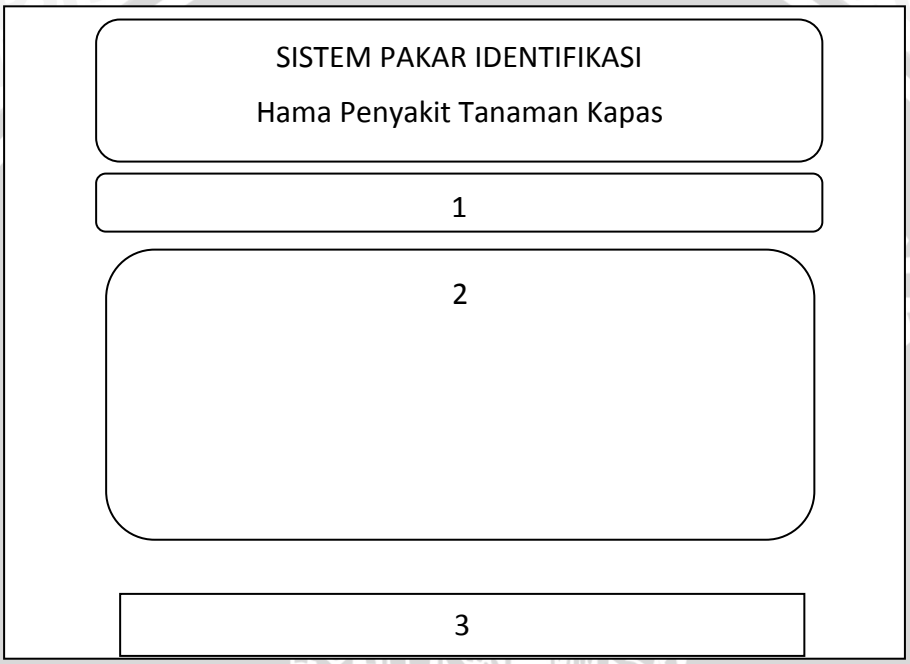
Keterangan Gambar 3.18:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan *logout*.
2. Form untuk mengubah nama pengguna.
3. Form untuk mengubah *username*.

4. Form untuk mengubah *password*.
5. Form unntuk mengubah *usergroup*.
6. Tombol untuk menyimpan data pengguna.
7. Tombol untuk membatalkan proses ubah
8. *Footer*

3.5.8.13 *Halaman About*

Halaman about penyakit ini berisi tentang informasi mengenai sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Perancangan tampilan halaman about ditunjukkan pada Gambar 3.19.



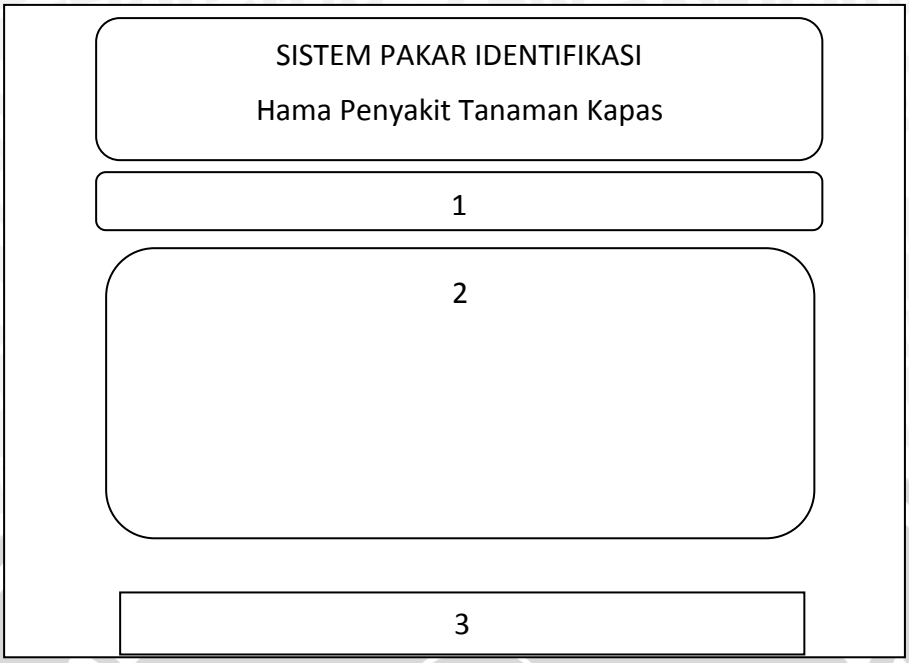
Gambar 3.19 Perancangan Antarmuka Halaman About

Keterangan Gambar 3.18:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan logout.
2. Tabel info tentang sistem pakar isentifikasi hama penyakit tanaman kapas
3. *Footer*

3.5.8.14 *Halaman Bantuan*

Halaman about penyakit ini berisi tentang informasi cara penggunaan sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Perancangan tampilan halaman about ditunjukkan pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Perancangan Antarmuka Halaman Bantuan

Keterangan Gambar 3.20:

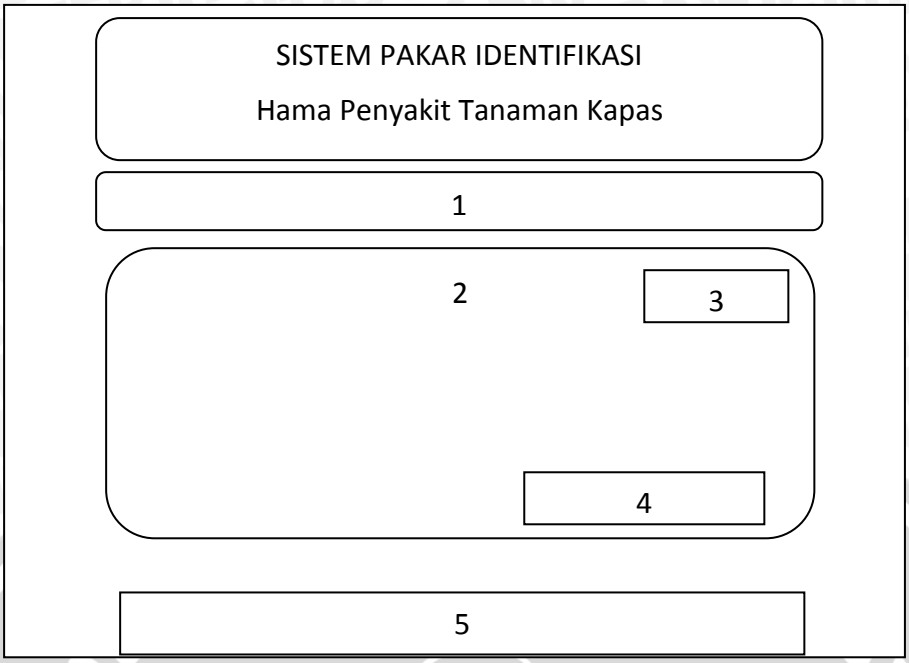
1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan logout.
2. Tabel informasi tentang cara penggunaan sistem pakar isentifikasi hama penyakit tanaman kapas
3. *Footer*

3.5.8.15 *Halaman History*

Halaman about penyakit ini berisi tentang informasi cara penggunaan sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Perancangan tampilan halaman about ditunjukkan pada Gambar 3.21.

Keterangan Gambar 3.21:

1. Menu Utama untuk membuka submenu yang berisi menu identifikasi, info hama penyakit, data hama penyakit, data gejala, data aturan, data *user*, bantuan, about, dan logout.
2. Tabel riwayat identifikasi oleh pengguna
3. Form *search* history
4. Tombol paggination
5. *Footer*



Gambar 3.21 Perancangan Antarmuka Halaman Riwayat

3.5.9 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini menjelaskan mengenai pola hubungan antar komponen-komponen detail sehingga mampu membentuk sebuah fungsi yang mampu memberikan pelayanan terhadap kebutuhan pengguna. Perancangan perangkat lunak menggunakan *Entity Relation diagram* (ERD), *Data Flow Diagram* (DFD), dan *Physical diagram*

3.5.9.1 *Entity Relationship Diagram (ERD)*

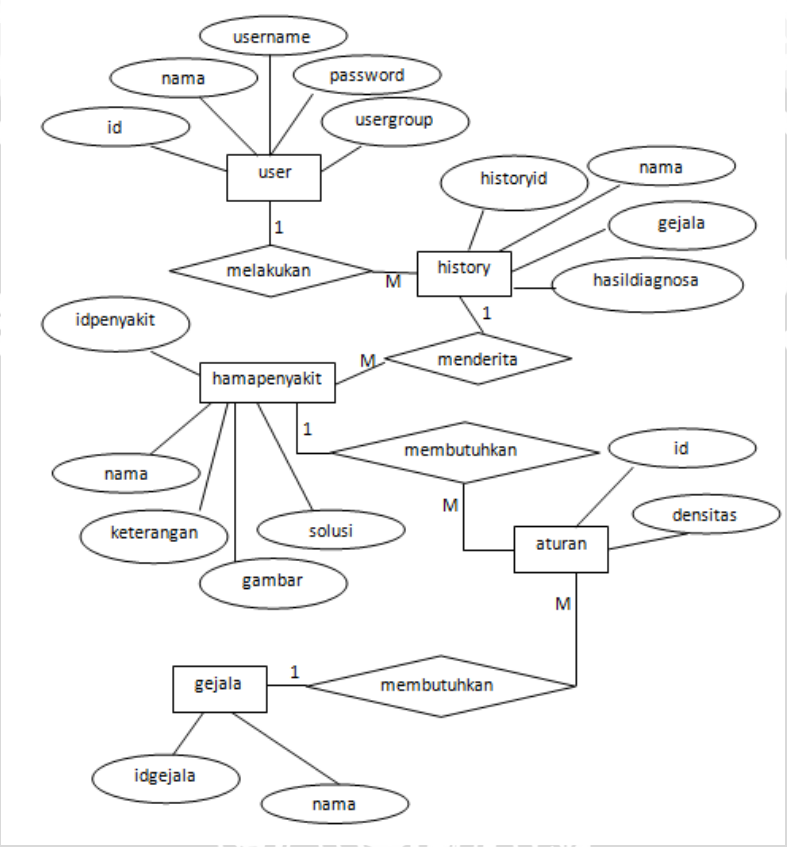
Entity Relationship Diagram (ERD) adalah diagram yang dipakai untuk mendokumentasikan data dengan pendeteksian jenis entitas dan hubungannya. ERD berisi komponen-komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut yang merepresentasikan seluruh fakta yang ditinjau dari keadaan nyata.

Pada ERD aplikasi sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman kapas ini terdapat 5 entitas yang digunakan, yaitu entitas user, hamapenyakit, gejala, aturan, riwayat. ERD sistem pakar ditunjukkan pada Gambar 3.22

Untuk entitas *user* dibuat sistem kategori menjadi 3 hak akses pengguna, yaitu pengguna, pakar dan admin, dimana untuk level pengguna yang dimaksud adalah pengguna aktif petani tanaman kapas maupun pengguna umum, dan admin adalah *knowledge engineer*. Admin dapat melakukan manajemen user serta yang memiliki akses ke semua menu untuk pengembangan sistem. Pakar dapat melakukan proses manajemen data gejala, data hama penyakit dan aturan yang digunakan untuk proses perhitungan identifikasi, melihat rekapan riwayat identifikasi yang dilakukan oleh *user* dan biodata *user*, dan dapat melihat menu-

menu informasi umum. Pengguna dapat melihat semua informasi-informasi umum dan dapat melakukan identifikasi.

Entitas tabel user digunakan untuk menyimpan data diri seluruh *user* yang terdaftar dalam sistem pakar. Entitas tersebut berelasi *one to many* dengan entitas *history*. Entitas *history* berelasi *one to many* dengan entitas hamapenyakit, karena pada setiap satu kali pencatatan *history* dapat teridentifikasi banyak hama penyakit. Entitas hamapenyakit berelasi *one to many* dengan entitas aturan. Entitas aturan berelasi *many to one* dengan entitas gejala.



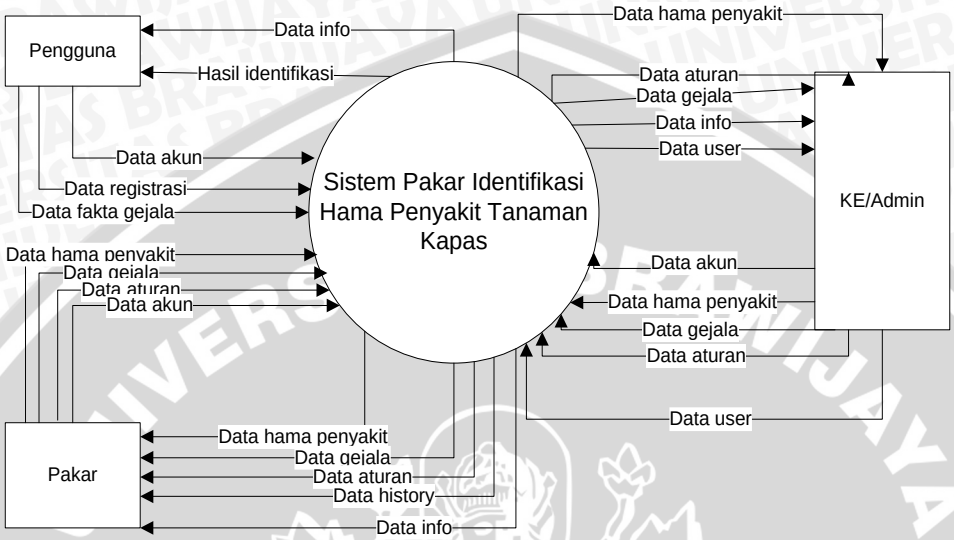
Gambar 3.22 Entity Relationship Diagram Sistem pakar Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Kapas

3.5.9.2 *Data Flow Diagram*

Data Flow Diagram (DFD) merupakan suatu diagram yang merepresentasikan gambaran mengenai input, proses, dan output dalam suatu perangkat lunak yang dibangun. Gambaran tersebut berupa objek-objek data yang masuk ke dalam perangkat lunak, setelah itu objek-objek data tersebut ditransformasikan oleh elemen pemrosesan dan kemudian objek-objek data yang telah diproses keluar dari perangkat lunak. *Data Flow Diagram* (DFD) digambarkan dalam bentuk level atau hierarki, yaitu *Data Flow Diagram* (DFD) level 0 (diagram konteks), *Data Flow Diagram* (DFD) level 1, *Data Flow Diagram* (DFD) level 2, dan seterusnya.

1. **DFD Level 0 (Diagram Konteks)**

Data Flow Diagram (DFD) level 0 menggambarkan sistem secara keseluruhan, sedangkan pada level selanjutnya memberikan gambaran yang lebih rinci dari *Data Flow Diagram* (DFD) level 0. *Data Flow Diagram* (DFD) level 0 dapat dilihat pada Gambar 3.23



Gambar 3.23 *Data Flow Diagram* (DFD) level 0 Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas

Terdapat beberapa penggunaan paket data pada diagram konteks diatas (DFD level 0), diantaranya :

- Paket Data akun yaitu paket data yang digunakan saat proses Login, berisi data *Username* dan data *Password*.
- Paket Data *user* yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data *user* yang berisi :
  - Data *Username*
  - Data *Password*
  - Data *Hak Akses*
- Paket Data Hama Penyakit yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data nama hama penyakit, info dan solusi. Berisi:
  - Data Nama Hama Penyakit
  - Data info hama penyakit
- Paket Data gejala yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan masukkan data gejala yang berisi :
  - Data Nama Hama Penyakit Tanaman
  - Data Gejala
- Paket Data Aturan yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data hama penyakit dan nilai densitas, berisi:

- Data nama hama penyakit
- Data gejala
- Data nilai densitas

o Paket Data History yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data history hasil identifikasi oleh *user*, berisi:

- Data nama *user*
- Data gejala
- Data hasil identifikasi

2. **DFD Level 1**

Proses aliran data pada level 0 ini merupakan gambaran lebih spesifik dari diagram konteks sebelumnya. Proses pengolahan data pada sistem ini terdiri dari enam proses yang dapat dilihat pada Gambar 3.24.

1.0 **Proses Registrasi** merupakan suatu proses yang hanya dapat dilakukan pengguna umum yang belum terdaftar. Proses registrasi dilakukan dengan cara memasukkan nama, *username* dan *password* kemudian sistem akan menyimpan pada data *user*

2.0 **Proses Login** merupakan suatu proses yang dilakukan oleh semua pengguna sistem, yaitu *Knowledge Engineer*/admin, Pakar, dan pengguna umum. Proses login dilakukan dengan cara memasukkan *username* dan *password* kemudian sistem akan memerikasa masukkan dan akan memberikan hak akses sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna.

3.0 **Proses Kelola Data *User*** merupakan proses yang dilakukan oleh *admin* dan pakar untuk mengelola master data *user* dalam sistem.

4.0 **Proses Kelola Hama Penyakit** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh pakar dan admin untuk melakukan pengolahan data hama penyakit.

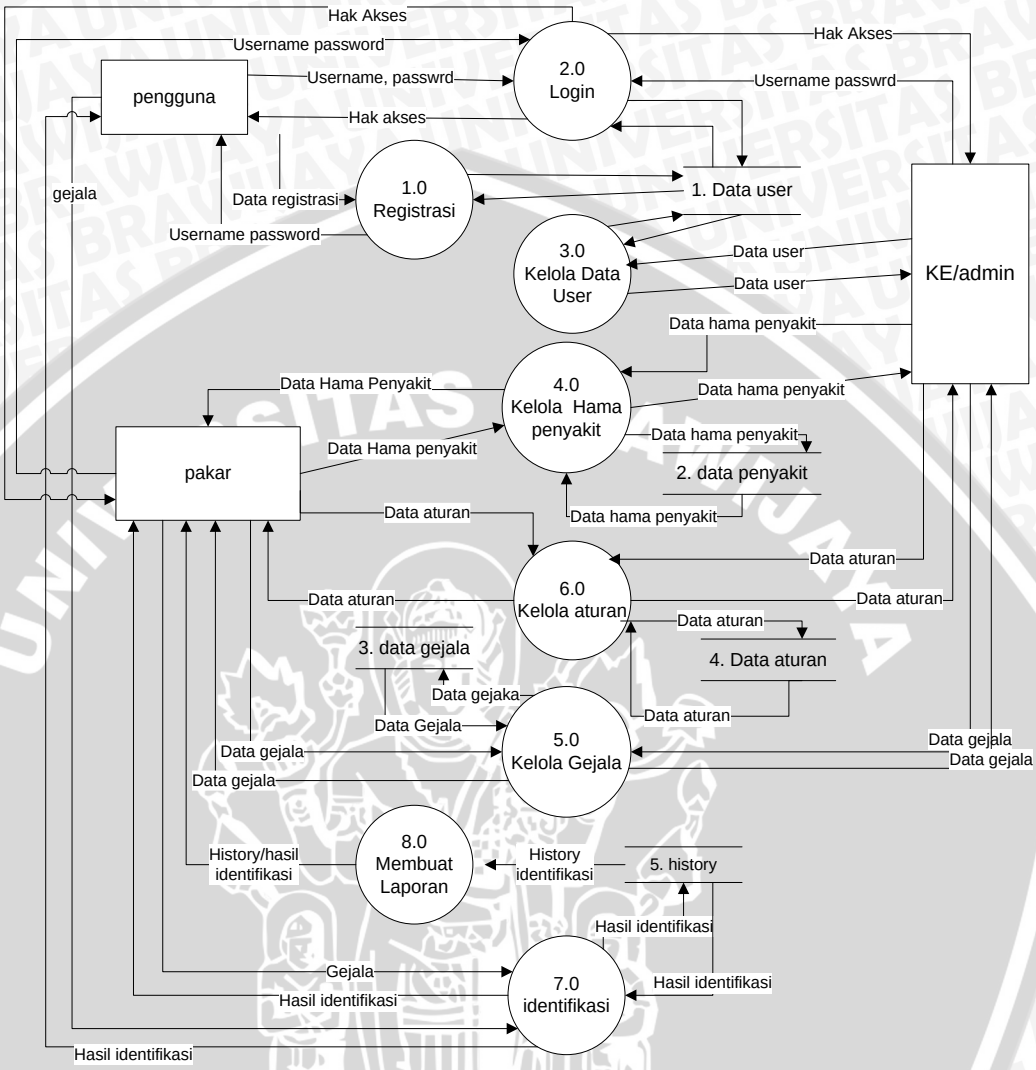
5.0 **Proses Kelola Gejala** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh pakar dan admin untuk melakukan pengolahan data gejala pada tanaman kapas

6.0 **Proses Kelola aturan** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh pakar dan admin/KE untuk mengelola data hama penyakit yang ada. Sistem akan memberikan antaramuka untuk proses melihat, menambah, mengubah, dan mengahapus data hama penyakit dalam sistem. Data hama penyakit dalam sistem disimpan dalam tabel hama penyakit.

7.0 **Proses Identifikasi** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh PK dan PHPT untuk mendapatkan hasil deteksi beserta solusinya. Proses ini dilakukan dengan cara memasukkan gejala dan nilai gejala kemudian sistem akan mengolah untuk mendapatkan deteksi hama penyakit dan solusi sesuai dengan hasil perhitungan metode.

8.0 **Proses Membuat Laporan** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh semua *user*, proses membuat laporan ini adalah proses untuk

menampilkan hasil identifikasi kepada *user*, dan datanya disimpan pada data history



Gambar 3.24 DFD Level 1

3.6 Implementasi Sistem

Implementasi perangkat lunak yang menerapkan algoritma *Dempster-Shafer* dilakukan dengan mengacu pada perancangan sistem. Implementasi sistem tersebut meliputi:

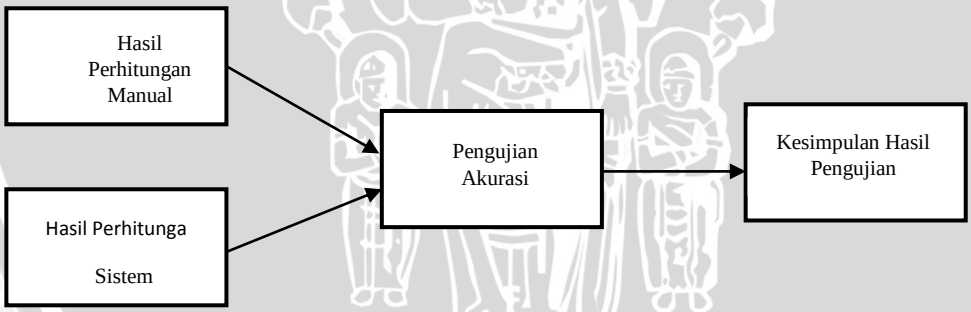
1. Implementasi *interface*, menggunakan *software Dreamweaver.*
2. Implementasi basis data, dengan menggunakan sebuah DBMS MySQL pada Server localhost (XAMPP) yang bertujuan untuk memudahkan manipulasi dan penyimpan data.

3. Implementasi algoritma, melakukan perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer* kedalam bahasa pemrograman PHP dan menggunakan *software Dreamweaver*
4. Implementasi ini akan menghasilkan pendeteksian hama dan penyakit yang menyerang tanaman kapas melalui masukkan gejala penyakit.

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan agar dapat memastikan bahwa aplikasi yang telah dibangun dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi dari kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara antara lain :

1. Pengujian fungsionalitas, dilakukan dengan menggunakan tabel yang menjelaskan hubungan kesesuaian antara fungsi hasil kerja sistem dengan daftar kebutuhan sistem.
2. Pengujian akurasi, dilakukan dengan membandingkan hasil dari aplikasi dengan data yang didapatkan dati observasi dengan algoritma *Dempster-Shafer*. Pengujian juga dapat dilakukan dengan menguji kinerja atau tingkat keakuratan sistem dengan cara menghitung nilai akurasi tiap data yang telah diuji. Diagram blok pengujian akurasi sistem dapat dilihat pada gambar 3.5.



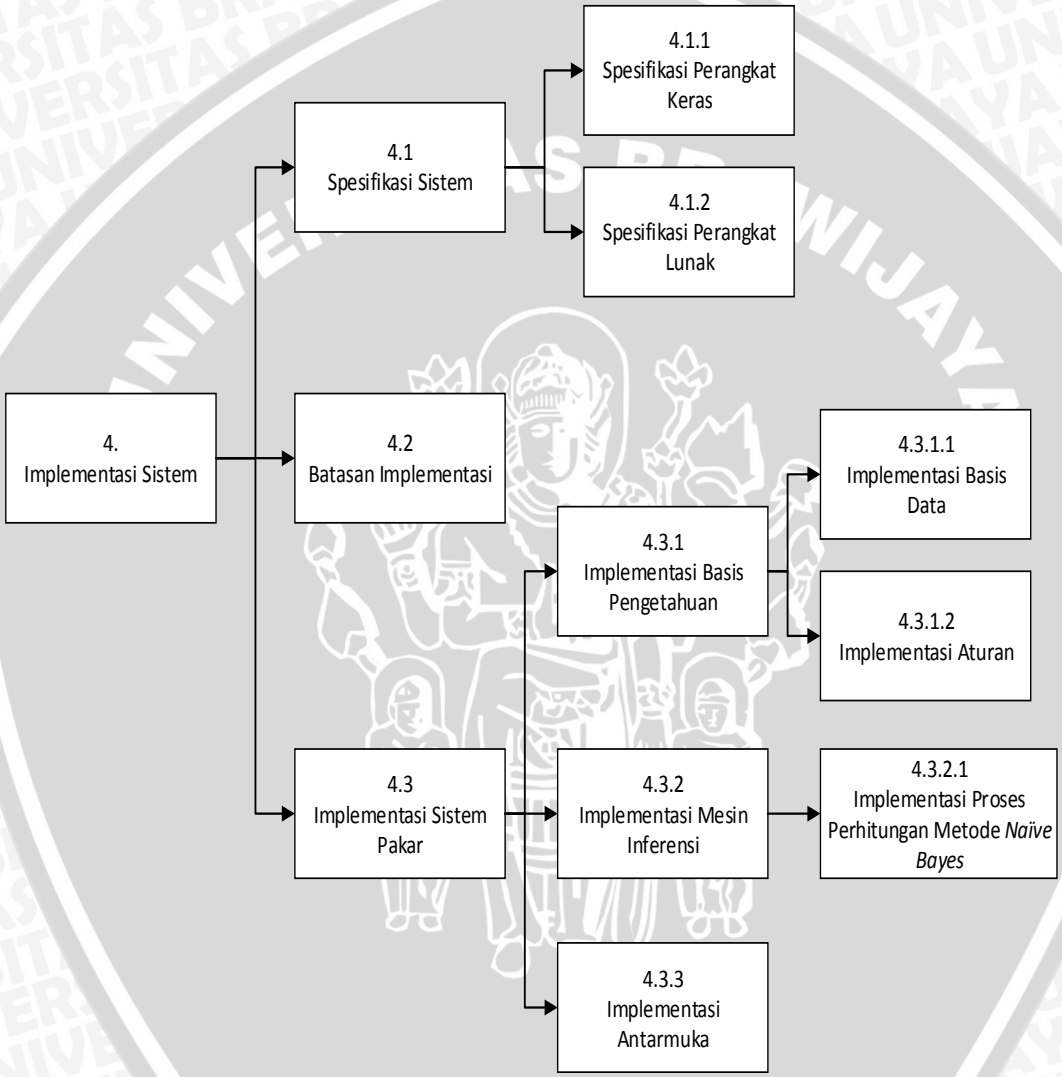
Gambar 3.25 Diagram Blok Pengujian Akurasi

3.8 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi algoritma *Dempster-Shafer*, dan pengujian algoritma yang diterapkan telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis metode yang diterapkan. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi serta untuk memberikan pertimbangan atas pengembangan selanjutnya.

BAB 4 IMPLEMENTASI

Bab ini membahas mengenai implementasi perangkat lunak berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari analisis kebutuhan dan proses perancangan perangkat lunak yang telah dibuat. Pembahasan terdiri dari penjelasan tentang spesifikasi sistem, batasan–batasan dalam implementasi, implementasi sistem pakar. Pohon implementasi sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Implementasi

4.1 Spesifikasi Sistem

Hasil analisis kebutuhan dan perancangan perangkat lunak yang telah diuraikan pada Bab 4 menjadi acuan untuk melakukan implementasi menjadi sistem yang dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Spesifikasi sistem diimplementasikan pada spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak.

4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Pengembangan Aplikasi Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapasmenggunakan komputer dengan spesifikasi perangkat keras yang dijelaskan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Komponen	Spesifikasi
Processor	Intel(R) Core(TM) i3-3370M CPU @ 2.40GHz
Memory (RAM)	2,00 GB
Hardisk	320HDD

4.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Pengembangan Aplikasi Pemodelan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas menggunakan perangkat lunak dengan spesifikasi yang dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Sistem Operasi	Microsoft Windows 7 (32-bit)
Bahasa Pemrograman	PHP
Tools Pemrograman	Notepad++ v6.8.8 & Adobe dreamweaver CS5
Server Localhost	XAMPP 3.2.1
DBMS	MySQL

4.2 Batasan Implementasi

Beberapa batasan dalam mengimplementasikan Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kapas ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem yang dibangun berbasis web dengan menggunakan bahasa pemograman PHP.
2. Masukan yang diterima oleh sistem adalah masukan inputan gejala hama dan penyakit tanaman kapas.
3. Keluaran yang diterima oleh pengguna adalah diagnosa jenis hama dan penyakit dan solusi penanganannya.
4. Metode yang digunakan pada sistem pakar ini adalah *Dempster Shafer.*

5. Proses ini mendeteksi 30 jenis hama dan penyakit tanaman kapas dan 71 gejala hama dan penyakit tanaman kapas.
6. Pengguna yang ingin mengakses beberapa menu yang ada dalam sistem pakar harus melakukan *login* terlebih dahulu.

4.3 Implementasi Sistem Pakar

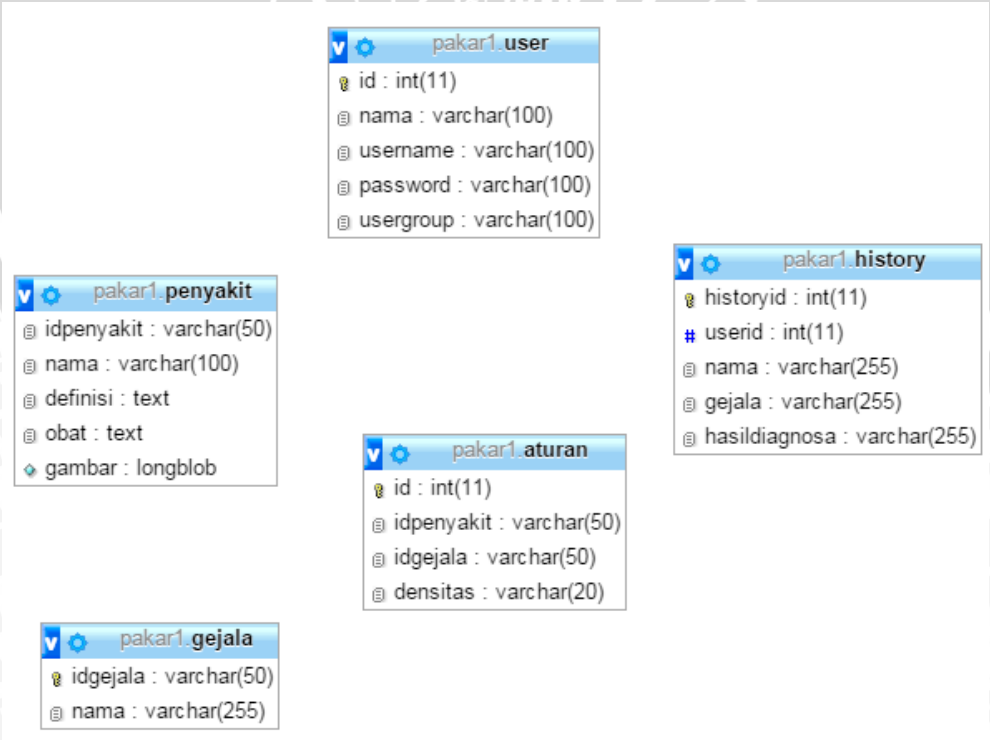
Implementasi sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas mengacu pada subbab 3.5. implementasi sistem pakar yang akan dilakukan terdiri dari implementasi basis pengetahuan, implementasi mesin inferensi, implementasi antarmuka.

4.3.1 Implementasi Basis Pengetahuan

Implementasi basis pengetahuan terdiri dari dua yaitu implementasi basis data dan implementasi mesin aturan

4.3.1.1 *Implementasi Basis Data*

Implementasi basis data merupakan implementasi dari penyimpanan data-data sistem ke dalam sebuah *database*. Basis data yang digunakan dalam implementasi basis data adalah DBMS MySQL. Hasil implementasi basis data dimodelkan dalam diagram konseptual *entity relationship* yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Implementasi Diagram ER Sistem

4.3.1.2 *Implementasi Aturan*

Implementasi aturan mengacu pada basis pengetahuan yang dijelaskan pada subbab 3.5.4 yang berupa aturan nilai densitas gejala hama penyakit yang akan digunakan untuk perhitungan metode *Dempster Shafer* yang digunakan dalam sistem ini. Implementasi data aturan yang telah dirancang pada subbab 3.5 ditunjukkan pada gambar 4.3.

Daftar Aturan

No	Penyakit	Gejala	Densitas	Pilihan
1	Hama wereng kapas Amrasca biguttula	daun gugur	0,7	Ubah Hapus
2	Hama wereng kapas Amrasca biguttula	meluasnya keriput daun	0,5	Ubah Hapus
3	Hama wereng kapas Amrasca biguttula	serat kapas lengket	0,6	Ubah Hapus
4	Hama wereng kapas Amrasca biguttula	tersisa tulang daun saja	0,8	Ubah Hapus
5	Hama wereng kapas Amrasca biguttula	warna daun menguning	0,7	Ubah Hapus
6	Hama penggerek buah kapas merah jambu Pectinophora gossypiella	biji rusak	0,8	Ubah Hapus
7	Hama penggerek buah kapas merah jambu Pectinophora gossypiella	buah berlubang	0,7	Ubah Hapus
8	Hama penggerek buah kapas merah jambu Pectinophora gossypiella	buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna	0,7	Ubah Hapus
9	Hama penggerek buah kapas merah jambu Pectinophora gossypiella	mahkota tidak dapat mekar	0,5	Ubah Hapus
10	Hama penggerek buah kapas merah jambu Pectinophora gossypiella	tanaman layu	0,6	Ubah Hapus
11	Hama penggerek buah kapas Helicoverpa armigera	buah kecil habis dimakan	0,7	Ubah Hapus
12	Hama penggerek buah kapas Helicoverpa armigera	buah gugur	0,7	Ubah Hapus

Gambar 4.3 Implementasi Data Aturan

4.3.2 Implementasi Mesin Inferensi

Implementasi mesin inferensi ini mengacu pada bab perancangan sub bab mesin inferensi dan algoritma yang mempunyai beberapa proses utama yang terbagi dalam beberapa fungsi. Pada penulisan implementasi ini hanya dicantumkan algoritma dari sebagian proses saja. Sehingga tidak semua algoritma akan dicantumkan. Proses algoritma yang dicantumkan yaitu implementasi perhitungan algoritma *Dempster-Shafer.*

4.3.2.1 *Implementasi Algoritma Perhitungan 1 Gejala*

Perhitungan algoritma untuk 1 gejala ini dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan data-data nilai densitas gejala tiap hama penyakit dari pakar kedalam tabel aturan dengan menggunakan skala 0 – 1 sebagai dasar perhitungan. Setelah semua nilai tersimpan pada basis data, maka perhitungan dapat dilakukan dengan mengisi 1 gejala pada form diagnosa. Implementasi algoritma perhitungan 1 gejala dalam proses identifikasi menggunakan metode *Dempster Shafer* ditunjukkan pada *Sourcecode* 4.1.

```
1. elseif(count($arrgejala)==1){
2. $res = mysql_query("select * from gejala where
   idgejala='".$arrgejala[0]."'");
3. $gejala = mysql_fetch_assoc($res);
4. $text .="<br> Gejala ".($key+1)." : ".$gejala['nama'];
5. //list penyakit yang memiliki gejala bersangkutan
6. $que="select a.*,p.nama,count(a.idgejala) as
   jumlah,sum(CAST(a.densitas AS DECIMAL(10,2))) as
   jumdens from aturan a left join gejala g on
   g.idgejala=a.idgejala left join penyakit p on
   p.idpenyakit=a.idpenyakit where a.idgejala in
   ('".$arrgejala[0]."') group by a.idpenyakit order by
   jumlah desc,jumdens desc";
7. $res=mysql_query($que);
8. $text .= "<br> Hama Penyakit yang memungkinkan : ";
9. while($row=mysql_fetch_assoc($res)){
10. $text .="<br>-".$row['nama']."(".$row['densitas']." )";
11. $penyakit[]=$row['nama']; }
12. $nmpeny = $penyakit; }
```

Sourcecode 4.1 Implementasi Perhitungan 1 Gejala Penyakit

Penjelasan *Sourcecode* 4.1 implementasi perhitungan 1 gejala penyakit, yaitu :

1) Baris 1 – 4 adalah mengambil data gejala dari form identifikasi pada antarmuka yang diinputkan oleh *user*.
2) Baris 6 – 7 adalah mengambil data nilai densitas pada tabel aturan sesuai gejala yang didapat dari form identifikasi.
3) Baris 8 – 12 adalah membandingkan nilai densitas gejala yang didapat dari tabel aturan pada setiap hama penyakit untuk diurutkan dari nilai densitas tertinggi.

4.3.2.2 *Implementasi Algoritma Perhitungan Lebih Dari 1 Gejala*

Perhitungan algoritma untuk lebih dari 1 gejala ini dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan data-data nilai densitas gejala tiap hama penyakit dari pakar kedalam tabel aturan dengan menggunakan skala 0 – 1 sebagai dasar perhitungan. Setelah semua nilai tersimpan pada basis data, maka perhitungan dapat dilakukan dengan mengisi 1 gejala pada form diagnosa. Implementasi algoritma perhitungan lebih dari 1 gejala dalam proses identifikasi menggunakan metode *Dempster Shafer* ditunjukkan pada *Sourcecode* 4.2.

```
1.  if(count($arrgejala)>1){
2.  $cnt = 1;
3.  $length = count($arrgejala);
4.  foreach($arrgejala as $key=>$val){
5.  $res = mysql_query("select * from gejala where
    idgejala='".$val."'");
6.  $gejala = mysql_fetch_assoc($res);
7.  $text .="<br><br> Gejala ".($key+1)." :
```

```
    ".$gejala['nama'];
8.  //list penyakit yang memiliki gejala bersangkutan
9.  $que="select a.*,p.nama,count(a.idgejala) as
    jumlah,sum(CAST(a.densitas AS DECIMAL(10,2))) as
    jumdens from aturan a left join gejala g on
    g.idgejala=a.idgejala left join penyakit p on
    p.idpenyakit=a.idpenyakit where a.idgejala in ($val)
    group by a.idpenyakit order by jumlah desc,jumdens
    desc";
10. $res=mysql_query($que);
11. while($row=mysql_fetch_assoc($res)){
12. $penyakit[]=$row['nama'];
13. $idpenyakit[]=$row['idpenyakit'];
14. if($row['densitas']>$densitas)$densitas=$row['densitas'
    ];   }
15. $combine[$cnt]['idpenyakit'] =
    implode(',',$idpenyakit);
16. $combine[$cnt]['densitas']['id'] = $idpenyakit;
17. $combine[$cnt]['densitas']['value'] = $densitas;
18. $combine[$cnt]['teta']['id'] = 'teta';
19. $combine[$cnt]['teta']['value'] = 1 - $densitas;
20. //ambil nilai densitas hama penyakit
21. $tempc['id']=$idpenyakit;
22. $tempc['value']=$densitas;
23. $tempcombine[$cnt][]=$tempc;
24. //teta
25. $tempc['id']=array('teta');
26. $tempc['value']=1-$densitas;
27. $tempcombine[$cnt][]=$tempc;
28. $text .="<br> Penyakit yang memungkinkan yaitu
    ".implode(',',$penyakit)." .";
29. $text .="<br> m".$cnt."{".implode(',',$penyakit)."} =
    ".$densitas;
30. $text .="<br> m".$cnt."{teta} = ".(1-$densitas);
31. if($cnt==1){
32. $tempid[]=$idpenyakit;
33. $tempid[]=array('teta');
34. $tempdens[]=$densitas;
35. $tempdens[]=1-$densitas; }
36. if($cnt>1){
37. $text.="<br> Hitungan kombinasi m".($cnt+1);
38. //hitung kombinasi
39. //temp kombinasi
40. $zzz = count($tempid);
41. for($itung=0;$itung<$zzz;$itung++){
42. for($itg=0;$itg<2;$itg++){
43. if(!in_array('teta',$tempcombine[$cnt][$itg]['id']) &&
    !in_array('teta',$tempid[$itung])){
44. $tempid[] =
    returnsame($tempid[$itung],$tempcombine[$cnt][$itg]['id
    ']);
45. $tttt[$cnt][] =
    returnsame($tempid[$itung],$tempcombine[$cnt][$itg]['id
```

```
    ']);
46. }else{
47. if(in_array('teta',$tempcombine[$cnt][$itg]['id'])){
48. $tempid[] = $tempid[$itung];
49. $tttt[$cnt][] = $tempid[$itung];
50. }else{
51. $tempid[] = $tempcombine[$cnt][$itg]['id'];
52. $tttt[$cnt][] = $tempcombine[$cnt][$itg]['id'];}}
53. $tempdens[] = $tempdens[$itung] *
    $tempcombine[$cnt][$itg]['value'];
54. $aaa[$cnt][] = $tempdens[$itung] *
    $tempcombine[$cnt][$itg]['value'];}  }
55. //rearray $tttt
56. foreach($tttt as $k=>$v){
57. foreach($v as $r){
58. sort($r);
59. $t[$k][implode(',',$r)]=$r;  }  }
60. $tttt = $t;
61. for($itung=0;$itung<$zzz;$itung++){
62. unset($tempid[$itung]);
63. unset($tempdens[$itung]);    }
64. $tempid=array_values($tempid);
65. $tempdens=array_values($tempdens);
66. //sorting
67. for($itung=0;$itung<count($tempid);$itung++){
68. sort($tempid[$itung]);   }
69. //group
70. for($itung=0;$itung<count($tempid);$itung++){
71. $tempo[implode(',',$tempid[$itung])][]=$tempdens[$itung
    ];    }
72. //rearrange array
73. foreach($tempo as $k=>$v){
74. $jumlah = 0;
75. $temporaryid [] = explode(',',$k);
76. foreach($v as $row){
77. $jumlah = $jumlah + $row;    }
78. $temporarydens [] = $jumlah ;
79. $zzzz[$cnt][] = $jumlah; }
80. $tempid = $temporaryid;
81. $tempdens = $temporarydens;
82. //get max densitas
83. $maxxx = 0;
84. $idp = 0;
85. foreach($tempdens as $k=>$r){
86. if($r>$maxxx)
87. {$maxxx=$r;
88. $idp=$k;}    }
89. //get teta
90. foreach($tempid as $k=>$v){
91. if(in_array('teta',$v)){
92. $idxteta = $k;} }
93. //hasil diagnosa penyakit
94. if($length == $key+1){
```

```
95. $idhasilpenyakit = $tempid[$idp];  }
96. //tabel kombinasi
97. $text.="<table cellpadding='0' id='tSortable_2'
    cellspacing='0' width='100%' class='table'>";
98. $text.= "<tr>";
99. $text.= "<td width='25%'> </td>";
100. $text.= "<td
    width='37%'>{".implode(',',$tempcombine[$cnt][0]['id'])
    ."}".$tempcombine[$cnt][0]['value']."</td>";
101. $text.= "<td
    width='37%'>{".implode(',',$tempcombine[$cnt][1]['id'])
    ."}".$tempcombine[$cnt][1]['value']."</td>";
102. $text.= "</tr>";
103. $text.= "<tr>";
104. $text.= "<td colspan='3'>";
105. $aaa[$cnt] = array_chunk($aaa[$cnt],2);
106. $xyz = 0;
107. $i = $j = 0;
108. $text.="<table cellpadding='0' id='tSortable_2'
    cellspacing='0' width='100%' class='table'>";
109. $text.= "<tr>";
110. $text.= "<td width='24.5%'>";
111. $text.="<table cellpadding='0' id='tSortable_2'
    cellspacing='0' width='100%' class='table'>";
112. if($cnt>2){
113. foreach($tttt[$cnt-1] as $y=>$r){
114. $text.= "<tr>";
115. $text.="<td>{".$y."}".$zzzz[$cnt-1][$xyz]."</td>";
116. $text.= "</tr>";
117. $xyz++;  }
118. }else{
119. foreach($tempcombine[$cnt-1] as $g){
120. $text.= "<tr>";
121. $text.="<td>{".implode(',',$g['id'])."}".$g['value']."<
    /td>";
122. $text.= "</tr>";}}
123. $text.= "</table>";
124. $text.= "</td>";
125. $text.= "<td colspan='2'>";
126. $text.="<table cellpadding='0' id='tSortable_2'
    cellspacing='0' width='100%' class='table'>";
127. foreach($aaa[$cnt] as $x){
128. $text.= "<tr>";
129. foreach($x as $k=>$v){
130. $text.="<td width='37%'>".$v."</td>";  }
131. $text.= "</tr>"; }
132. $text.="</table>";
133. $text.= "</td>";
134. $text.= "</tr>";
135. $text.= "</table>";
136. $text.= "</td>";
137. $text.= "</tr>";
138. $text.= "</table>";
```

```
139. $text .="<br>
     m".($cnt+1)."{".implode(',',$tempid[$idp])."} =
     ".$maxxx;
140. $text .="<br> m".($cnt+1)."{teta} =
     ".$tempdens[$idxteta];  }
141. $penyakit = array();
142. $idpenyakit = array();
143. $tempteta = $temporaryid = $temporarydens = $tempo =
     array();
144. $densitas = 0;
145. $cnt++; }
146. $idhasilpenyakit =
     "'".implode("','",$idhasilpenyakit)."'";
147. $que = mysql_query("select * from penyakit where
     idpenyakit in (".$idhasilpenyakit.")");
148. while($row = mysql_fetch_array($que)){
149. $nmpeny [] = $row['nama'];    }
150. $text .= "<br><br> Hasil diagnosa mendekati penyakit
     ".implode(',',$nmpeny);
```

Sourcecode 4.2 Implementasi Perhitungan Lebih Dari 1 Gejala Penyakit

Penjelasan *Sourcecode* 4.2 implementasi perhitungan lebih dari 1 gejala, yaitu :

1) Baris 1 –7 adalah mengambil data gejala dari form identifikasi pada antarmuka dan dihitung jumlahnya.
2) Baris 8 – 19 adalah mengelompokkan data hama penyakit sesuai gejala yang didapat dari form identifikasi dalam suatu himpunan data.
3) Baris 20 – 23 adalah mengambil nilai densitas gejala penyakit dari penyakit yang sudah dikelompokkan sebelumnya.
4) Baris 25 – 35 adalah menghitung nilai teta penyakit.
5) Baris 36 – 92 adalah perhitungan tabel kombinasi penyakit pada dempster-shafer.
6) Baris 93 – 150 adalah hasil kesimpulan diagnosa.

4.3.3 Implementasi Antarmuka

Antarmuka aplikasi sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas ini digunkan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat lunak yang dibangun.Pada implementasi antarmuka perangkat lunak ini terdiri dari halaman-halaman pada sistem yang telah dibangun berdasarkan rancangan antarmuka pada subbab 3.5. Berikut ini merupakan tampilan dari implementasi antarmuka sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

4.3.3.1 *Implementasi Antarmuka Halaman Login*

Halaman login merupaka halaman yang disediakan oleh sistem untuk pengguna, pakar dan *knowledge engineer*/admin. Pengguna dapat memulai proses login dengan cara memasukkan *username* dan *password* ke dalam *field* yang tersedia pada halaman login. Setelah *username* dan *password* dimasukan, maka sistem

akan melakukan verivikasi apakah *username* dan *password* tersebut sesuai dengan data yang tersimpan dalam database sistem. Implementasi antarmuka halaman login terdapat pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Implementasi Antarmuka Halaman *Login*

4.3.3.2 *Implementasi Antarmuka Halaman Registrasi*

Halaman registrasi merupakan halaman yang disediakan bagi pengguna yang ingin melakukan pendaftaran ke dalam sistem, karena syarat utama untuk melakukan identifikasi adalah pengguna harus terdaftar terlebih dahulu ke dalam sistem. Pada halaman ini pengguna diminta untuk mengisikan data registrasi yang terdiri dari username, email, danpassword. Implementasi antarmuka halaman registrasi terdapat pada Gambar 4.5.

Gambar 4.5 Implementasi Antarmuka Halaman Registrasi

4.3.3.3 *Implementasi Antarmuka Halaman Identifikasi*

Halaman identifikasi merupakan halaman yang digunakan untuk mendapatkan hasil identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Pada halaman ini *user* akan memasukan fakta gejala yang menyerang tanaman kapas. Hasil masukan *user* ini akan digunakan sebagai perhitungan untuk menghasilkan identifikasi hama atau penyakit yang menyerang tanaman kapas tersebut. Selain itu hasil yang keluar adalah solusi penanganan hama atau penyakit yang menyerang tanaman kapas. Halaman ini dapat di akses oleh pengguna, pakar, dan *knowledge engineer/* admin. Implementasi antarmuka halaman identifikasi terdapat pada gambar 4.6.

Gambar 4.6 Implementasi Antarmuka Halaman Identifikasi

4.3.3.4 *Implementasi Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit*

Halaman data hama penyakit merupakan halaman yang dapat diakses oleh pakar dan admin/*knowledge engineer*. Pada halaman ini pakar dan admin/*knowledge engineer* dapat melakukan pengolahan data hama penyakit berupa tambah, ubah, dan hapus. Halaman ini juga dapat menampilkan data hama penyakit sesuai dengan data yang telah diinputkan sebelumnya yang tersimpan dalam *database.* Implementasi antarmuka halaman data hama penyakit ditunjukkan pada Gambar 4.7.

Gambar 4.7 Implementasi Antarmuka Halaman Data Hama Penyakit

4.3.3.5 *Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Hama Penyakit*

Halaman ubah data hama penyakit ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data hama penyakit tanaman kapas yang pernah diinputkan pada sistem. Pada halaman data hama penyakit pengguna dapat mengubah nomor id hama penyakit, nama hama penyakit, keterangan hama penyakit, gambar hama penyakit serta solusi. Implementasi antarmuka halaman ubah data hama penyakit ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Gambar 4.8 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Hama Penyakit

4.3.3.6 *Implementasi Antarmuka Halaman Info Penyakit*

Halaman Info hama penyakit ini berisi tentang informasi mengenai nama hama penyakit, keterangan hama penyakit, solusi dan gambar hama penyakit. Implementasi antarmuka halaman info hama penyakit ditunjukkan pada Gambar 4.9.

Gambar 4.9 Implementasi Antarmuka Halaman Info Penyakit

4.3.3.7 *Implementasi Antarmuka Halaman Data Gejala*

Halaman data gejala merupakan halaman yang dapat diakses oleh pakar dan admin/*knowledge engineer*. Pada halaman ini pakar dan admin/*knowledge engineer* dapat melakukan pengolahan data gejala berupa tambah, ubah, dan hapus. Halaman ini akan menampilkan data gejala sesuai dengan data yang tersimpan dalam *database.* Implementasi antarmuka halaman data gejala terdapat pada Gambar 4.10.

Gambar 4.10 Implementasi Antarmuka Halaman Data Gejala

4.3.3.8 *Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Gejala*

Halaman ubah data aturan ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data gejala yang pernah diinputkan pada sistem. Implementasi antarmuka halaman ubah data gejala ditunjukkan pada Gambar 4.11.

Gambar 4.11 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Gejala

4.3.3.9 *Implementasi Antarmuka Halaman Data Aturan*

Halaman data aturan merupakan halaman untuk memberikan aturan basis pengetahuan gejala dan penyakit beserta nilai densitasnya sebagai dasar dari nilai perhitungan diagnosa. Implementasi antarmuka halaman data aturan ditunjukkan pada Gambar 4.12.

Gambar 4.12 Implementasi Antarmuka Halaman Data Aturan

4.3.3.10 *Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Aturan*

Halaman ubah data aturan ini digunakan oleh pakar atau *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data aturan yang pernah diinputkan pada sistem. Implementasi antarmuka halaman ubah data aturan ditunjukkan pada Gambar 4.13.

Gambar 4.13 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data Aturan

4.3.3.11 *Implementasi Antarmuka Halaman About*

Halaman *about* merupakan halaman yang berisi informasi dan profil singkat tentang sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Implementasi antarmuka halaman *about* ditunjukkan pada Gambar 4.14.

Gambar 4.14 Implementasi Antarmuka Halaman *About*

4.3.3.12 *Implementasi Antarmuka Halaman Bantuan*

Halaman bantuan merupakan halaman yang berisi informasi tentang cara penggunaan dari sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas. Implementasi antarmuka halaman *about* ditunjukkan pada Gambar 4.15.

Gambar 4.15 Implementasi Antarmuka Halaman Bantuan

4.3.3.13 *Implementasi Antarmuka Halaman History Identifikasi*

Halaman *history* identifikasi merupakan halaman yang dapat diakses oleh pakar. Halaman *history* identifikasi ini dapat menampilkan rekap hasil identifikasi yang pernah dilakukan uleh *user*. Implementasi antarmuka halaman *history* identifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.16.

Gambar 4.16 Implementasi Antarmuka Halaman *History* Identifikasi

4.3.3.14 *Implementasi Antarmuka Halaman Master Data User*

Halaman master data *user* merupakan halaman yang dapat diakses oleh admin/*knowledge engineer*. Pada halaman ini admin/*knowledge engineer* dapat melakukan pengolahan data *user* berupa tambah, ubah, dan hapus. Halaman ini akan menampilkan data *user* sesuai dengan data yang tersimpan dalam *database.* Implementasi antarmuka halaman master data *user* ditunjukkan pada Gambar 4.17.

Gambar 4.17 Implementasi Antarmuka Halaman Master Data *User*

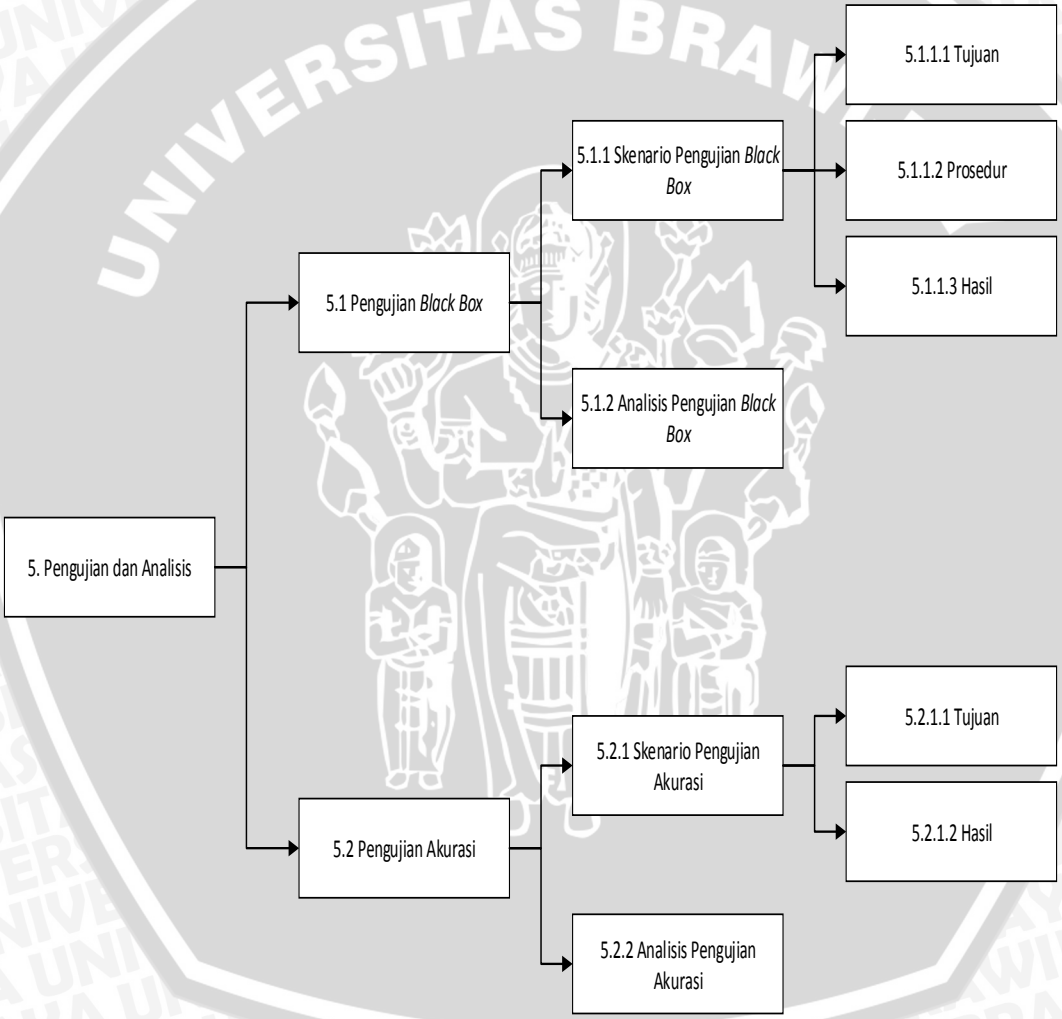
4.3.3.15 *Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data User*

Halaman ubah data *user* ini digunakan oleh *knowledge engineer*/admin untuk dapat melakukan proses mengubah data *user* yang pernah tersiman pada sistem. Implementasi antarmuka halaman ubah data *user* ditunjukkan pada Gambar 4.18.

Gambar 4.18 Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Data *User*

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini membahas mengenai proses pengujian dan analisis sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas menggunakan metode *Dempster Shafer*. Proses pengujian dilakukan melalui dua tahapan pengujian, yaitu pengujian *Blackbox* dan pengujian akurasi. Pengujian *Blackbox* digunakan untuk menguji apakah sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari keluaran sistem hasil deteksi dari pakar. Diagram alir proses pengujian dan analisis ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pohon Pengujian dan Analisa

5.1 Pengujian *Black Box*

Pada Bagian ini akan dijelaskan tentang skenario pengujian *black box* berdasarkan daftar kebutuhan sistem yang telah dirancang pada subbab 3.4.

pengujian *black box* adalah pengujian yang dilakukan terhadap sistem untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun telah sesuai dengan daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Pada setiap kebutuhan dilakukan proses pengujian dengan kasus uji masing-masing untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan dengan kinerja sistem pakar

5.1.1 Skenario Pengujian *Black Box*

Sub bab berikut akan menjelaskan tentang tujuan, prosedur serta hasil akhir yang didapatkan dari skenario pengujian *blackbox.*

5.1.1.1 *Tujuan*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Kesuksesan pengujian ditunjukkan dengan sesuainya hasil yang diharapkan dan hasil yang didapatkan dari sistem.

5.1.1.2 *Prosedur*

Prosedur pengujian *blackbox* dilakukan dengan cara membuat kasus uji pengetahuan untuk setiap daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan Tabel pada sub bab 3.4.2. Berdasarkan daftar kebutuhan yang ditunjukkan Tabel pada sub bab 3.4.2 terdapat 24 daftar kebutuhan sistem yang nantinya akan diuji. Setiap kasus uji daftar kebutuhan sistem akan berisi tentang nama kasus uji yang dilakukan, tujuan pengujian, prosedur pengujian, dan hasil yang diharapkan. Adapun kasus uji yang digunakan untuk pengujian fungsionalitas adalah sebagai berikut:

a. Kasus Uji *Login*

Kasus uji *Login* menjelaskan tentang pengujian *blackbox* proses *Login* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses *Login*

Nama Kasus Uji	Kasus Uji *Login*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menerima *input* pengguna berupa *username* dan *password* dengan tujuan agar *user* dapat masuk dan menggunakan sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas sesuai dengan hak akses yang diberikan.
Prosedur Uji	1. Pengguna masuk ke halaman utama sistem 2. *User* mengisi *username* yang telah didaftarkan, dan *password* ke dalam

	kolom yang telah disediakan 3. *User* menekan tombol *login*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat mengakses *database* sistem 2. Sistem melakukan pemeriksaan data *login* yang telah dimasukan oleh *user*. 3. Sistem menampilkan pesan peringatan ketika data *login* yang dimasukan tidak sesuai dengan data *login* yang tersimpan dalam *database* sistem 4. Sistem menampilkan halaman utama sesuai dengan hak akses masing-masing *user* ketika data *login* sesuai dengan data pada *database*

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses *Login* ditunjukkan pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Skenario Pengujian *Blackbox* Proses *Login*

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Mengosongkan semua *field* atau salah satu *field* kemudian menekan tombol 'Login'	Username: - Password: -	Sistem akan menolak akses *login* dan menampilkan peringatan.	Sistem akan menolak akses *login* dan menampilkan peringatan.	Sukses
2.	Memasukan dengan salah satu data yang benar dan salah satu data salah kemudian menekan tombol 'Login'	Email: (benar) Password: (salah)	Sistem akan menolak akses *login* dan menampilkan peringatan.	Sistem akan menolak akses *login* dan menampilkan peringatan.	Sukses
3.	Memasukan dengan data yang benar lalu menekan tombol 'Login'	Username: (benar) Password: (benar)	Sistem akan menerima akses *login* dan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna.	Sistem akan menerima akses *login* dan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna.	Sukses

b. Kasus Uji Registrasi Pengguna

Kasus uji registrasimenjelaskan tentang pengujian *blackbox* proses registrasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Registrasi Pengguna

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Registrasi Pengguna
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat melakukan registrasi pengguna baru.
Prosedur Uji	1. Pengguna berada pada halaman utama 2. Pengguna menekan tombol registrasi 3. Pengguna mengisi *username, username*, *password, re-type password* dan nama ke dalam kolom yang telah disediakan 4. Pengguna menekan tombol *confirm*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem menyimpan data registrasi ke dalam *database* sistem 2. Sistem dapat menampilkan pesan peringatan ketika data registrasi yang dimasukan tidak sesuai dengan ketentuan.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses Registrasi Pengguna ditunjukkan pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Skenario Pengujian blackbox Proses Registrasi Pengguna

No	**Skenario Pengujian**	**Test Case**	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengujian**	**Kesimpulan**
1.	Mengosongkan seluruh *field* data diri lalu menekan tombol *confirm*.	Username: - Password: - Re-password: - Nama : -	Sistem akan menolak akses registrasidan memberi peringatan.	Sistem akan menolak akses registrasidan memberi peringatan.	Sukses
2.	Memasukan data registrasi tidak lengkap, lalu menekan tombol *confirm*.	Username: (isi) Password: (kosong) Re-password:	Sistem akan menolak akses registrasidan memberi peringatan.	Sistem akan menolak akses registrasidan memberi peringatan.	Sukses

		(kosong) Nama : (isi)			
3.	Memasukkan data registrasi lengkap, namun isi dari *field password* dan *field re-type password* berbeda	Username: (isi) Email: (isi) Password: (isi) Re-password: (salah) Nama : (isi)	Sistem akan menolak akses registrasidan memberi peringatan "*Re-type password* harus sama dengan *password*"	Sistem akan menolak akses registrasidan memberi peringatan "*Re-type password* harus sama dengan *password*"	Sukses
4.	Memasukkan data registrasi lengkap, lalu menekan tombol *confirm*.	Username: (isi) Email: (isi) Password: (isi) Re-password: (isi) Nama : (isi)	Sistem akan menerima *input* pengguna dan menampilkan tanda peringatan "registrasi berhasil"	Sistem akan menerima *input* pengguna dan menampilkan tanda peringatan "registrasi berhasil"	Sukses

c. Kasus Uji Menampilkan Master Data *User*

Kasus uji menampilkan master data *user* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan halaman master data *user* yang ditunjukkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Master Data *User*

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Master Data *User*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman master data *user* untuk admin/*knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai admin/*knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan halaman

	master data *user* pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan halaman master data *user* ditunjukkan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Master Data *User*

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman home dan *login* sebagai admin/ *knowledge engineer*	*Login* sebagai admin/ *knowledge engineer*	Sistem dapat mengarahkan admin/ *knowledge enginer* setelah *login* menuju halaman master data *user* dan menampilkan halaman master data *user*	Sistem dapat mengarahkan admin/ *knowledge enginer* setelah *login* menuju halaman master data *user* dan menampilkan halaman master data *user*	Sukses
2	*User* dengan hak akses admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu master *user*	Sistem dapat menampilkan halaman master data *user*	Sistem dapat menampilkan halaman master data *user*	Sukses

d. Kasus Uji Tambah Data *User*

Kasus uji prosess tambah data *user* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses tambah data *user* yang ditunjukkan pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data *User*

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data *User*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa admin/*knowledge engineer* dapat memasukkan data *user* dan sistem dapat menyimpan data masukan kedalam *database* sistem.
Prosedur Uji	1. *User* melakukan *login* dengan hak akses sebagai admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu master *user*. 3. *User* memasukkan data *user* baru. 4. *User* menekan tombol simpan data.

Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan *form* tambah data *user*. 2. Sistem dapat menampilkan data *user* yang tersimpan dalam *database* sistem.

Tabel 5.8 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji tambah data *user*.

Tabel 5.8 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data *User*

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu master *user*	Sistem menampilkan *form* tambah data *user.*	Sistem menampilkan *form* tambah data *user.*	Sukses
2.	*User* mengisi *form* tambah data *user*	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sukses

e. Kasus Uji Menampilkan Daftar *User*

Kasus uji menampilkan daftar *user* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan daftar *user* yang telah tersimpan pada *database* sistem. Penjelasan kasus uji proses menampilkan daftar *user* ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar *User*

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Daftar *User*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman master data *user* untuk admin/*knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai admin/*knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan daftar *user* yang telah tersimpan di *database* pada halaman master data *user* pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan daftar *user* ditunjukkan pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar *User*

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	*User* dengan hak akses admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu master *user*	Sistem dapat menampilkan daftar *user* pada halaman master *user*	Sistem dapat menampilkan daftar *user* pada halaman master *user*	Sukses

f. Kasus Uji Ubah Data *User*

Kasus uji ubah data *user* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses ubah data *user* yang ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data User

Nama Kasus Uji	Kasus Uji *Ubah* Data *User*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa admin/*knowledge engineer* dapat mengubah data *user* yang telah tersimpan dalam *database* dan sistem dapat menyimpan perubahan data masukkan tersebut.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu master *user*. 3. *User* menekan tombol *ubah* pada daftar data *user* yang ingin diubah. 4. *User* memasukkan data pada form data *user* yang akan diubah. 5. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan data *user* yang akan dirubah. 2. Sistem dapat menyimpan perubahan data baru yang telah dilakukan oleh admin/ *knowledge engineer*.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses ubah data *user* ditunjukkan pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data User

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di ubah pada halaman master data *user*	Menekan tombol ubah	Sistem menampilkan halaman form data *user* yang akan diubah	Sistem menampilkan halaman form data *user* yang akan diubah	Sukses
2.	*User* menyimpan data yang telah diubah	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sukses

g. Kasus Uji Hapus Data *User*

Kasus uji proses hapus data *user* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses hapus data *user* yang ditunjukkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data User

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data *User*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* admin/*knowledge engineer* dapat menghapus data *user* dan sistem dapat menghapus data dari *database*.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu master *user*. 3. *User* menekan tombol hapus pada daftar data *user* yang ingin dihapus.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menghapus data *user* yang dipilih dari *database* sistem.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses hapus data *user* ditunjukkan pada tabel 5.14.

Tabel 5.14 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data User

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di hapus pada halaman master data *user*	Menekan tombol hapus	Sistem dapat menghapus data *user* yang ada dalam *database.*	Sistem dapat menghapus data *user* yang ada dalam *database.*	Sukses

h. Kasus Uji Menampilkan Halaman Data Hama Penyakit

Kasus uji menampilkan halaman data hama penyakit menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan halaman data hama penyakit yang ditunjukkan pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Halaman Data Hama Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Halaman Data Hama Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman data hama penyakit untuk *user* pakar dan admin/*knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai pakar atau admin/*knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan halaman data hama penyakit pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan halaman data hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.16.

Tabel 5.16 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Data Hama Penyakit

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada	*Login* sebagai	Sistem dapat mengarahkan	Sistem dapat mengarahkan	Sukses

	dihalaman home dan *login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*	pakar atau admin/ *knowledge engineer*	*user* pakar atau admin/ *knowledge enginer* setelah *login* menuju halaman data hama penyakit dan menampilkan halaman data hama penyakit	*user* pakar atau admin/ *knowledge enginer* setelah *login* menuju halaman data hama penyakit dan menampilkan halaman data hama penyakit	
2	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data hama penyakit	Sistem dapat menampilkan halaman data hama penyakit	Sistem dapat menampilkan halaman data hama penyakit	Sukses

i. Kasus Uji Tambah Data Hama Penyakit

Kasus uji proses tambah data hama penyakit menjelaskan tentang pengujian *black box* proses tambah data hama penyakit yang ditunjukkan pada Tabel 5.17

Tabel 5.17 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data Hama Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Hama Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* pakar atau admin/*knowledge engineer* dapat memasukkan data hama penyakit dan sistem dapat menyimpan data masukan kedalam *database* sistem.
Prosedur Uji	1. *User* melakukan *login* dengan hak akses sebagai pakar atau admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data hama penyakit. 3. *User* memasukkan data hama penyakit baru. 4. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan *form* tambah data hama penyakit. 2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit yang tersimpan dalam *database* sistem.

Tabel 5.18 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji tambah data hama penyakit.

Tabel 5.18 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data Hama Penyakit

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data hama penyakit	Sistem menampilkan *form* tambah data hama penyakit.	Sistem menampilkan *form* tambah data hama penyakit.	Sukses
2.	*User* mengisi *form* tambah data hama penyakit	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data hama penyakit yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data hama penyakit yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sukses

j. Kasus Uji Menampilkan Daftar Hama Penyakit

Kasus uji menampilkan daftar hama penyakit menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan daftar hama penyakit yang telah tersimpan pada *database* sistem. Penjelasan kasus uji proses menampilkan daftar hama penyakit ditunjukkan pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar Hama Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Daftar Hama Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman data hama penyakit untuk *user* pakar atau admin/*knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	2. Sistem dapat menampilkan daftar data hama penyakit yang telah tersimpan di *database* pada halaman data hama penyakit pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan daftar data hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.20.

Tabel 5.20 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar *Hama Penyakit*

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data hama penyakit	Sistem dapat menampilkan daftar hama penyakit pada halaman data hama penyakit	Sistem dapat menampilkan daftar hama penyakit pada halaman data hama penyakit	Sukses

k. Kasus Uji Ubah Data Hama Penyakit

Kasus uji ubah data hama penyakit menjelaskan tentang pengujian *black box* proses ubah data hama penyakit yang ditunjukkan pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data Hama Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji *Ubah* Data Hama Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* pakar atau admin/*knowledge engineer* dapat mengubah data hama penyakit yang telah tersimpan dalam *database* dan sistem dapat menyimpan perubahan data masukkan tersebut.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data hama penyakit. 3. *User* menekan tombol *ubah* pada daftar data hama penyakit yang ingin diubah. 4. *User* memasukkan data pada form data hama penyakit yang akan diubah. 5. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit yang akan dirubah. 3. Sistem dapat menyimpan perubahan data baru yang telah dilakukan oleh pakar atau admin/ *knowledge engineer*.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses ubah data hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.22.

Tabel 5.22 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data Hama Penyakit

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di ubah pada halaman data hama penyakit	Menekan tombol ubah	Sistem menampilkan halaman form data hama penyakit yang akan diubah	Sistem menampilkan halaman form data hama penyakit yang akan diubah	Sukses
2.	*User* menyimpan data yang telah diubah	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sukses

l. Kasus Uji Hapus Data *Hama Penyakit*

Kasus uji proses hapus data hama penyakit menjelaskan tentang pengujian *black box* proses hapus data hama penyakit yang ditunjukkan pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data Hama Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Hama Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user pakar* atau admin/*knowledge engineer* dapat menghapus data hama penyakit dan sistem dapat menghapus data dari *database*.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data hama penyakit. 3. *User* menekan tombol hapus pada daftar data hama penyakit yang ingin dihapus.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menghapus data hama penyakit yang dipilih dari *database* sistem.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses hapus data hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.24.

Tabel 5.24 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data Hama Penyakit

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di hapus pada halaman data hama penyakit	Menekan tombol hapus	Sistem dapat menghapus data hama penyakit yang ada dalam *database.*	Sistem dapat menghapus data hama penyakit yang ada dalam *database.*	Sukses

m. Kasus Uji Menampilkan Halaman Data Gejala

Kasus uji menampilkan halaman data gejala menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan halaman data gejala yang ditunjukkan pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Halaman Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Halaman Data Gejala
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman data gejala untuk *user* pakar dan admin/ *knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan halaman data gejala pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan halaman data gejala ditunjukkan pada tabel 5.26.

Tabel 5.26 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman	*Login* sebagai pakar atau	Sistem dapat mengarahkan *user* pakar atau	Sistem dapat mengarahkan *user* pakar atau	Sukses

	home dan *login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*	admin/ *knowledge engineer*	admin/ *knowledge enginer* setelah *login* menuju halaman data gejala dan menampilkan halaman data gejala	admin/ *knowledge enginer* setelah *login* menuju halaman data gejala dan menampilkan halaman data gejala	
2	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data gejala	Sistem dapat menampilkan halaman data gejala	Sistem dapat menampilkan halaman data gejala	Sukses

n. Kasus Uji Tambah Data Gejala

Kasus uji proses tambah data gejala menjelaskan tentang pengujian *black box* proses tambah data gejala yang ditunjukkan pada Tabel 5.27

Tabel 5.27 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Gejala
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* pakar atau admin/*knowledge engineer* dapat memasukkan data gejala dan sistem dapat menyimpan data masukan kedalam *database* sistem.
Prosedur Uji	1. *User* melakukan *login* dengan hak akses sebagai pakar atau admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data gejala. 3. *User* memasukkan data gejala baru. 4. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan *form* tambah data gejala. 2. Sistem dapat menampilkan data gejala yang tersimpan dalam *database* sistem.

Tabel 5.28 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji tambah data gejala.

Tabel 5.28 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data gejala	Sistem menampilkan *form* tambah data gejala.	Sistem menampilkan *form* tambah data gejala.	Sukses
2.	*User* mengisi *form* tambah data gejala	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data gejala yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data data gejala yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sukses

o. Kasus Uji Menampilkan Daftar Gejala

Kasus uji menampilkan daftar gejala menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan daftar data gejala yang telah tersimpan pada *database* sistem. Penjelasan kasus uji proses menampilkan daftar gejala ditunjukkan pada Tabel 5.29.

Tabel 5.29 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Daftar Gejala
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman data gejala untuk *user* pakar atau admin/*knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan daftar data gejala yang telah tersimpan di *database* pada halaman data gejala pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan daftar data gejala ditunjukkan pada tabel 5.30.

Tabel 5.30 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data gejala	Sistem dapat menampilkan daftar data gejala pada halaman data gejala	Sistem dapat menampilkan daftar data gejala pada halaman data gejala	Sukses

p. Kasus Uji Ubah Data Gejala

Kasus uji ubah data gejala menjelaskan tentang pengujian *black box* proses ubah data gejala yang ditunjukkan pada Tabel 5.31.

Tabel 5.31 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji *Ubah* Data Hama Gejala
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* pakar atau admin/*knowledge engineer* dapat mengubah data gejala yang telah tersimpan dalam *database* dan sistem dapat menyimpan perubahan data masukkan tersebut.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data gejala. 3. *User* menekan tombol *ubah* pada daftar data gejala yang ingin diubah. 4. *User* memasukkan data pada form data gejala yang akan diubah. 5. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan data gejala yang akan dirubah. 2. Sistem dapat menyimpan perubahan data baru yang telah dilakukan oleh pakar atau admin/ *knowledge engineer*.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses ubah data gejala ditunjukkan pada tabel 5.32.

Tabel 5.32 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di ubah pada halaman data gejala	Menekan tombol ubah	Sistem menampilkan halaman form data gejala yang akan diubah	Sistem menampilkan halaman form data gejala yang akan diubah	Sukses
2.	*User* menyimpan data yang telah diubah	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sukses

q. Kasus Uji Hapus Data Gejala

Kasus uji proses hapus data gejala menjelaskan tentang pengujian *black box* proses hapus data gejala yang ditunjukkan pada Tabel 5.33.

Tabel 5.33 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Gejala
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user pakar* atau admin/*knowledge engineer* dapat menghapus data gejala dan sistem dapat menghapus data dari *database*.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data gejala. 3. *User* menekan tombol hapus pada daftar data gejala yang ingin dihapus.
Hasil yang diharapkan	2. Sistem dapat menghapus data gejala ang dipilih dari *database* sistem.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses hapus data gejala ditunjukkan pada tabel 5.34.

Tabel 5.34 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di hapus pada halaman data gejala	Menekan tombol hapus	Sistem dapat menghapus data gejala yang ada dalam *database.*	Sistem dapat menghapus data gejala yang ada dalam *database.*	Sukses

r. Kasus Uji Menampilkan Halaman Data Aturan

Kasus uji menampilkan halaman data aturan menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan halaman data aturan yang ditunjukkan pada Tabel 5.35.

Tabel 5.35 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Halaman Data Aturan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Halaman Data Aturan
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman data aturan untuk *user* pakar dan admin/ *knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan halaman data aturan pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan halaman data aturan ditunjukkan pada tabel 5.36.

Tabel 5.36 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Data Aturan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman home dan *login* sebagai	*Login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge*	Sistem dapat mengarahkan *user* pakar atau admin/ *knowledge enginer* setelah	Sistem dapat mengarahkan *user* pakar atau admin/ *knowledge enginer* setelah	Sukses

	pakar atau admin/ *knowledge engineer*	*engineer*	*login* menuju halaman data aturan dan menampilkan halaman data aturan	*login* menuju halaman data aturan dan menampilkan halaman data aturan	
2	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data aturan	Sistem dapat menampilkan halaman data aturan	Sistem dapat menampilkan halaman data aturan	Sukses

s. Kasus Uji Tambah Data Aturan

Kasus uji proses tambah data aturan menjelaskan tentang pengujian *black box* proses tambah data aturan yang ditunjukkan pada Tabel 5.37

Tabel 5.37 Penjelasan Kasus Uji Proses Tambah Data Aturan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Aturan
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* pakar atau admin/*knowledge engineer* dapat memasukkan data aturan dan sistem dapat menyimpan data masukan kedalam *database* sistem.
Prosedur Uji	1. *User* melakukan *login* dengan hak akses sebagai pakar atau admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data aturan. 3. *User* memasukkan data aturan baru. 4. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan *form* tambah data aturan. 2. Sistem dapat menampilkan data aturan yang tersimpan dalam *database* sistem.

Tabel 5.38 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji tambah data aturan.

Tabel 5.38 Skenario Pengujian Blackbox Proses Tambah Data Aturan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan

1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data aturan	Sistem menampilkan *form* tambah data aturan.	Sistem menampilkan *form* tambah data aturan.	Sukses
2.	*User* mengisi *form* tambah data aturan	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data aturan yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data aturan yang dimasukkan *user* ke dalam *database*.	Sukses

t. Kasus Uji Menampilkan Daftar Aturan

Kasus uji menampilkan daftar aturan menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan daftar data aturan yang telah tersimpan pada *database* sistem. Penjelasan kasus uji proses menampilkan daftar aturan ditunjukkan pada Tabel 5.39.

Tabel 5.39 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Daftar Aturan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Daftar Aturan
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman data aturan untuk *user* pakar atau admin/*knowledge engineer*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User login* sebagai pakar atau admin/ *knowledge engineer*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan daftar data gejala yang telah tersimpan di *database* pada halaman data aturan pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses menampilkan daftar data aturan ditunjukkan pada tabel 5.40.

Tabel 5.40 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Daftar Aturan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer*	Menekan tombol menu data aturan	Sistem dapat menampilkan daftar data aturan pada halaman data aturan	Sistem dapat menampilkan daftar data aturan pada halaman data aturan	Sukses

u. Kasus Uji Ubah Data Aturan

Kasus uji ubah data aturan menjelaskan tentang pengujian *black box* proses ubah data aturan yang ditunjukkan pada Tabel 5.41.

Tabel 5.41 Penjelasan Kasus Uji Proses Ubah Data Aturan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji *Ubah* Data Hama Aturan
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* pakar atau admin/*knowledge engineer* dapat mengubah data aturan yang telah tersimpan dalam *database* dan sistem dapat menyimpan perubahan data masukkan tersebut.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data aturan. 3. *User* menekan tombol *ubah* pada daftar data aturan yang ingin diubah. 4. *User* memasukkan data pada form data aturan yang akan diubah. 5. *User* menekan tombol simpan data.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan data aturan yang akan dirubah. 2. Sistem dapat menyimpan perubahan data baru yang telah dilakukan oleh pakar atau admin/ *knowledge engineer*.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses ubah data aturan ditunjukkan pada tabel 5.42.

Tabel 5.42 Skenario Pengujian Blackbox Proses Ubah Data Aturan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di ubah pada halaman data aturan	Menekan tombol ubah	Sistem menampilkan halaman form data aturan yang akan diubah	Sistem menampilkan halaman form data aturan yang akan diubah	Sukses
2.	*User* menyimpan data yang telah diubah	Menekan tombol simpan data	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sistem akan menyimpan data yang telah diubah ke dalam *database*.	Sukses

v. Kasus Uji Hapus Data Aturan

Kasus uji proses hapus data aturan menjelaskan tentang pengujian *black box* proses hapus data aturan yang ditunjukkan pada Tabel 5.43.

Tabel 5.43 Penjelasan Kasus Uji Proses Hapus Data Aturan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Aturan
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user pakar* atau admin/*knowledge engineer* dapat menghapus data aturan dan sistem dapat menghapus data dari *database*.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau admin/*knowledge engineer.* 2. *User* menekan tombol menu data aturan. 3. *User* menekan tombol hapus pada daftar data aturan yang ingin dihapus.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menghapus data aturan yang dipilih dari *database* sistem.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses hapus data aturan ditunjukkan pada tabel 5.44.

Tabel 5.44 Skenario Pengujian Blackbox Proses Hapus Data Aturan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau admin/ *knowledge engineer* memilih data yang ingin di hapus pada halaman data aturan	Menekan tombol hapus	Sistem dapat menghapus data aturan yang ada dalam *database.*	Sistem dapat menghapus data aturan yang ada dalam *database.*	Sukses

w. Kasus Uji Identifikasi

Kasus uji proses identifikasi menjelaskan tentang pengujian *black box* proses identifikasi hama penyakit tanaman kapas yang ditunjukkan pada Tabel 5.45.

Tabel 5.45 Penjelasan Kasus Uji Proses Identifikasi

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Identifikasi
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user pakar* dan pengguna dapat menghapus data aturan dan sistem dapat melakukan proses identifikasi hama penyakit tanaman kapas.
Prosedur Uji	1. *User* dengan hak akses pakar atau pengguna. 2. *User* menekan tombol menu identifikasi. 3. *User* memilih fakta gejala tanaman kapas dan menambahkan ke dalam *List box*. 4. *User* menekan tombol Identifikasi.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat melakukan pemeriksaan data gejala yang diinputkan oleh *user* dengan data yang ada pada basis data. 2. Sistem mengambil data-data dari basis data yang dibutuhkan untuk proses perhitungan. 3. Sistem melakukan proses perhitungan menggunakan metode *dempster shafer* dan menampilkan proses perhitungan manualnya. 4. Sistem dapat menampilkan hasil

	identifikasi beserta solusi dari hama penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox untuk kasus uji* proses identifikasi ditunjukkan pada tabel 5.46.

Tabel 5.*4*6 Skenario Pengujian Blackbox Proses Identifikasi

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* dengan hak akses pakar atau pengguna memilih fakta gejala dan menambahkan pada *List box*	Menekan tombol tambah (+)	Sistem dapat menampilkan fakta gejala yang dipilih oleh *user* pada *List box*	Sistem dapat menampilkan fakta gejala yang dipilih oleh *user* pada *List box*	Sukses
2	*User* melakukan proses identifikasi	Menekan tombol identifikasi	Sistem dapat melakukan identifikasi dan menampilkan hasil identifikasi hama penyakit tanaman kapas beserta perhitungan manual menggunakan metode *dempster shafer*	Sistem dapat melakukan identifikasi dan menampilkan hasil identifikasi hama penyakit tanaman kapas beserta perhitungan manual menggunakan metode *dempster shafer*	Sukses

x. Kasus Uji Menampilkan Info Hama Penyakit

Kasus uji menampilkan info hama penyakit menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan info hama penyakit yang ditunjukkan pada Tabel 5.47.

Tabel 5.47 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Info Hama Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Info Hama Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan info hama

	penyakit untuk semua *user*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User* menekan tombol menu info hama penyakit
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan info hama penyakit pada sistem identifikasi hama penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji proses menampilkan info hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.48.

Tabel 5.48 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Info Hama Penyakit

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman home dan memilih menu info hama penyakit.	Memilih tombol info hama penyakit.	Sistem dapat menampilkan info hama penyakit yang telah tersimpan pada *database* sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sistem dapat menampilkan info hama penyakit yang telah tersimpan pada *database* sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sukses

y. Kasus Uji Proses *Logout*

Kasus uji proses *logout* menjelaskan tentang pengujian *blackbox* proses *logout* yang ditunjukkan pada Tabel 5.49.

Tabel 5.49 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Blackbox Proses Logout

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Proses *Logout*
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *user* dapat keluar dari halaman *user* ketika telah menekan tombol *logout*
Prosedur Uji	1. *User* berada di halaman *user* sesuai hak akses. 2. *User* menekan tombol *logout* 3. *User* keluar dari halaman *user*
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat keluar dari halaman *user*. 2. Sistem menampilkan halaman home.

Skenario kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji proses menampilkan info hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.50.

Tabel 5.50 Skenario Pengujian Blackbox Proses Logout

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada di halaman *user*.	Menekan tombol *logout*	Sistem akan keluar dari halaman *user* dan kembali menampilkan halaman home.	Sistem akan keluar dari halaman *user* dan kembali menampilkan halaman home.	Sukses

z. Kasus Uji Menampilkan Bantuan

Kasus uji menampilkan bantuan menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan bantuan yang ditunjukkan pada Tabel 5.51.

Tabel 5.51 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan Bantuan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Bantuan
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan bantuan untuk semua *user*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User* menekan tombol menu bantuan
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan bantuan pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.

Skenario kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji proses menampilkan info hama penyakit ditunjukkan pada tabel 5.52.

Tabel 5.52 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan Bantuan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman home dan memilih menu bantuan.	Menekan tombol bantuan.	Sistem dapat menampilkan bantuan sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sistem dapat menampilkan bantuan sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sukses

aa. Kasus Uji Menampilkan About

Kasus uji menampilkan halaman *about* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan halaman *about* yang ditunjukkan pada Tabel 5.53.

Tabel 5.53 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan About

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan About
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman *about* untuk semua *user*.
Prosedur Uji	1. *User* berada pada halaman home. 2. *User* menekan tombol menu *about*.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan halaman *about* pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.sistem.

Skenario kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji proses menampilkan halaman about ditunjukkan pada tabel 5.54.

Tabel 5.54 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan About

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman home dan memilih menu about.	Memilih tombol about.	Sistem dapat menampilkan halaman about pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sistem dapat menampilkan halaman about pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sukses

bb. Kasus Uji Menampilkan History

Kasus uji menampilkan halaman *history* menjelaskan tentang pengujian *black box* proses menampilkan halaman *history* yang ditunjukkan pada Tabel 5.55.

Tabel 5.55 Penjelasan Kasus Uji Proses Menampilkan History

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan History
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menampilkan halaman *history* identifikasi yang pernah dilakukan

	user kepada *user* semua pakar.
Prosedur Uji	1. *User* melakukan *login* sebagai pakar. 2. *User* menekan tombol menu *history*.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan halaman *history* pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.sistem.

Skenario kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji proses menampilkan halaman *history* ditunjukkan pada tabel 5.56.

Tabel 5.56 Skenario Pengujian Blackbox Proses Menampilkan About

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	*User* berada dihalaman home dan memilih menu about.	Memilih tombol about.	Sistem dapat menampilkan halaman about pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sistem dapat menampilkan halaman about pada sistem identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas.	Sukses

5.1.1.3 Hasil Akhir

Berdasarkan pengujian *blackbox* yang telah dilakukan dengan menguji 24 kebutuhan fungsional. Hasil dari pengujian *blackbox* sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas memiliki nilai validasi yang dapat dihitung dengan persamaan 5.1.

$$\text{Validasi} = \frac{jumlah\ tindakan\ yang\ dilakukan}{jumlah\ tindakan\ dalam\ daftar\ kebutuhan} \times 100\% \quad \text{.....(5.1)}$$

$$= \frac{24}{24} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

5.1.2 Analisis Hasil Skenario Pengujian Fungsionalitas

Berdasarkan hasil pengujian *blackbox* dapat dilihat bahwa hasil sistem yang diharapkan sesuai dengan hasil sistem yang didapatkan. Pengujian *blackbox* yang dilakukan mendapatkan nilai validasi sebesar 100%. Kesimpulan dari pengujian ini adalah sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas menggunakan metode *Dempster Shafer* dapat dijalankan sesuai dengan daftar kebutuhan yang telah dirancang.

5.2 Pengujian Tingkat Akurasi

Pengujian tingkat akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman kapas menggunakan metode *Dempster-shafer.* Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan data hasil deteksi sistem dengan data hasil deteksi pakar.

5.2.1 Skenario Pengujian Akurasi

Sub bab berikut akan menjelaskan tentang tujuan, prosedur, serta hasil akhir yang didapatkan dari skenario pengujian kedua yang merupakan skenario pengujian tingkat akurasi.

5.2.1.1 *Tujuan*

Tujuan dari pengujian akurasi adalah untuk mengetahui seberapa banyak kecocokan data antara hasil deteksi sistem dengan hasil deteksi pakar. Pengujian ini menggunakan 30 data uji sebagai perbandingan hasil deteksi manual oleh pakar dengan hasil deteksi oleh sistem menggunakan metode *Dempster-shafer*.

5.2.1.2 *Prosedur*

Prosedur pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan cara mencocokkan hasil deteksi pakar dengan hasil deteksi sistem. Dalam pengujian ini terdapat 30 data kasus hama penyakit tanaman kapas yang diperoleh dari Pakar Hama Penyakit Tanaman pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS) di kota Malang. Data kasus ini selanjutnya akan dideteksi menggunakan sistem pakar dan deteksi secara manual oleh pakar. Nilai yang digunakan sebagai acuan didapatkan dari wawancara dengan pakar yang terdapat pada Lampiran. Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari 30 data kasus yang telah diuji ditunjukkan pada Tabel 5.57.

Tabel 5.57 Pengujian Akurasi Hasil Deteksi Sistem dengan Pakar

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
1	• Daun gugur • sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar • warna daun menguning • batang hitam	Hama wereng kapas *Amrasca biguttula*	0,455	Hama wereng kapas *Amrasca biguttula*	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
2	• buah kecil habis dimakan • buah berlubang • kuncup bunga habis dimakan • buah gugur	Hama penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera dan* Hama penggerek buah Rapala jarbas	0,91	Hama penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera*	0
3	• daun rusak/ berlubang • daun menggulung • kuncup bunga gugur	Hama kutu putih	0,579	Hama ulat penggulung Daun Syllepta degorata	0
4	• daun gugur • jelaga pada daun dan serat • tanaman layu • warna daun menguning • biji rusak	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*	0,905	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*	1
5	• buah berlubang • buah berwarna merah • buah busuk • kulit biji kapas kehitaman	Hama bapak pucung *Dysdercus cingulatus*	0,69	Hama bapak pucung *Dysdercus cingulatus*	1
6	• buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna • akar hitam • batang hitam • serat kapas lengket	Penyakit busuk buah (Boll Rot)	0,39	Penyakit busuk arang (Charcoal Rot)	0
7	• buah menjadi hitam • buah mengering	Penyakit busuk buah	0,997	Penyakit busuk buah (Boll Rot)	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	• terlihat banyak sklerosia kecil muncul di bagian dalam kulit akar • terlihat masa konidia berwarna merah muda di atas luka padapermukaan buah kapas • timbul becak kecoklatan dan gelap pada kulit buah	(*Boll Rot)*			
8	• kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan	Hama pengorok daun *Phyllonocrichter triarcha*	0,9	Hama penggorok daun *Phyllonorichter triarcha*	1
9	• tanaman layu • warna daun menguning • terdapat *sclerotia* bulat berwarna coklat pada pangkal batang • terlihat pustul-pustul kecil hitam di atas permukaan kulit buah	Penyakit Layu Fusarium	0,91	Penyakit Layu Fusarium	1
10	• kanopi bagian bawah terlihat seperti becak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna	Penyakit Embun Tepung *areolate Mildew*	0,92	Penyakit Embun Tepung *areolate Mildew*	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	hijau muda atau hijau kekuningan • muncul bercak coklat spora setelah masa sporulasi • terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih pada bagian permukaan bawah daun				
11	• daun gugur • tanaman layu • terdapat miselium jamur berwarna putih pada pangkal batang • pangkal batang kecambah berwarna coklat dan mengecil seperti tergencet	Penyakit Rebah Kecambah *Damping-off*	0,758	Penyakit Rebah Kecambah *Damping-off*	1
12	• bercak coklat kecil di tengah atau tepi daun • nekrosis pada kotiledon yang baru tumbuh • terlihat alur-alur berwarna coklat pada berkas silemnya apabila batang disayat atau dibelah	Penyakit Antraknose	0,982	Penyakit Antraknose	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
13	• daun menggulung • jelaga pada daun dan serat • serat kapas lengket • buah busuk	Hama kutu daun kapas *Aphis gossypii*	0,925	Hama kutu daun kapas *Aphis gossypii*	1
14	• kuncup bunga gugur • lilin putih dan embun madu pada tanaman • tanaman layu	Hama kutu putih *Lawana candida*	0,962	Hama kutu putih *Lawana candida*	1
15	• buah berlubang • buah gugur • lilin putih dan embun madu pada tanaman	Hama kutu putih *Lawana candida*	0,8	Hama kutu putih *Lawana candida*	1
16	• batang mengeras • becak berair di sepanjang pertulangan daun dan terlihat bersudut • Becak bulat dan berair dengan warna hijau tua kehitaman pada stadia kecambah/kotiledon tanaman kecil	Penyakit Hawar Bakteri *Bacterial Blight Disease*	0,982	Penyakit Hawar Bakteri *Bacterial Blight Disease*	1
17	• buah berlubang • buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna • mahkota tidak	Hama penggerek buah kapas merah jambu *Pectinophora gossypiella*	0,912	Hama penggerek buah kapas merah jambu *Pectinophora gossypiella*	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	dapat mekar • serat kapas kotor				
18	• Meluasnya keriput daun • sebagian besar daun berwarna coklat kemerah-merahan dan kering seperti terbakar	Hama wereng kapas *Amrasca biguttula*	0,8	Hama wereng kapas *Amrasca biguttula*	1
19	• jelaga pada daun dan serat • warna daun menguning • tanaman layu	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*	0,679	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*	1
20	• terlihat banyak sklerosia kecil muncul di bagian dalam kulit akar • terlihat masa konidia berwarna merah muda di atas luka padapermukaan buah kapas • serat berubah warna	Penyakit busuk buah *Boll Rot*	0,94	Penyakit busuk buah *Boll Rot*	1
21	• tanaman pendek dan cabang vegetatifnya berkurang pada awal musim • tanaman layu hanya pada udara panas, tetapi segar kembali di sore	Penyakit Layu Fusarium	0,943	Penyakit Layu Fusarium	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	dan pagi hari • tanaman layu				
22	• buah kecil habis dimakan • buah gugur • buah berlubang • buah busuk • kuncup bunga habis dimakan • kuncup bunga gugur	Hama penggerek buah *Rapala jarbas*	0,798	Hama penggerek buah *Rapala jarbas*	1
23	• kerusakan daun berbentuk "lorong" sebagai bekas korokan • daun rusak/ berlubang	Hama Penggerek daun *Bucculatrix gossypii*	0,72	Hama Penggerek daun *Bucculatrix gossypii*	1
24	• kuncup bunga gugur • lilin putih dan embun madu pada tanaman • tanaman layu	Hama kutu putih *Lawana candida*	0,962	Hama kutu putih *Lawana candida*	1
25	• buah berlubang • buah berwarna merah • buah busuk • daun gugur	Hama bapak pucung *Dysdercus cingulatus*	0,69	Hama bapak pucung *Dysdercus cingulatus*	1
26	• biji rusak • buah berlubang • kulit biji kapas kehitaman	Hama kepik biji kapas *Oxycarinus lugubris*	0,64	Hama kepik biji kapas *Oxycarinus lugubris*	1
27	• tanaman layu • becak/luka pada kotiledon atau daun pertama	Penyakit bibit	0,9	Penyakit bibit	1

Kasus	Gejala	Nama Hama dan Penyakit	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	• hipokotil rusak sebagian atau seluruhnya setelah kecambah muncul di permukaan				
28	• kanopi bagian bawah terlihat seperti becak bersudut 3-4 mm sekitar pertulangan daun berwarna hijau muda atau hijau kekuningan • terlihat masa spora seperti tepung berwarna putih pada bagian permukaan bawah daun	Penyakit Embun Tepung *areolate Mildew*	0,6	Penyakit Embun Tepung *areolate Mildew*	1
29	• buah yang sudah masak tidak dapat merekah sempurna • mahkota tidak dapat mekar • buah berlubang	Hama penggerek buah kapas merah jambu *Pectinophora gossypiella*	0,78	Hama penggerek buah kapas merah jambu *Pectinophora gossypiella*	1
30	• jelaga pada daun dan serat • daun gugur	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*	0,56	Hama kutu kebul *Bemisia tabaci*	1

5.2.1.3 *Hasil*

Hasil pengujian akurasi bernilai 1 apabila hasil deteksi sistem sama dengan hasil deteksi secara manual oleh pakar. Sebaliknya bernilai 0 apabila hasil keluaran sistem tidak sama dengan hasil deteksi oleh pakar. Berdasarkan Tabel

5.57 dilakukan perhitungan akurasi menggunakan persamaan 2.4 dan menghasilkan nilai akurasi sebagai berikut :

$$Nilai\ akurasi\ = \frac{27}{30}\ x\ 100\% = 90\%$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem pakar berdasarkan 30 data yang diuji adalah 90% yang menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat berfungsi dengan cukup baik sesuai dengan diagnosis pakar.

5.2.2 Analisa Hasil Pengujian Akurasi

Proses analisa dari hasil pengujian akurasi sistem pakar pendeteksi hama penyakit tanaman kapas dengan metode *Dempster-Shafer* dilakukan berdasarkan perbandingan hasil deteksi sistem dengan hasil deteksi pakar pada Tabel 5.57. berdasarkan 30 data yang diuji, tingkat akurasi sistem adalah sebesar 90%. Nilai prosentase tersebut diperoleh dari pembagian data yang benar sebanyak 27 dari 30 data kasus sebenarnya. Hasil perbedaan antara data sebenarnya dengan perhitungan karena beberapa hal yaitu:

1. Pada kasus 2 terjadi perbedaan deteksi dimana data pakar mendeteksi Hama penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera*, sedangkan hasil sistem mendeteksi Hama penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera* dan hama penggerek buah rapala jarbas. Hama penyakit tersebut menghasilkan nilai densitas sebesar 0,91 atau 91%. Hal ini disebabkan karena kedua hama penyakit tersebut memiliki gejala yang hampir mirip atau umum dimiliki oleh kedua hama penyakit tersebut dan gejala bersifat kurang spesifik sehingga hasilnya menjadi kurang akurat.
2. Pada kasus 3 terjadi perbedaan deteksi dimana data pakar mendeteksi hama ulat penggulung daun *Syllepta degorata*, sedangkan hasil sistem mendeteksi hama kutu putih. Hama penyakit tersebut menghasilkan nilai densitas sebesar 0,579 atau 57,9%. Perbedaan hasil deteksi ini disebabkan oleh identifikasi yang dilakukan oleh pakar yang bersifat subjektif. menurut pakar pada kondisi nyata gejala-gejala pada kasus 3 sudah menunjukkan tanaman kapas terserang hama ulat penggulung daun *Syllepta degorata*. Sedangkan sistem mendeteksi hama kutu putih. Hal ini disebabkan terdapat 1 gejala yang umum dan dimiliki oleh kedua penyakit tersebut yaitu daun menggulung.
3. Pada kasus 6 terjadi perbedaan deteksi dimana data pakar mendeteksi penyakit busuk arang (*charcoal rot*), sedangkan hasil sistem mendeteksi penyakit busuk buah (*boll rot*). Hama penyakit tersebut menghasilkan nilai densitas sebesar 0,39 atau 39%. Perbedaan hasil deteksi ini disebabkan karena menurut pakar, gejala yang terjadi di lapangan sebagian besar merupakan gejala pada penyakit busuk arang(*charcoal rot*) sehingga

kemungkinan terbesar tanaman terserang penyakit busuk arang (*charcoal rot*). Sedangkan hasil sistem mendeteksi penyakit busuk buah (*boll rot*) karena system melakukan perhitungan sesuai dengan nilai densitas yang diberikan pada basis pengetahuan. Meskipun sebagian besar gejala merupakan gejala pada penyakit busuk arang, namun ada 1 gejala khusus yang dimiliki oleh penyakit busuk buah, dan memiliki densitas terbesar yaitu 0,9. Sehingga dari perhitungan kombinasi terbesar adalah kombinasi pada penyakit busuk buah dan sistem menyatakan bahwa hasil identifikasi mendekati penyakit busuk buah.

4. Nilai densitas gejala sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian dikarenakan nilai densitas digunakan sebagai dasar pembobotan yang selanjutnya dihitung dengan metode *Dempster-shafer* dimana hasil deteksi berdasarkan nilai kepercayaan terbesar. Hasil deteksi oleh system ini kemudian dibandingkan dengan hasil manual oleh pakar dimana pakar tidak melihat nilai densitas namun kepada kemampuan dan pengalaman serta aspek dan faktor-kaktor lain yang dapat mempengaruhi hasil identifikasi dalam penentuan identifikasinya.
5. Ketidakakurasian pemodelan sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas ini sebesar 10% yang dapat disebabkan oleh beberapa kemunginan, yaitu subyektifitas pakar dalam menegakkan gejala dikarenakan keyakinan antar pakar berbeda, selain itu juga disebabkan inputan gejala dari pengguna yang kurang spesifik dan variatif
6. Berdasarkan hasil pengujian akurasi didapatkan nilai akurasi sebesar 90%, hal ini menunjukkan sistem pakar sudah cukup baik dan dapat digunakan untuk deteksi hama penyakit pada tanaman kapas.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas sebagai berikut:

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

a. Pemodelan Sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas dengan metode *Dempster-Shafer* dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mendeteksi hama penyakit tanaman kapas.
b. Pada Pemodelan Sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas dengan metode *Dempster-Shafer* ini dilakukan dua pengujian :
   - Pada pengujian *black box* menghasilkan tingkat presentase sebesar 100%. Ini menunjukkan bahwa pemodelan sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman kapas menggunakan metode *Dempster Shafer* ini sudah berjalan sesuai dengan daftar kebutuhan yang telah dirancang
   - Sedangkan hasil pengujian akurasi pemodelan sistem pakar identifikasi hama penyakit tanaman kapas dengan metode *Dempster Shafer* ini memiliki tingkat kesesuaian presentase sebesar 90%. Hal ini menunjukkan sistem pakar sudah cukup baik dan dapat digunakan untuk deteksi hama penyakit pada tanaman kapas.
c. Tingkat keakurasian yang diperoleh dipengaruhi oleh referensi pengetahuan yang dimiliki pakar. Berdasarkan data gejala, nilai densitas gejala dan hasil perhitungan *Dempster Shafer*, semakin spesifik gejala serta semakin tinggi tingkat kepercayaan pakar terhadap suatu gejala maka akan semakin tinggi tingkat akurasinya

6.2 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan sistem dalam penelitian selanjutnya adalah:

a. Pada aplikasi ini digunakan kriteria yang hanya berupa gejala fisik dari tanaman kapas, pengembangan lebih lanjut sebaiknya menggunakan kriteria lainnya seperti hasil pemeriksaan kimiawi atau faktor lain yang lebih mendetail sehingga hasil diagnosa menjadi lebih tepat dan akurat.
b. Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode yang berbeda yang memiliki kemampuan

untuk meminimalisir ketidakakuratan hasil pada saat gejala yang dimasukkan tidak spesifik.

c. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan gejala baru dari defisiensi jika ditemukannya gejala baru oleh pakar.

DAFTAR PUSTAKA

Birdy. 2011. Cotton Spotted Bollworm Moth – Erias Vitella. Tersedia di : http://pk-photography.blogspot.co.id/2011/04/spotted-bollworm-moth-earias-vittella.html

Cattlin, Nigel. 2010. Cottton Leaf Roller (Sylepta Degorata) Caterpillar in Roller cott. Visual Unlimited, Inc. Tersedia di : http://visualsunlimited.photoshelter.com/image/I0000wKR5hSmRZ7w

Elyza, G. Wahyuni., dan Prijodiprojo, widodo. 2013. Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Menggunakan Metode Dempster-Shafer (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta)

Fitrianti, Rakhma Indah. 2012. *"Sistem Pakar Pada Bidang Teknologi Informasi Untuk Rekomendasi Profesi Pekerjaan Berdasarkan Kepribadian Menggunakan Pendekatan Personality Factor"*. Universitas Brawijaya. Malang.

Groenen, Frans., dan Zumker Piet. 2015. The Leafrollers (Lepidoptera : Torticidae) Of Papua Indonesia. The Papua Insects Foundation. Tersedia di : http://www.papua-insects.nl/insect%20orders/Lepidoptera/Tortricidae/Tortricidae%20list.htm

Gunawan, Rizky S.P. 2013. Bemisia Tabaci. Tulisan Ilmiah Stasiun Karantina Pertanian Kelas II Tanjung Balai Karimun. Riau.

Haggard, B., Price, T., Lofton, J., Padgett, B., Hollier, C. 2013. Cotton Leaf Spots. Lousuiana Corps. Tersedia : http://louisianacrops.com/2013/08/02/cotton-leaf-spots/

Hidayat, Taufiq. 2012. Usaha Petani Melindungi Tanaman Kapas (*Gossypium Herbaceum L*) Terhadap Hama dan Penyakit. Tersedia di : http://thophick.blogspot.co.id/2012/06/usaha-petani-melindungi-tanaman-kapas.html

Istiqomah, Yasidah Nur, dan Abdul Fadlil. 2013. Sistem Pakar Untuk Mendiagna Penyakit Saluran Pencernaan Menggunakan Metode Dempster Shafer. Jurnal Sarjana Teknik Informatika. Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.

Jones, R.K. 2013. Damping-off of snapdragon seedlings (*Antirrhinum*) caused by *Rhizoctonia* sp. Note constriction of stems at the soil line. The University Of Georgia. Tersedia di : http://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/help-for-the-home-gardener/advice-tips-resources/pests-and-problems/diseases/cankers/damping-off.aspx

Kementrian Pertanian, 2013. *Pedoman Teknis Penanaman Tanaman Kapas Tahun 2014*. Direktorat Jendral Perkebunan.

Kurniawati, P, Dewi. 2014. Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-Jenis Penyakit Diabetes Mellitus. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.

Kusumadewi, Sri. 2003. Artificial Intelligence (Teknik Dan Aplikasinya).

Larsen, D., Fitt, G., and Wilson, L. 2010. Bucculatrix gossypii Turner, 1926 Cotton Leaf Perforator Bucculatricidae Gracillaroidea. Australian Cotton Cooperative Research Centre. Tersedia di : http://lepidoptera.butterflyhouse.com.au/bucc/gossypii.html

Listiyono, Hersatoto., dkk. 2008. *Merancang dan Membuat Sistem Pakar*. Jurnal Fakultas Teknologi Informasi Universitas Stikubank Semarang

Li, Qing & Chen, Yu-Liu. 2009. *Modeling and Analysis of Enterprise and Information Sistems From Requirements to Realization,* Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Marlissa, Julius. 2013. Pemodelan dan Simulasi Sistem. Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Nurindah, Soebandrijo., dkk. 2013. *Organisme Pengganggu Tanaman Kapas dan Strategi Pengendaliannya*. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang.

Osborne, S. Lance. 2015. Mealy Bugs. Mid-Florida Research and Education Center. University of Florida. Tersedia di : http://mrec.ifas.ufl.edu/lso/mealybugs.htm

Parno. 2015. Lecture Notes: Sistem Inormasi Data Flow Diagram. Universitas Gunadarma. Jakarta.

Paul, Andy. 2015. Andy Paul Nature Photography. Tersedia di : http://www.jungle-asia.com/photo.php?iid=709&k=beetles&backurl=thumbs.php%3Fk%20%3Dbeetles

Prabowo, H., Siwi, S., Rusim, M., 2013. *Biologi Tanaman Kapas*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Malang.

Prihartini, Putu Manik. 2011. Metode Ketidakpastian dan Kesamaran Dalam Sistem Pakar. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Suhara, Cece., Yulianti, Titiek. 2013. *Penyakit Tanaman Kapas dan Pengendaliannya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Malang.

Sunarto, Dwiadi., Nurindah., Indrayani. 2013. *Serangga Kapas dan Musuh Alaminya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Malang.

Syafitri, D., Sari,R.P., Wardhani, Kartina D.K. 2012. *Sistem Pakar Gangguan Perkembangan Pada Balita Berbasis Web*. Jurnal Teknik Invormatika Vol. 1. Program Studi Teknik Informatika Politeknik Caltex Riau.

Wahyuni, Elyza Gustri, dkk. 2013. *Prototype System Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode Dempster-Shafer*. FTI UII dan FMIPA UGM. Yogyakarta

Yulianti, Titiek., Ibrahim, Nildar. 2013. *Penyakit Tanaman Kapas dan Pengendaliannya*. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang.