

Sistem Pakar Deteksi Penyakit Pada Tanaman Singkong

Expert System to Detect the Disease of Cassava Plants

Selviana Yunita¹, Agung Jasuma², Mat Sudir³, Kusrini⁴

^{1,2,3,4}Magister Teknik Informatika Universitas Amikom Yogyakarta

Jl. Ring Road Utara, Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55281

e-mail: ¹selviana.yunita.ax@gmail.com, ²agung.jasuma@students.amikom.ac.id,
³matsudir@gmail.com, ⁴kusrini@amikom.ac.id

Abstrak

Singkong merupakan tanaman pengganti makanan pokok yang banyak ditemukan di Indonesia. Namun penyakit pada singkong menyebabkan berkurangnya produksi singkong. Dibutuhkan seorang pakar untuk dapat mendeteksi dan mencegah penyakit pada singkong agar dapat dilakukan tindakan pencegahan atau perbaikan sejak awal. Namun seorang pakar tidak dapat memberikan diagnosisnya setiap saat kepada petani saat dibutuhkan. Untuk itu dikembangkan suatu aplikasi sistem pakar yang dapat membantu petani mendeteksi penyakit pada tanaman singkong. Aplikasi sistem pakar ini merupakan aplikasi berbasis desktop yang dikembangkan dengan teori Bayes. Teori probabilitas Bayesian digunakan untuk menghitung probabilitas terjadinya suatu peristiwa berdasarkan pengaruh yang didapat dari pengujian. Teori Bayes didasarkan pada prinsip jika terdapat tambahan informasi atau evidence, maka nilai probabilitas dapat diperbaiki, karena itu teori Bayes bermanfaat untuk memperbaiki atau mengubah nilai kemungkinan yang telah ada menjadi lebih baik dengan didukung informasi atau evidence tambahan. Skema pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis pakar. Berdasarkan hasil pengujian, keakuratan aplikasi sistem pakar ini adalah 93.33%.

Kata kunci—Sistem Pakar, Teori Bayes, Tanaman Singkong

Abstract

Cassava is a staple food substitute plant that commonly found in Indonesia. But the diseases in cassava cause a reduction in cassava production. An expert is needed to be able to detect and prevent the diseases of cassava plant so the early preventive and remedial actions can be taken. But an expert cannot be available at anytime to the farmer when it needed. For this reason, an expert system application has been developed that can help farmers to detect diseases in cassava plants. This expert system application is a desktop-based application developed with Bayes theory. Bayesian probability theory is used to calculate the probability of occurrence of an event based in the effect obtained from the test. The principle of Bayes theory is based on, if there is additional information or evidence, then the probability value can be corrected, therefore Bayes theory is useful to improve or change the value of existing possibilities for the better supported by additional information or evidence. The testing scheme is done by comparing the result of the system diagnosis with the result of expert diagnosis. Based on the test result, the accuracy of the expert system application is 93.33%.

Keywords—Expert system, Bayes theory, Cassava plant

1. PENDAHULUAN

Singkong merupakan salah satu tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia dan merupakan tanaman dengan banyak manfaat. Salah satu manfaat singkong adalah sebagai bahan pokok pengganti nasi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2015, diketahui produksi singkong di Indonesia adalah sebesar 21.801.415 ton dalam setahun. Selain sebagai bahan makanan, ubi kayu juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Ubi yang dihasilkan mengandung air sekitar 60%, pati 25-35%, serta protein, serat, mineral, fosfat, dan kalsium. Singkong juga merupakan sumber energi yang lebih tinggi dibanding jagung, ubi jalar, padi, dan sorghum[1]. Provinsi Lampung merupakan penghasil singkong terbesar di Indonesia, namun produksi tersebut mengalami penurunan pada tahun 2016 yang salah satunya disebabkan oleh serangan patogen penyebab penyakit pada singkong[2]. Sehingga penting untuk melakukan identifikasi terhadap hama dan patogen penyebab penyakit dan mengendalikan penyebaran hama dan penyakit tersebut.

Dalam mengidentifikasi suatu penyakit dan hama pada tanaman singkong, dibutuhkan seorang pakar yang mengerti tentang penyakit pada tanaman singkong. Namun faktanya, tidak semua pakar dapat membantu para petani saat dibutuhkan, sehingga petani tidak dapat mengetahui secara cepat dan tepat permasalahan yang terjadi pada tanaman singkong. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis merancang suatu sistem pakar yang dapat membantu petani untuk mendeteksi penyakit yang terjadi pada tanaman singkong. Sebuah sistem pakar memungkinkan aplikasi tersebut mendeteksi penyakit dengan pengetahuan layaknya yang dimiliki oleh seorang pakar.

Teori probabilitas Bayesian digunakan untuk menghitung probabilitas terjadinya suatu peristiwa berdasarkan pengaruh yang didapat dari pengujian. Probabilitas Bayes menerangkan hubungan antara probabilitas terjadinya hipotesis H_1 dengan terdapat fakta (*evidence*) E telah terjadi dan probabilitas terjadinya *evidence* E dengan syarat hipotesis H_1 telah terjadi. Teori Bayes didasarkan pada prinsip jika terdapat tambahan informasi atau *evidence*, maka nilai probabilitas dapat diperbaiki, karena itu teori Bayes bermanfaat untuk memperbaiki atau mengubah nilai kemungkinan yang telah ada menjadi lebih baik dengan didukung informasi atau *evidence* tambahan. Adapun rumus untuk teori Bayes adalah[3]:

$$P(H_i|E) = \frac{p(E_n|H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)}$$

Diketahui :

$P(H_i|E)$ = merupakan nilai *probabilitas* munculnya penyakit berdasarkan gejala yang diinputkan.

$P(E_n|H_i)$ = merupakan nilai *probabilitas* gejala terhadap penyakit.

$P(H_i)$ = merupakan *probabilitas* kemunculan penyakit.

$\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)$ = jumlah nilai probabilitas dari tiap hipotesa

Sistem pakar membantu komputer menggunakan penalaran dengan atau mengadopsi keahlian yang dimiliki oleh pakar yang merupakan sistem berbasis komputer yang memiliki dasar pengetahuan seperti seorang pakar untuk menalar dan memecahkan masalah[4]. Penelitian yang dilakukan oleh Awoyelu bertujuan untuk merancang sistem pakar untuk membantu petani memprediksi penyakit pada singkong dengan menggunakan metode fuzzy[5]. Penelitian yang dilakukan oleh Morco, dkk mengembangkan sebuah aplikasi *mobile* E-rice untuk membantu petani mengidentifikasi masalah pada padi dan menyediakan saran yang dapat dilakukan oleh petani dengan memanfaatkan algoritma aturan dasar[6]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Agus, dkk bertujuan agar aplikasi sistem pakar dapat membantu petani mendiagnosa

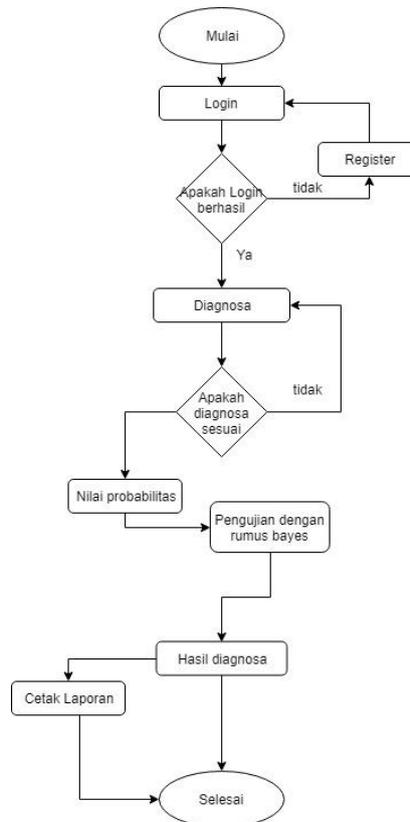
penyakit yang ada pada cabai merah dengan metode *forward chaining* dan *certainty factor*[7]. Selanjutnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Sitanggung, dkk yang bertujuan untuk mengatasi keterbatasan petani dalam mengidentifikasi penyakit pada bawang menggunakan metode *forward chaining*[8].

2. METODE PENELITIAN

Tahapan awal dari penelitian ini adalah melakukan analisis terhadap tujuan dan kebutuhan sistem. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap yaitu observasi terhadap data penyakit yang diperoleh melalui Dinas Pertanian Pemerintah Kabupaten Pati, melakukan studi literature dengan mencari referensi penelitian yang sesuai dengan topik penelitian, yaitu perancangan sistem pakar deteksi penyakit pada tanaman singkong. Pada penelitian ini, sistem pakar dibangun dengan menggunakan metode waterfall[9] yang dimulai dengan analisis sistem. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data terkait gejala-gejala penyakit yang ada pada tanaman singkong, jenis penyakit, informasi, dan keterangan mengenai penyakit singkong.

Tahapan selanjutnya adalah perancangan sistem yang dimulai dengan menentukan fungsionalitas user, perancangan diagram konteks, perancangan basis data, antarmuka pengguna dan kemudian implementasi ke sistem. Tahap terakhir adalah pengujian sistem, dimana pengujian dilakukan dengan mencocokkan hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis dari pakar.

Gambaran sistem pakar yang akan dirancang terdapat dalam *flowchart* yang menggambarkan bagaimana sistem gambaran umum sistem. Adapun *flowchart* sistem pakar deteksi penyakit pada tanaman singkong adalah sebagai berikut:



Gambar 1 *Flowchart* aplikasi sistem pakar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fungsionalitas User

Dalam sistem yang akan dibuat terdapat 2 jenis kebutuhan fungsional. Kebutuhan fungsional untuk admin, dan kebutuhan fungsional untuk user. Adapun detail kebutuhan fungsionalnya sebagai berikut :

A. Admin :

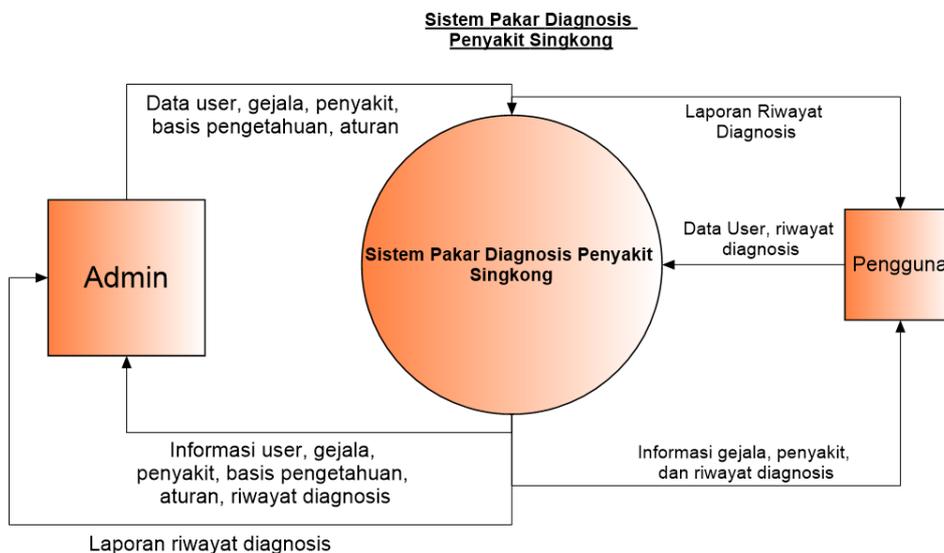
1. Sistem harus dapat merepresentasikan seluruh pengetahuan yang didapat dari pakar kedalam database agar dapat diolah oleh admin.
2. Admin harus dapat mengolah data gejala, penyakit, kemungkinan gejala terhadap penyakit. User dan data aturan pada sistem pakar yang akan dibangun.
3. Admin harus dapat mencetak laporan historis diagnosis yang dilakukan oleh user.

B. User :

1. User harus dapat melakukan diagnosis untuk mengetahui penyakit pada tanaman singkong.
2. User harus dapat menyimpan data riwayat diagnosis.
3. Sistem harus dapat memberikan solusi dan menentukan penyakit terhadap fakta yang diketahui user dengan menerapkan algoritma bayes.
4. User harus dapat melihat informasi gejala dan penyakit.
5. User harus dapat mencetak histori diagnosis yang pernah dia lakukan.

3.2 Diagram Konteks

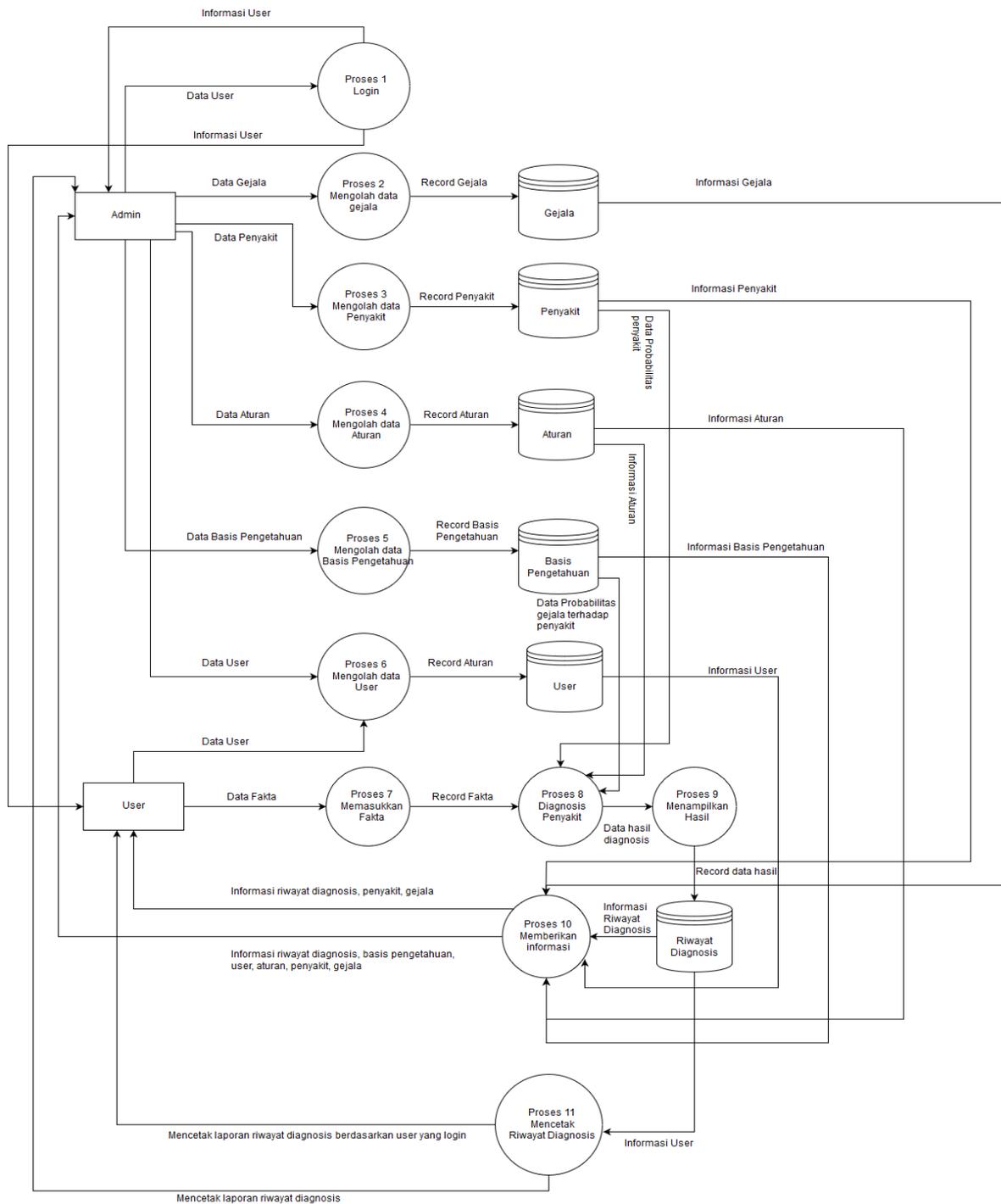
Diagram konteks untuk aplikasi sistem pakar digambarkan pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2 Diagram Kontek Aplikasi Sistem Pakar

3.3 Data Flow Diagram

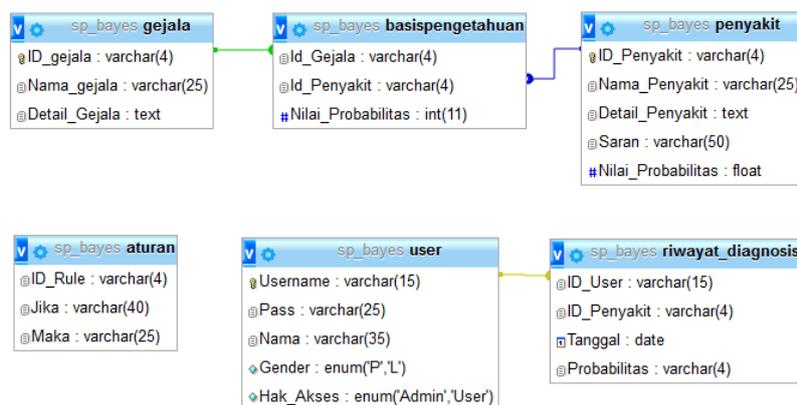
Dalam aplikasi sistem pakar, terdapat dua user yaitu admin dan pengguna, serta 11 proses utama dengan 6 tabel penyimpanan yang digambarkan dengan menggunakan *data flow diagram* level 1 pada gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3 Data flow Diagram Level 1

3.3 Relasi Tabel

Dalam aplikasi sistem pakar, digunakan enam tabel untuk menyimpan data yang dibutuhkan, seperti yang terlihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 4 Relasi Tabel Aplikasi Sistem Pakar

3.4 Tabel Basis Pengetahuan

Tabel Basis Pengetahuan berisi kemunculan hipotesa berdasarkan gejala dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Basis Pengetahuan

No	Gejala	Nilai Probabilitas Kemunculan Hipotesa berdasarkan Gejala atau fakta						
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
E1	Penyakit menyerang daun tua	0.7	0.65	0.6	0.01	0.01	0.01	0.01
E2	Bercak daun pada bagian bawah	0.6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E3	Bercakputih/coklat pada bagian atas daun	0.7	0.01	0.7	0.01	0.01	0.01	0.01
E4	Bercak tepi dibatasi lingkaran ungu	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E5	Bercak coklat	0.75	0.6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E6	Daun berkerut	0.3	0.4	0.25	0.65	0.01	0.01	0.01
E7	Daunr ontok / gugur	0.55	0.01	0.45	0.01	0.01	0.01	0.05
E8	Daun berlubang	0.4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E9	Daun menguning	0.35	0.4	0.3	0.5	0.01	0.35	0.05
E10	Daun kering	0.45	0.2	0.15	0.25	0.01	0.01	0.01
E11	Ada jamur di bagian bawah daun	0.2	0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E12	Bercak berukuran besar	0.01	0.55	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E13	Bercak sering pada ujung daun	0.01	0.7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E14	Bercak berbentuk V terbalik	0.01	0.65	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
E15	Daun bagian atas berwarna coklat merata	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5
E16	Daun bagian bawah berwarna abu-abu	0.01	0.3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5
E17	Bagian tengah bercak berwarna abu-abu penghasil jamur	0.01	0.01	0.6	0.01	0.01	0.01	0.5
E18	Menyerang daun muda	0.01	0.01	0.2	0.01	0.01	0.01	0.01
E19	Menyerang daun dan batang	0.01	0.01	0.01	0.6	0.01	0.01	0.5
E20	Gejala awal berupa lesion berwarna abu-abu	0.01	0.01	0.01	0.55	0.01	0.01	0.01
E21	Lesion dibatasi tulang daun dan membentuk sudut	0.01	0.01	0.01	0.65	0.01	0.01	0.01
E22	Lesio meluas menjadi bercak nekrotik	0.01	0.01	0.01	0.5	0.01	0.01	0.01
E23	Perlendiran masa bakteri yang terjadi pada tangkai, helai daun dan batang	0.01	0.01	0.01	0.3	0.01	0.01	0.7

Sistem Pakar Deteksi Penyakit Pada Tanaman Singkong

No	Gejala	Nilai Probabilitas Kemunculan Hipotesa berdasarkan Gejala atau fakta						
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
E24	Mati pucuk	0.01	0.01	0.01	0.45	0.55	0.01	0.7
E25	Menyerang permukaan barang, tangkai daun dan daun	0.01	0.01	0.01	0.01	0.8	0.01	0.7
E26	Terdapat tonjolan pada permukaan batang	0.01	0.01	0.01	0.01	0.7	0.01	0.5
E27	Tangkai daun mudah patah	0.01	0.01	0.01	0.01	0.6	0.01	0.01
E28	Daunlayu	0.01	0.01	0.01	0.01	0.75	0.45	0.5
E29	Pengerutan pada bagian gabus	0.01	0.01	0.01	0.01	0.75	0.01	0.5
E30	Batang mudah patah	0.01	0.01	0.01	0.01	0.6	0.01	0.5
E31	Menyerang pangkal batang, akar dan umbi	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.8	0.01
E32	Daun gugur premature	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.7	0.01
E33	Kerusakan warna pada perakaran	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.75	0.01
E34	Busuk umbi	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.6	0.01
E35	Umbi berwarna gelap dan berbau busuk	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.7	0.7

Dari tabel diatas diketahui terdapat 35 gejala dan 7 penyakit. Dimana masing-masing penyakit dibuat menjadi suatu hipotesa dengan Ketentuan sebagai berikut :

H1 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Bercak Daun Coklat.

H2 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Bercak Daun Baur.

H3 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Bercak Daun Putih.

H4 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Bakteri Hawar Daun.

H5 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Antrak nose.

H6 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Busuk Pangkal Batang/Akar.

H7 adalah penyakit yang dialami tanaman singkong merupakan penyakit Selaput Lendir Putih.

Perhitungan nilai probabilitas fakta pada setiap hipotesa yang diperoleh dengan menghitung jumlah gejala yang muncul dibagi dengan jumlah hipotesa pada setiap jenis penyakit yang akan dicari hasilnya. Inferensi jika diketahui fakta yang di dapat dari user adalah sebagai berikut, terdapat bercak putih/coklat pada bagian atas daun (E3) dan Bercak tepi dibatasi lingkaran ungu (E4).

A. Mencocokkan fakta user dengan informasi di basis pengetahuan.

1. Nilai probabilitas gejala terhadap hipotesa:

a. $P(E3|H1) = 0.7$ dan $P(E4|H1) = 0.5$

b. $P(E3|H2) = 0.01$ dan $P(E4|H2) = 0.01$

c. $P(E3|H3) = 0.7$ dan $P(E4|H3) = 0.01$

d. $P(E3|H4) = 0.01$ dan $P(E4|H1) = 0.01$

e. $P(E3|H5) = 0.01$ dan $P(E4|H2) = 0.01$

f. $P(E3|H6) = 0.01$ dan $P(E4|H3) = 0.01$

g. $P(E3|H7) = 0.01$ dan $P(E4|H3) = 0.01$

2. Nilai probabilitas kemunculan Hipotesa :

$H1 = 0.85$, $H2 = 0.50$, $H3 = 0.85$, $H4 = 0.7$, $H5 = 0.5$, $H6 = 0.7$, $H7 = 0.5$

B. Melakukan perhitungan menggunakan metode Bayes

Penyelesaian :

Mencari :

Jumlah nilai probabilitas pada setiap hipotesa.

$$\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)$$

- (P(E3|H1) x P(H4|H1) x P(H1)) + (P(E3|H2) x P(H4|H2) x P(H2)) + (P(E3|H3) x P(H4|H3) x P(H3))
- (0.7 x 0.5 x 0.85) + (0.01 x 0.01 x 0.5) + (0.7 x 0.01 x 0.85) +(0.01x0.01x0.7) +(0.01x0.01x0.5)+(0.01x0.01x0.7) +(0.01x0.01x0.5)
- 0.2975 + 0.00005+ 0.00595+ 0.00007+0.00005+0.00007+0.00005
- **0.30374**

Nilai probabilitas munculnya hipotesa berdasarkan gejala :

$$P(H_i|E) = \frac{p(E_n|H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)}$$

- $P(H_1|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_1) \times p(E_4|H_1) \times p(H_1)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.7 \times 0.5 \times 0.85)}{0.30374} = \frac{0.2975}{0.30374} = \mathbf{0.97945611378}$
- $P(H_2|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_2) \times p(E_4|H_2) \times p(H_2)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.01 \times 0.01 \times 0.5)}{0.30374} = \frac{0.00005}{0.30374} = \mathbf{0.00016461447}$
- $P(H_3|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_3) \times p(E_4|H_3) \times p(H_3)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.7 \times 0.01 \times 0.85)}{0.30374} = \frac{0.00595}{0.30374} = \mathbf{0.01958912227}$
- $P(H_4|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_4) \times p(E_4|H_4) \times p(H_4)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.01 \times 0.01 \times 0.7)}{0.30374} = \frac{0.00007}{0.30374} = \mathbf{0.00023046026}$
- $P(H_5|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_5) \times p(E_4|H_5) \times p(H_5)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.01 \times 0.01 \times 0.5)}{0.30374} = \frac{0.00005}{0.30374} = \mathbf{0.00016461447}$
- $P(H_6|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_6) \times p(E_4|H_6) \times p(H_6)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.01 \times 0.01 \times 0.7)}{0.30374} = \frac{0.00007}{0.30374} = \mathbf{0.00023046026}$
- $P(H_7|E_3E_4) = \frac{p(E_3|H_7) \times p(E_4|H_7) \times p(H_7)}{\sum_{k=1}^n p(E_n|H_k) \times p(H_k)} = \frac{(0.01 \times 0.01 \times 0.5)}{0.30374} = \frac{0.00005}{0.30374} = \mathbf{0.00016461447}$

Mencari penyakit dengan nilai bayes tertinggi:

- a. Penyakit bercak daun coklat = **0.97945611378**
- b. Penyakit bercak daun baur = **0.00016461447**
- c. Penyakit bercak daun putih = **0.01958912227**
- d. Penyakit Bakteri Hawar Daun = **0.00023046026**
- e. Penyakit Antrak nose = **0.00016461447**
- f. Penyakit Busuk Pangkal Batang/Akar = **0.00023046026**
- g. Penyakit Selaput Lendir Putih = **0.00016461447**

Memberikan hasil :

Berdasarkan hasil diatas didapati bahwa penyakit bercak daun coklat memiliki nilai probabilitas tertinggi dengan nilai probabilitas sebesar **0.97945611378**. Maka dapat diambil kesimpulan, bahwa berdasarkan diagnosis yang telah dilakukan penyakit yang diderita tanaman singkong adalah penyakit **bercak daun coklat**.

3.5 Perancangan Antarmuka Sistem

A. Halaman Login

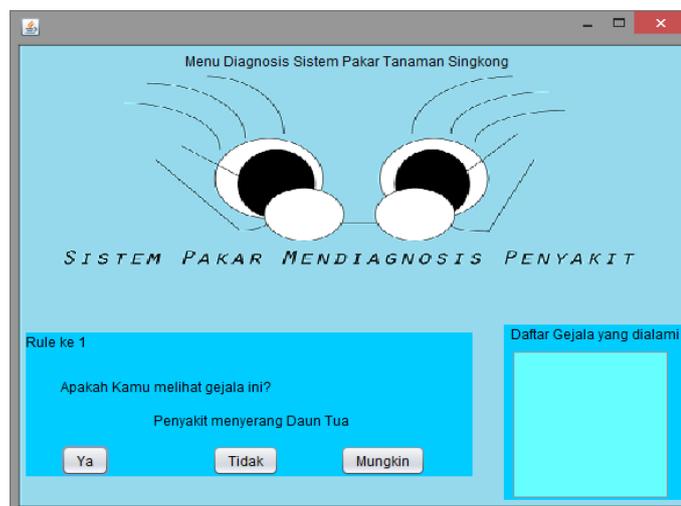
Pada gambar 5 merupakan tampilan halaman login, dimana saat pengguna tidak memiliki akun, pengguna dapat melakukan registrasi untuk mendapatkan akun. Selain itu, diagnosis dapat dilakukan tanpa menggunakan akun, namun pengguna tidak dapat melihat riwayat hasil diagnosis dan tidak dapat mencetak hasil diagnosis.



Gambar 5 Halaman Login

B. Halaman Diagnosis

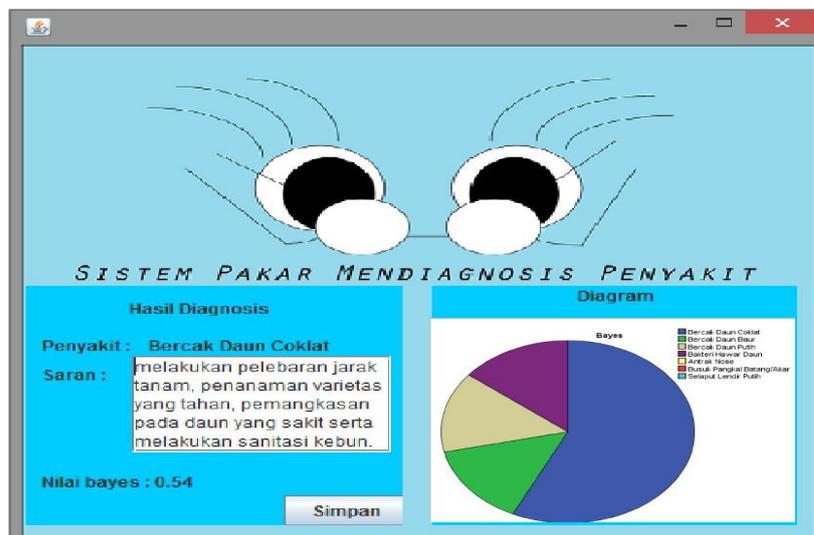
Gambar 6 merupakan tampilan untuk halaman diagnosis dimana pengguna akan diberikan dengan pertanyaan-pertanyaan yang akan membantu sistem mendiagnosis penyakit yang terdapat pada tanaman singkong.



Gambar 6 Halaman Diagnosis

C. Halaman Hasil Diagnosis

Gambar 7 merupakan tampilan untuk hasil diagnosis pengguna yang akan diberikan informasi mengenai penyakit yang menyerang tanaman singkong, beserta saran dengan probabilitas nilai bayes tertinggi dan tampilan diagram yang menyajikan nilai setiap probabilitas gejala.



Gambar 7 Halaman Diagnosis

3.6 Hasil Pengujian

Skema pengujian sistem dilakukan dengan memasukkan gejala pada tanaman singkong pada sistem dengan hasil diagnosis dari pakar. Berikut pada tabel 2 adalah perbandingan hasil diagnosa.

Tabel 2 Hasil Pengujian

No	Gejala atau fakta	Hasil dari Sistem	Hasil dari Pakar	Hasil Pengujian
1	Daun berkerut, Daun rontok/gugur, Daun menguning, Mati pucuk, menyerang permukaan batang, tangkai daun dan daun, Terdapat tonjolan pada permukaan batang, tangkai daun mudah patah, Daun layu, Pengerutan pada bagian gabus, Batang mudah patah	Antrak nose	Antrak nose	sesuai
2	Penyakit Menyerang Daun tua, Daun Berkerut, Daun rontok/gugur, Daun Menuning, Daun Layu	Bercak Daun Coklat	Bercak daun coklat	sesuai
3	Daun layu, Penyakit Menyerang Daun tua, Daun rontok/gugur, Daun berlubang	Bercak Daun Coklat	Bercak daun coklat atau daun putih	sesuai
4	Mati pucuk, Menyerang Permukaan batang, tangkai, daun dan daun, terdapat tonjolan pada permukaan batang, tangkai daun mudah patah	Antrak Nose	Selaput lendir putih	Belum sesuai
5	Daun layu, Menyerang pangkal batang, akar dan umbi, daun gugur premature, kerusakan warna pada perakaran	Busuk Pangkal Batang/Akar	Busuk Pangkal Batang/Akar	sesuai
6	Daun berkerut, daun rontok/gugur,	Busuk Pangkal	Busuk Pangkal	sesuai

Sistem Pakar Deteksi Penyakit Pada Tanaman Singkong

No	Gejala atau fakta	Hasil dari Sistem	Hasil dari Pakar	Hasil Pengujian
	mati pucuk, menyerang permukaan batang, tangkai daun, dan daun, daun layu, menyerang pangkal batang akar dan umbi, daun gugur prematur, busuk umbi, umbi berwarna gelap dan berbau busuk	batang/Akar	batang/Akar	
7	Mati Pucuk, menyerang permukaan batang, tangkai daun, dan daun, terdapat tonjolan pada permukaan batang, tangkai daun mudah patah	Antrak nose	Antrak nose	sesuai
8	Penyakit Menyerang Daun tua, bercak coklat, daun berkerut, daun menguning, daun kering	Bercak Daun baur	Bercak Daun baur	sesuai
9	Penyakit menyerang daun tua, bercak putih coklat pada bagian daun, daun berkerut	Bercak daun coklat	Bercak daun coklat	sesuai
10	Penyakit menyerang Daun Tua, Bercak putih coklat pada bagian daun, Daun berkerut, Daun rontok/gugur, Daun Menguning, Daun Kering, Bagian tengah bercak berwarna abu-abu penghasil jamur, Menyerang daun muda	Bercak daun putih	Bercak daun putih	sesuai
11	Daun rontok/gugur, Daun Kering, Menyerang daun dan batang, Gejala awal berupa lesion berwarna abu-abu lesion dibatasi tulang daun dan membentuk sudut	Bercak Hawar Daun	Bercak Hawar Daun	sesuai
12	Daun kering, mati pucuk, terdapat tonjolan pada permukaan batang, daun layu, menyerang pangkal batang dan umbi	Antrak nose	Antrak nose	sesuai
13	Gejala awal berupa lesion berwarna abu-abu, lesion dibatasi tulang daun dan membentuk sudut, lesio meluas menjadi bercak nekrotik, perlendiran masa bakteri pada tangkai, heai daun dan batang	Bakteri Hawar Daun	Bakteri Hawar Daun	sesuai
14	Terdapat tonjolan pada permukaan batang, tangkai daun mudah patah, daun layu	Antrak nose	Antrak nose	sesuai
15	Bercak putih coklat pada bagian daun, daun kering, bagian tengah bercak berwarna abu-abu penghasil jamur, menyerang daun muda	Bercak daun putih	Bercak daun putih	sesuai

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Aplikasi sistem pakar ini efektif membantu pengguna yang dalam hal ini para petani, untuk mendeteksi penyakit yang diderita tanaman singkong berdasarkan gejala awal yang terlihat pada daun dan batang tanaman tersebut.
- Berdasarkan hasil perbandingan antara pakar dan aplikasi sistem pakar yang telah dibuat dari ke 15 uji coba yang telah dilakukan, terdapat 14 diagnosis yang sesuai dengan hasil yang diberikan oleh pakar dan satu diagnosis yang memberikan hasil berbeda dari diagnosis pakar, dengan tingkat keakuratan sebesar 93,33%.

- c. Hasil diagnosis dari aplikasi sistem pakar ini memberikan informasi mengenai detail penyakit yang memiliki nilai persentasi tertinggi, saran penanganan penyakit, nilai bayes serta diagram yang berisi persentasi tingkat kemungkinan munculnya keseluruhan penyakit yang ada pada basis pengetahuan. Sehingga petani dapat memiliki gambaran urutan kemungkinan penyakit yang diderita berdasarkan fakta yang dia berikan.

5. SARAN

Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan untuk penelitian ini antara lain adalah

- a. Sistem pakar dapat dikembangkan dengan berbasis website atau aplikasi *mobile*.
- b. Cara penggalian fakta dari pengguna yang tidak terbatas menggunakan kalimat, namun bisa berupa gambar.
- c. Sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan *computer vision*, sehingga pengguna hanya perlu mengambil gambar gejala penyakit tanaman dan sistem dapat mendeteksi penyakit yang terjadi pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pusat Data dan Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian (2016). Outlook Ubi Kayu. ISSN:1907-1507.
- [2] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (Statistic Indonesia). 2016. Luas panen, produktivitas, produksi tanaman ubikayu seluruh provinsi.
- [3] Budiharto, Widodo. 2014. *Artificial Intelligent*. Andi Offset, Yogyakarta.
- [4] Kusri. (2006). *Sistem Pakar, Teori dan Aplikasi*. Andi Offset, Yogyakarta
- [5] I.O. Awoyelu, R.O Adebisi. 2015. *A Predictive Fuzzy Expert System for Diagnosis of Cassava Plant Diseases*. Global Journal Inc (USA). E-ISSN: 2249-4626.
- [6] Roselia C. Morco, Fredilyn B. Calanda, Jonathan A. Bonilla. 2017. *E-Rice: An Expert System using Rule-Based Algorithm to Detect, Diagnose, and Prescribe Control Options for Rice Plant Diseases in the Philippines*. Technological Institute of The Philippines. Quezon City, Philippines.
- [7] Fahrul Agus, Hernandha Eka Wulandari, Indah Fitri Astuti. 2017. *Expert System With Certainty Factor For Early Diagnosis Of Red Chili Peppers Diseases*. Journal of Applied Intelligent System. E-ISSN: 2502-9401.
- [8] Delima Sitanggang, Saut D. Siregar, Suryani M.F. Situmeang, Evta Indra. *Application of Forward Chaining Method to Diagnosis of Onion Plant Diseases*. IOP Journal of Physics: Conference Series. 1007 012048.
- [9] Kristianto, Andi. 2004. *Rekayasa Perangkat Lunak (Konsep Dasar)*. Yogyakarta: Graha Media