

Aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tebu Menggunakan Metode *Certainty Factor* Berbasis *Web*

Mira Orisa.,ST.,MT

Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri ITN Malang,Indonesia

E-mail : mir4_orisa@yahoo.co.id

Abstrak. Penanganan penyakit pada tanaman perkebunan jenis tebu sejak dini dapat menghindari penyebaran penyakit ke tanaman lain dalam satu area dan dapat meningkatkan hasil panen. Perkebunan tebu merupakan salah satu komoditi penting di Indonesia dengan keterbatasan jumlah pakar, serta kurangnya penyebaran pengetahuan penyakit dikalangan petani, menyebabkan diperlukannya sistem pakar untuk diagnosis penyakit. Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman tebu dibangun dengan bahasa pemrograman web PHP dan database MySQL. Representasi pengetahuan menggunakan kaidah produksi, proses inferensi menggunakan forward chaining dan proses perhitungan nilai kepastian terjadinya penyakit dilakukan menggunakan metode certainty factor. Para petani dapat mendiagnosis penyakit yang terjadi pada tanaman tebu dan mengetahui cara penanganan penyakit dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan sistem. Informasi pengetahuan pada sistem dapat diupdate,ditambah, atau dihapus oleh pakar (admin). Sistem dapat menghasilkan keluaran untuk setiap masukan yang diberikan oleh user (petani). Semakin yakin user pada gejala yang terlihat pada tanaman tebu, maka semakin tinggi prosentase tingkat kepastian penyakit yang diperlihatkan oleh sistem.

Kata Kunci: *Forward Chaining, Certainty Factor, Sistem Pakar*

1. Pendahuluan

Pada saat ini banyak perkebunan tebu yang dikelola sendiri oleh petani bukan lagi dibawah naungan pabrik gula. Perubahan cara pengelolaan lahan dapat menimbulkan penyakit dikarenakan terakumulasinya patogen yang sistemik seperti jamur api, bakteri pembuluh, dan virus. Patogen tersebut dapat menyebabkan penyakit-penyakit yang dulunya tidak begitu dipermasalahkan tetapi sekarang malah menjadi pusat perhatian yang harus ditangani serius. Penyakit yang biasanya menjadi perhatian petani seperti: pokahbung, mosaik, blendok, penyakit h Angus dan penyakit ratoonstunting [1]. Penyakit dapat menurunkan hasil panen. Para petani sebagian besar masih memiliki pengetahuan yang rendah tentang pengendalian penyakit sedangkan beberapa penyakit telah berevolusi sehingga memerlukan penanganan yang berbeda dari biasanya. Tenaga pakar yang tersedia masih terbatas jumlahnya.

Teknologi informasi sistem pakar dapat membantu para petani dalam memberikan solusi secara cepat dan dapat dipercaya. Aplikasi sistem pakar ini berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah. Selain itu sistem pakar juga dapat berfungsi sebagai asisten yang pandai dari seorang pakar. Sistem pakar harus mampu bekerja dalam kondisi ketidakpastian. Dalam menghadapi masalah, sering ditemukan jawaban yang tidak memiliki kepastian. Tinggi rendahnya tingkat ketidakpastian hasil diagnosis dipengaruhi oleh aturan yang tidak pasti dan jawaban pengguna. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah ketidakpastian dalam mendiagnosis penyakit adalah metode *certainty factor*. Metode *certainty factor* merupakan metode faktor keyakinan yang diperkenalkan dalam pembuatan MYCIN [3].

Penerapan sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada tanaman telah banyak diaplikasikan seperti sistem pakar mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman apel. Sistem ini dibangun dengan

metode *forward chaining* yang melakukan proses inferensi dengan memulai pencarian dari data gejala penyakit menuju konklusi atau penyakit yang diderita [4]. Sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit tanaman kopi. Sistem ini dapat memberikan informasi kepada petani kopi tentang jenis penyakit berdasarkan gejala-gejala yang diberikan [5].

Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem pakar untuk diagnosis penyakit tanaman tebu berbasis *web* menggunakan metode *certainty factor*. Aplikasi ini diberi nama aplikasi P3T2 atau aplikasi pertolongan pertama pada tanaman tebu. Penelitian ini diharapkan bisa membantu para petani untuk mengetahui penyakit pada tanaman tebu dan cara penanganannya.

2. Metode Certainty Factor

Metode *certainty factor* merupakan metode faktor kepastian yang diperkenalkan dalam pembuatan sistem pakar bernama MYCIN. *Certainty factor* (CF) didefinisikan sebagai berikut [3]:

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

Dimana $CF(H,E)$ = *certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E. Besarnya CF berkisar antara -1 hingga 1.

$MB(H,E)$ = ukuran kenaikan kepercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E.

$MD(H,E)$ = ukuran kenaikan ketidakpercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E.

Menurut metode MYCIN ada beberapa aturan dalam menggabungkan *antecedent evidence* dari beberapa kaidah diperlihatkan pada Tabel 1[3]:

Tabel 1. Aturan Kombinasi Mycin
(Kusrini, 2006)

No	Evidence, E antecedent	Antecedent ketidakpastian
1.	.E1 AND E2	Min[CF(H,E1), CF(H,E2)]
2.	.E1 OR E2	Max[CF(H,E1), CF(H,E2)]

Sedangkan rumus dasar untuk *certainty factor* untuk sebuah aturan adalah [3]:

$$\text{Rumus} = \text{IF } E \text{ THEN } H, \text{ maka} \quad CF(H,e) = CF(E,e) * CF(H,E) \quad (2)$$

Dimana $CF(E,e)$ = *certainty factor evidence* E yang dipengaruhi oleh *evidence* e.

$CF(H,E)$ = *certainty factor* hipotesis dengan asumsi *evidence* diketahui dengan pasti, yaitu ketika $CF(E,e) = 1$

$CF(H,e)$ = *certainty factor* hipotesis yang dipengaruhi oleh *evidence* e

Jika semua *evidence* dalam *antecedent* diketahui dengan pasti maka rumusnya menjadi:

$$CF(H,e) = CF(H,E) \quad (3)$$

Jika ada beberapa kaidah yang menghasilkan hipotesis yang sama maka perhitungan faktor kepastiannya adalah [3]:

$$CF_{(1,2)} = \begin{cases} CF_{(1)} + CF_{(2)}(1 - CF_{(1)}), & CF_{(1)} \text{ \& } CF_{(2)} > 0 \\ \frac{CF_{(1)} + CF_{(2)}}{(1 - (\min(|CF_{(1)}|, |CF_{(2)}|))}, & \text{salah_satu}(CF_{(1)}, CF_{(2)}) < 0 \\ CF_{(1)} + CF_{(2)} * (1 - CF_{(1)}), & CF_{(1)} < 0 \text{ \& } CF_{(2)} < 0 \end{cases} \quad (4)$$

3. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah suatu sistem berbasis komputer yang dapat menyelesaikan suatu permasalahan layaknya seorang pakar dalam menyelesaikan suatu [2]. Sistem pakar terdiri dari komponen antarmuka pengguna, komponen basis data sistem pakar (*expert system database*), komponen fasilitas akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition facility*), dan komponen mekanisme inferensi (*inference mechanism*) [3]. Keunggulan sistem pakar antara lain (1) dengan sistem pakar orang awam dapat bekerja layaknya pakar; (2) bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis; (3) menyimpan

pengetahuan dan keahlian para pakar; (4) mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar; (5) mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya; (6) memiliki reabilitas; (7) mampu untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian; (8) menghemat waktu dalam pengambilan keputusan [3].

4. Rancangan dan Algoritma Sistem

Rancang bangun aplikasi P3T2 ini terdiri dari akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, dan antarmuka (*user interface*).

4.1. Akuisisi Pengetahuan (*Knowlegde Acquisition*)

Pada penelitian ini akuisisi pengetahuan diperoleh dari pakar penyakit tanaman, jurnal dan buku. Pengetahuan dan informasi dari pakar didapat dengan proses wawancara. Proses wawancara dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi mengenai cara mendiagnosis penyakit pada tebu berdasarkan gejala klinis yang terlihat.

4.2. Basis Pengetahuan (*Knowlegde Base*)

Variabel-variabel yang diamati untuk melihat gejala yang tampak pada tanaman tebu diperlihatkan pada Tabel 2. Tabel 3 memperlihatkan jenis penyakit pada aplikasi P3T2. Kaidah produksi yang digunakan adalah kaidah atau aturan yang memperhatikan nilai CF yang diberikan oleh pakar. Kaidah produksi atau aturan diperlihatkan pada Tabel 4. Misalkan untuk gejala-gejala yang berpotensi menyebabkan terjadinya penyakit pokahbung, terdapat 8 aturan sebagai berikut:

- Aturan 1
JIKA daun pucuk menggulung,MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 1$
- Aturan 2
JIKA terjadi pembusukan kering pada pucuk, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,8$
 - Aturan 3
JIKA batang membengkok pada bagian yang berongga, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,9$
- Aturan 4
JIKA pada helaian daun timbul titik-titik atau garis-garis merah, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,5$
- Aturan 5
Jika pangkal helaian daun yang baru membuka memiliki klorotis, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,5$
- Aturan 6
JIKA ujung batang garis-garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga-ronggayang dalam, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,4$
- Aturan 7
JIKA terjadi hambatan (stagnasi) pertumbuhan, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,4$
- Aturan 8
JIKA menular ke daun kuncup lainnya, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 0,25$

Tabel 2. Variabel Yang Diamati

No	Nama Variabel
1	Akar
2	Batang
3	Ruas-ruas batang
4	Berkas pembuluh batang
5	Daun
6	Pucuk
7	Tunas

5. Mesin Inferensi (inference engine)

Pada penelitian ini teknik penelusuran yang digunakan adalah teknik *forward chaining*. Penelusuran dimulai dari premis (gejala) untuk menentukan konklusi (penyakit). Konklusi ditentukan berdasarkan pada nilai kepastian tiap premis (gejala) yang dihitung menggunakan metode *certainty factor*. *Flowchart* sistem diperlihatkan pada Gambar 1.

Proses mesin inferensi *forward chaining* dimulai pada saat *user* menginputkan gejala dan nilai kepastian. Sistem mencocokkan gejala yang dipilih *user* dengan fakta masukan *user*. Jika kaidah yang bagian premisnya sesuai tidak ditemukan, maka akan berlanjut pada proses pencarian fakta berikutnya, kemudian sistem akan mencocokkan lagi premis selanjutnya dengan kaidah yang bagian premisnya sesuai dengan fakta masukan *user*. Jika ada gejala yang cocok dengan kaidah tertentu maka akan disimpan dalam *working memori*, kemudian sistem akan mencocokkan lagi premis selanjutnya dengan kaidah yang bagian premisnya sesuai dengan fakta masukan *user* hingga fakta yang diinputkan *user* telah dicek semua oleh sistem. Jika kaidah terpenuhi maka penyakit ditemukan. Jika kaidah tidak terpenuhi maka tidak ditemukan penyakit. Untuk menentukan penyakit yang diderita kambing maka dilakukan proses perhitungan bobot dari semua calon konklusi. Calon konklusi yang memiliki bobot kepastian terbesar yang akan menjadi konklusi akhir.

Tabel 3. Daftar Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P001	Pokahbung
P002	Mosaik
P003	Blendok
P004	Ratoon Stunting
P005	Hangus/luka api

Proses perhitungan bobot kepastian menggunakan metode *certainty factor* digunakan untuk menentukan nilai kepastian terjadinya penyakit berdasarkan gejala yang dipilih. Setelah nilai kepastian dari *user* didapat maka akan dilakukan perhitungan CF *evidence* tunggal dengan rumus CF_pakar dikalikan dengan CF_user. Setelah nilai CF *evidence* tunggal diperoleh maka langkah berikutnya adalah menentukan nilai CF kombinasi untuk setiap gejala (premis) yang menghasilkan penyakit (konklusi) yang sama. Nilai CF kombinasi dihitung berdasarkan rumus 4. Proses perhitungan nilai CF *evidence* tunggal dan nilai CF kombinasi akan dihitung untuk setiap aturan yang ada. Jika hasil perhitungan sama dengan nol maka kambing dinyatakan tidak terjangkit penyakit apapun karena nilai nol sama dengan *user* memilih bobot jawaban tidak untuk setiap gejala. Metode *certainty factor* menentukan konklusi (penyakit) berdasarkan nilai faktor kepastian tertinggi berdasarkan hasil penelusuran pada setiap aturan.

Tabel 4. Kaidah produksi atau aturan

G \ P	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25
P001	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗																	
P002									⊗	⊗	⊗	⊗													
P003												⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗					
P004																					⊗	⊗	⊗		
P005																								⊗	⊗

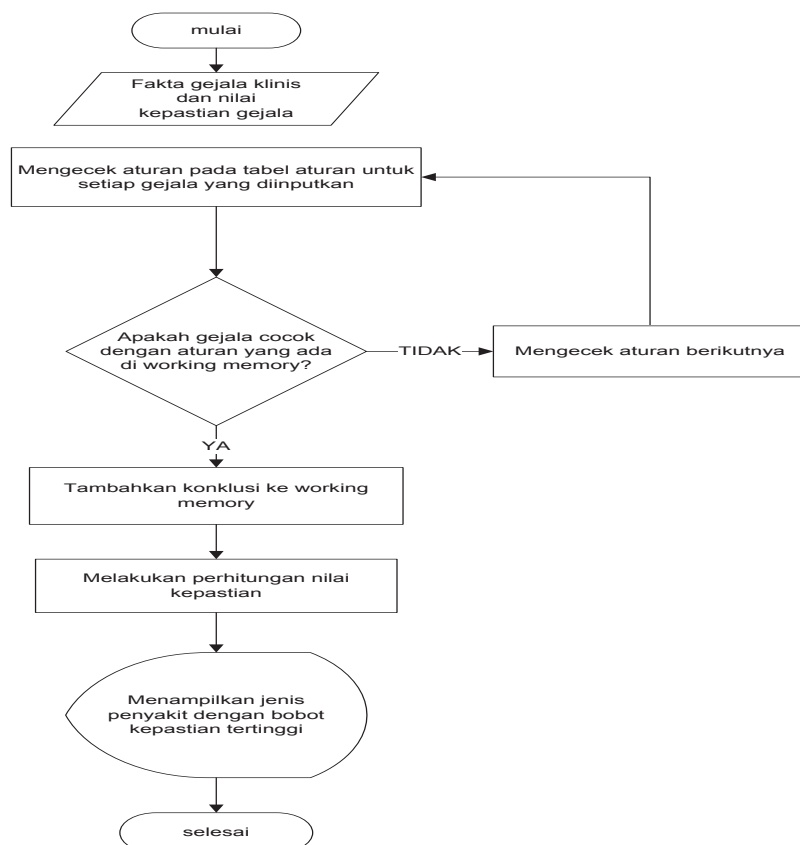
User Interface

Aplikasi antarmuka atau *user interface* pada penelitian ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian halaman pakar (administrator) dan bagian halaman *user* (petani atau masyarakat umum).

6. Hasil Dan Pembahasan

6.1. Hasil Implementasi Modul Konsultasi

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi P3T2 yaitu PHP dan *database* MySQL. Untuk mengetahui apakah fungsionalitas sistem telah berjalan sesuai algoritma dan mampu menghasilkan diagnosis penyakit yang sesuai dengan hasil diagnosis pakar dilakukan dengan skenario yang sederhana.



Gambar 1. Flowcart algoritma penelusuran

Pertama, *user* memilih gejala penyakit dan nilai kepastian terhadap gejala. Beberapa pilihan nilai atau bobot kepastian gejala disajikan secara sederhana dalam bentuk *combobox* sehingga tidak menyulitkan dan membingungkan *user*. Sistem akan menelusuri gejala-gejala penyakit dalam *database* sesuai dengan gejala-gejala yang diinputkan *user*. Sistem akan menentukan penyakit yang menjadi konklusi berdasarkan nilai *certainty factor* dengan batas nilai yang telah ditentukan.

Pada halaman konsultasi terdapat beberapa pertanyaan yang memiliki pilihan jawaban sebagai berikut:

- Tidak bernilai 0
- Tidak begitu yakin bernilai 0,3
- Cukup yakin bernilai 0,6
- Yakin sekali bernilai 1

Nilai 0 berarti *user* tidak mengalami gejala yang ditanyakan sistem. Semakin yakin *user* pada gejala yang terlihat pada tanaman tebu, maka semakin tinggi prosentase tingkat kepastian yang diperoleh. Proses perhitungan prosentase kepastian penyakit diawali dengan menghitung CF *evidence* tunggal dengan menggunakan rumus .

$$CF_{evidence_tunggal} = CF_{user} * CF_{pakar} \quad (5)$$

Setelah nilai CF masing-masing aturan diperoleh maka nilai CF tersebut dikombinasikan dengan persamaan (4). Berikut adalah contoh proses pemberian nilai CF untuk 4 aturan pada setiap gejala (premis), yang meliputi 3 langkah hingga memperoleh prosentase kepastian untuk penyakit pokahbung, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

▪ Langkah 1

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut:

daun pucuk menggulung = cukup yakin (bernilai 0,6) Terjadi pembusukan kering pada pucuk = yakin sekali (bernilai 1). Batang membengkok pada bagian yang berongga = yakin sekali (bernilai 1). Ujung batang terdapat garis-garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga-rongga dalam = Tidak begitu yakin bernilai (bernilai 0,3).

▪ Langkah 2

Nilai CF_{pakar} untuk 3 input dari *user* tersebut adalah:

- Aturan 1: JIKA daun pucuk menggulung, MAKA pokahbung, $CF_{pakar} = 1$.
- Aturan 2: JIKA Terjadi pembusukan kering pada pucuk MAKA pokahbung $CF_{pakar} = 0,8$
- Aturan 3: JIKA Batang membengkok pada bagian yang berongga MAKA pokahbung $CF_{pakar} = 0,9$.
- Aturan 7: JIKA Ujung batang terdapat garis-garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga-rongga dalam MAKA pokahbung $CF_{pakar} = 0,4$

▪ Langkah 3

Kemudian aturan-aturan tersebut dihitung nilai CF dengan mengalikan CF_{pakar} dengan CF_{pakar} menjadi:

$$CF_{aturan1} = 1 \times 0,6 = 0,6$$

$$CF_{aturan2} = 0,8 \times 1 = 0,8$$

$$CF_{aturan3} = 0,9 \times 1 = 0,9$$

$$CF_{aturan4} = 0,4 \times 0,3 = 0,12$$

$$CF_{kombinasi} (CF_{aturan1}, CF_{aturan2}) \\ = 0,6 + 0,4(0,4) = 0,76 = CF_{old}$$

Kombinasikan CF_{old} dengan $CF_{aturan3}$

$$CF_{kombinasi} (CF_{old}, CF_{aturan3}) \\ = 0,76 + 0,9(0,24) = 0,976 = CF_{old}$$

Kombinasikan CF_{old} dengan $CF_{aturan4}$

$$CF_{kombinasi} (CF_{old}, CF_{aturan4}) \\ = 0,976 + 0,12(0,024) = 0,97888$$

Maka prosentase kepastian penyakit pokahbung yang didapat adalah $0,97888 \times 100\% = 97,888\%$ Kasus ini diuji cobakan dalam sistem dan memberikan hasil yang sama. Dengan demikian sistem dapat melakukan perhitungan *certainty factor* dengan benar.

6.2. Pembahasan Hasil Pengujian

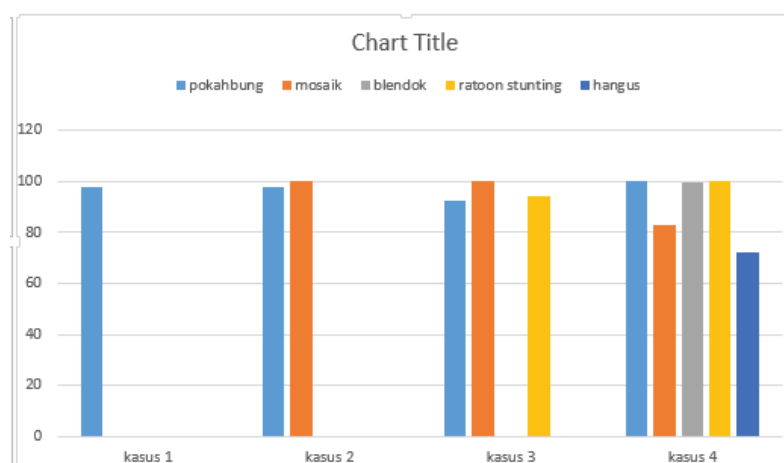
Akurasi hasil pengujian sistem pakar diagnosis penyakit tebu diuji dengan melakukan penilaian *output* sistem berdasarkan *input* yang diberikan *user*, yaitu apakah *output* yang dihasilkan sudah tepat bila dinilai dari sudut pandang dokter hewan. Tabel 5 adalah hasil penilaian dari 20 kasus yang diuji cobakan. Berdasarkan perbandingan hasil diagnosis pada Tabel 5 yang divalidasi oleh ahli tanaman, maka terlihat ada satu kasus yang mengalami kondisi tidak *matching* antara diagnosis sistem dengan pakar. Ketidakcocokan hasil diagnosis ini dikarenakan pakar memiliki kriteria penilaian tertentu untuk mendiagnosis suatu penyakit. Misalkan untuk Kasus 10, terjadi ketidakcocokan dimana pakar mendiagnosis tiga penyakit yaitu penyakit mosaik, pokahbung, dan daun klorosis sedangkan sistem mendiagnosis mosaik dan pokahbung. Adapun alasan pakar menyimpulkan adanya penyakit daun klorosis karena pakar melihat adanya beberapa gejala yang khas timbul pada penyakit tersebut.

Tabel 5. Perbandingan hasil uji coba diagnosis aplikasi P3T2 dengan diagnosis pakar

Kasus	Hasil Diagnosis Pakar	Hasil Diagnosis P3T2	Hasil
1	Pokahbung	Pokahbung	Matching
2	Mosaik	mosaik	Matching
3	Blendok	blendok	Matching
4	Ratoon stunting (RSD)	Ratoon stunting (RSD)	Matching
5	Hangus(luka api)	Hangus(luka api)	Matching
6	Pokahbung	Pokahbung	Matching
7	Pokahbung, Hangus(luka api)	Pokahbung, Hangus(luka api)	Matching
8	Ratoon stunting (RSD), blendok	Ratoon stunting (RSD), blendok	Matching
9	Pokahbung, mosaik	Pokahbung, mosaik	Matching
10	Pokahbung, mosaik, daun klorosis	Pokahbung, mosaik	Tidak Matching
11	Mosaik	Mosaik	Matching
12	Blendok	Blendok	Matching
13	Ratoon stunting (RSD)	Ratoon stunting (RSD)	Matching
14	Hangus(luka api)	Hangus(luka api)	Matching
15	Pokahbung	Pokahbung	Matching
16	Pokahbung, Hangus(luka api)	Pokahbung, Hangus(luka api)	Matching
17	Blendok, Ratoon stunting (RSD)	Blendok, Ratoon stunting (RSD)	Matching
18	Pokahbung, mosaik	Pokahbung, mosaik	Matching
19	Pokahbung, mosaik	Pokahbung, mosaik	Matching
20	Mosaik	Mosaik	Matching

Besar kecilnya tingkat kepastian yang dihasilkan sistem berdasarkan masukan dari *user*. Sistem diuji cobakan pada sejumlah masukan seperti 4 masukan (kasus 1), 8 masukan (kasus 2), 12 masukan (kasus 3), dan 16 masukan (kasus 4) dengan gejala dan nilai jawaban yang acak. Berdasarkan uji coba tersebut maka sistem dapat mendiagnosis penyakit, berapapun jumlah masukan yang diinputkan oleh *user*. Besar tingkat kepastian yang dihasilkan untuk tiap kasus berbeda. Hal ini membuktikan bahwa sistem mendiagnosis berdasarkan tingkat keyakinan terhadap suatu gejala penyakit yang diinputkan *user*.

Hasil uji coba sejumlah masukan diatas dapat digambarkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa pada kasus 1 sistem mendiagnosis penyakit *pokahbung* 97,8%. Untuk kasus 2 sistem mendiagnosis *pokahbung* 97,8% dan *mosaic* 100%. Untuk kasus 3 sistem mendiagnosis *pokahbung* 92,5%, *mosaik* 100%, dan *ratoon stunting* 94%. Untuk kasus 4 sistem mendiagnosis *pokahbung* 100%, *mosaik* 83%, *blendok* 99,4%, *ratoon stunting* 100% dan *hangus/luka api* 72%.



Gambar 2. Grafik hasil uji coba

7. Kesimpulan

Sistem pakar untuk diagnosis penyakit tanaman tebu berbasis *web* (P3T2) telah berhasil dirancang menggunakan: (1) *rule base system* (2) mesin inferensi menggunakan teknik *forward chaining*; (3) metode untuk menyelesaikan permasalahan ketidakpastian dalam diagnosis digunakan metode *certainty factor*.

Metode *certainty factor* dapat mengatasi ketidakpastian dalam mendiagnosis penyakit tanaman tebu dengan ketepatan perhitungan yang baik.

Sistem mengeluarkan konklusi yang memiliki nilai diatas atau sama dengan 70%. Berdasarkan uji coba sistem untuk beberapa jumlah masukan secara acak, semakin banyak masukan maka sistem dapat mendiagnosis lebih dari satu penyakit.

8. Daftar Referensi

- [1] Semanggun, Hayono. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan Di Indonesia. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
- [2] Kusriani. 2008. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [3] Kusriani. 2006. *Sistem Pakar Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta : Penerbit Andi M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [4] Rayuwati & Ginting, Emnita. 2013. Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kopi. Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi (SNASTIKOM). ISBN: 978-602-19837-2-0
- [5] Suhartono. 2010. Identifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Dengan Metode Sistem Pakar (Studi Kasus Tanaman Apel). prosiding SENTIA 2010. Politeknik Negeri Malang.