

Sistem Pakar Berbasis Logika *Fuzzy Tsukamoto* Untuk Mendiagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Tebu

Tsukamoto Fuzzy Logic Based Expert System to Diagnose Pests and Diseases of Cane

Perawati¹, Hanny Haryanto², Setia Astuti³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Jl. Nakula 1, No. 5-11 Semarang, Kode Pos 50131, Telp. (024) 3515261, 3520165 Fax: 3569684
Email : ¹111201206915@mhs.dinus.ac.id, ²hanny.haryanto@dsn.dinus.ac.id, ³setia.astuti@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

Salah satu faktor utama penyebab menurunnya hasil produksi gula karena adanya serangan dari hama dan penyakit pada tanaman tebu, sehingga terjadi nya penurunan hasil panen dan produksi gula nasional .petani tebu sebagai pemasok tebu kurang mengetahui gejala awal yang di timbul kan oleh penyakit yang menyerang tanamannya, hal ini cukup mempengaruhi hasil produksi gula dan menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan gula, sehingga tidak hanya petani yang mengalami kerugian tetapi pemerintah juga ikut dirugikan. Sistem pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan,orang yang mempunyai pengetahuan,pengalaman dan ahli dalam bidang tertentu. Sistem pakar yang diharapkan bisa membantu para petani, rancangan dalam sistem ini memakai aturan If-THEN-RULE yang di bentuk dalam fungsi keanggotaan dengan variabel Tunas,Batang dan Daun sebagai Refrentasi pengetahuan Fuzzy Tsukamoto .Berdasarkan data yang digunakan, sistem dapat medeteksi penyakit yang menyerang tanaman tebu dengan tingkat akurasi sebesar 88.889%. dengan hasil tersebut dapat disimpulkan sistem pakar yang sudah dibangun menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dapat digunakan dan berfungsi dengan baik.

Kata kunci : Kecerdasan Buatan, Sistem Pakar, Penyakit dan Hama, Fuzzy Tsukamoto

Abstract

One of the main factors causing the decline of the production of sugar is the attack of pests and diseases of sugarcane, resulting in a decline in yields and national sugar production. Sugarcane farmers as a supplier of sugarcane are less aware of the initial symptoms that arise by the disease that attacks the plants, this is enough to affect the production of sugar and cause not meet the needs of sugar, so that not only the farmers who suffered losses but the government also participated harmed. The expert system is part of the artificial intelligence, the person who speaks knowledge, experience and expert in a particular field. Expert systems are expected to help farmers, the design in this system using the rules of If-THEN-RULE which is in the form of membership functions with variables shoots, stems and leaves as refrentasi knowledge Fuzzy Tsukamoto. Based on the data used, the system can detect the disease that attacks the sugar cane plant with an accuracy of 88.889%. With these results can be concluded expert system that already built using Fuzzy Tsukamoto method can be used and function properly.

Keywords : Artificial Intelligence, Expert System, Disease and Pest, Fuzzy Tsukamoto

1. PENDAHULUAN

Tebu (*sugar cane*) merupakan bahan baku utama pembuatan gula yang sangat berperan penting untuk menunjang kebutuhan maupun ekonomi bagi masyarakat didunia terutama di Indonesia. Tebu termasuk tanaman yang berasal dari keluarga *Graminae* dan merupakan tanaman asli tropika basah yang masih

tumbuh baik dan berkembang di daerah subtropika, pada berbagai jenis tanah dari dataran rendah hingga ketinggian 1.400 Mdpl. Tanaman tebu sudah dikenal sejak berabad-abad tahun yang lalu oleh bangsa Cina, Persia, India dan kemudian disusul oleh bangsa Eropa yang memanfaatkan tebu sebagai bahan pangan yang sangat bernilai tinggi yang di juluki sebagai emas putih, kini kedudukan gula secara berangsur mulai tergeser oleh madu yang di kenal sebagai bahan pemanis alami yang berasal dari sarang lebah [1].

Jangka waktu tanaman tebu mulai ditanam hingga bisa dipanen kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia pabrik pembuatan gula banyak terdapat di Jawa Tengah diantaranya Kendal, Klaten, Brebes, Pati. Kebutuhan gula di Indonesia mencapai 3,25 juta ton pertahunnya sedangkan produk gula nasional hanya bisa memenuhi kurang dari 2 juta ton pertahun. Sedangkan kekurangan gula nasional yang lebih dari 1,25 juta ton per tahunnya masih menaruh kepercayaan pada produksi gula import [2].

Salah satu masalah penyebab tidak maksimalnya produktivitas gula yang berbahan baku tebu adalah adanya gangguan dari organisme pengganggu tumbuhan dan musim. Musim kemarau selain berdampak pada pertumbuhan tanaman, juga berpengaruh terhadap serangan hama terutama hama penggerek batang. Hama merupakan salah satu masalah dalam mempertahankan dan meningkatkan produktivitas pertanian [3]. Banyak hama menyerang tanaman tebu dan dapat mengurangi produksi baik kualitas maupun kuantitas, bahkan sampai menggagalkan panen. Dapat dilihat ketidak stabilan produksi tebu dari tahu 2011 sampai dengan 2015 dari tabel di bawah ini.

Tabel 1 Data Produktivitas Tebu

Tahun	Luas Tanah (Ha)	Total Produksi (ton)
2011	451.788	2.267.887
2012	451.255	2.591.687
2013	469.227	2.551.026
2014	477.881	2.632.242
2015	477.881	2.728.393

Dari tabel diatas dapat dilihat tahun dengan luas tanah 451.788 ha jumlah produksinya 2.267.887 ton ditahun berikutnya 2012 mengalami penurunan dengan luas tanah 451.255 ha jumlah produksinya menurun 2.551.68 ton. Di tahun 2013 produksi tebu masih mengalami penurunan dengan luas tanah 469.227 ha jumlah produksinya 2.551.026 ton pada tahun 2014 dan 2015 produktivitas tebu mengalami peningkatan dengan luas tanah 477.881 ha dan total produksinya mencapai 2.728.393 ton[4].

Hama tebu masih menghantui para petani, di butuhkan sosialisasi agar para petani dapat mengetahui dan penanganan terhadap jenis-jenis hama dan penyakit pada tebu . Berikut macam hama dan penyakit tanaman tebu :

- Penggerek pucuk dan batang → hama ini menyerang tanaman tebu yang berumur 3 hingga 5 bulan
- Kutu bulu putih → hama ini hidup berkelompok di bagian bawah daun
- Kutu perisai batang → hama ini menyerang bagian daun

- Rayap → hama ini memakan bagian dalam yang lunak masuk melalui bidang pangkas
- Cacing mikro → hama ini melekat di bagian akar
- Tikus → hama ini yang paling merusak tanaman
- Uret → hama ini menyerang akar tanaman tebu.
-

Petani tebu minim pengetahuan tentang hama dan penyakit, juga minim usah,. untuk mengatasinya agar petani mengetahui penyakit dan hama tersebut dibutuhkan sebuah Aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman tebu serta memberi solusinya, Karena zaman modern seperti sekarang teknologi komputer sudah bukan lagi hal yang asing bagi masyarakat.

Teknologi sangat berpengaruh sekali untuk menghasilkan efek-efek yang positif dalam meningkatkan pertanian. Misal untuk membantu para petani Indonesia yang tidak mengerti bahwa tanaman tebu mereka terkena atau terserang penyakit dan tidak ada solusi untuk pencegahannya. Para peneliti harus mencari cara teknologi informasi komunikasi apa yang cocok di terapkan dalam pertanian, dimasyarakat Indonesia sehingga nantinya akan meningkatkan produktivitas dan daya saing mereka. Intinya, para peneliti maupun yang bergelut dalam bidang pertanian dapat menciptakan suatu teknologi informasi dan komunikasi untuk bidang pertanian (informatika pertanian) yang dapat digunakan secara bersamaan meningkatkan kompetensi dan kemanfaatan teknologi Informasi dan Komunikasi bagi pengembang bidang pertanian dalam arti luar di Indonesia [5]. Adanya dukungan teknologi Informasi dan Komunikasi serta peran aktif berbagai Institusi pemerintahan ataupun dinas dan masyarakat, jaringan Informasi bidang pertanian ditingkat petani diharapkan bisa terwujud.

2. METODE PENELITIAN

Logika *fuzzy* merupakan metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem sederhana, embedded system, jaringan PC, sistem kontrol, dan multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data. Metodologi ini dapat dipakai pada software, hardware, ataupun keduanya[6]. Nilai keanggotaan logika *fuzzy* kemungkinan berada diantara 0 dan 1, artinya suatu keadaan dapat mempunyai keadaan dengan nilai “dan”, tidak seperti logika klasik yang dinyatakan segala sesuatu bersifat biner yang mempunyai dua kemungkinan “atau”.

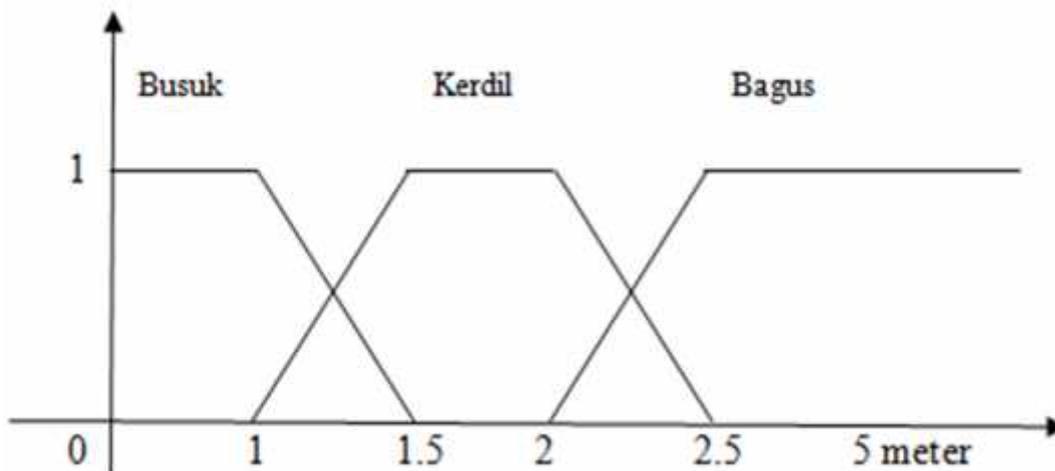
Alasan memakai logika *fuzzy* adalah karena *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, *fuzzy* dapat memodelkan fungsi nonlinear yang sangat kompleks, mengaplikasikan pengalaman pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, didasarkan pada bahasa yang mudah dipahami.

1. Fuzzyfikasi

Menentukan himpunan *fuzzy* gejala - gejala yang terjadi atas dasar nilai, gejala yang di dapat dari data penyakit tanaman tebu. Berikut adalah fungsi keanggotaan dari gejala penyakit tanaman tebu .

a. Fungsi Keanggotaan Tunas

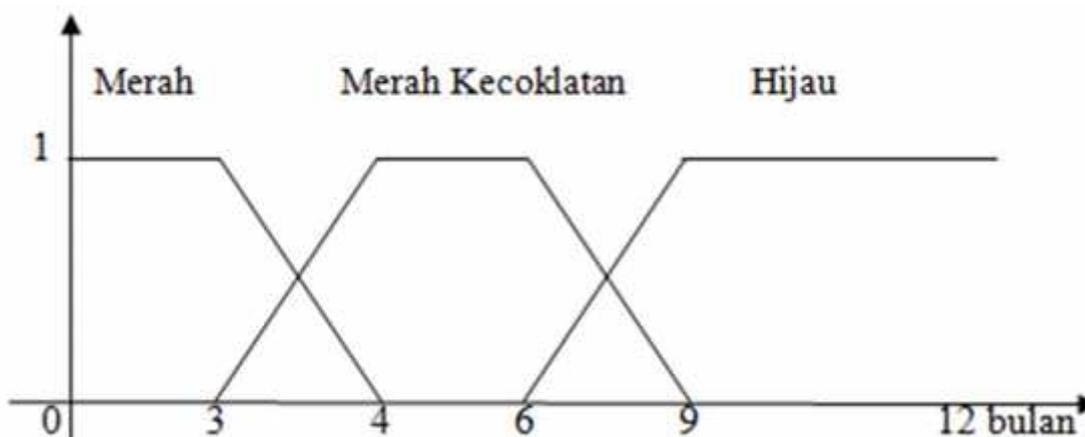
Bedasarkan hasil wawancara dengan ahli pakar tanaman tebu dikatakan busuk jika tinggi tunas kurang dari atau sama dengan 1 meter, kerdil antara 1 sampai dengan 2,5 meter dan tunas dikatakan bagus jika tinggi tunas lebih dari 2,5 meter. Kriteria tunas terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : Busuk (0 1,5), Kerdil (1 2,5), Bagus (2 5). Himpunan Busuk, Kerdil dan Bagus menggunakan fungsi keanggotaan yang berbentuk trapesium



Gambar 1 Diagram Fungsi Keanggotaan Tunas

b. Fungsi Keanggotaan Batang

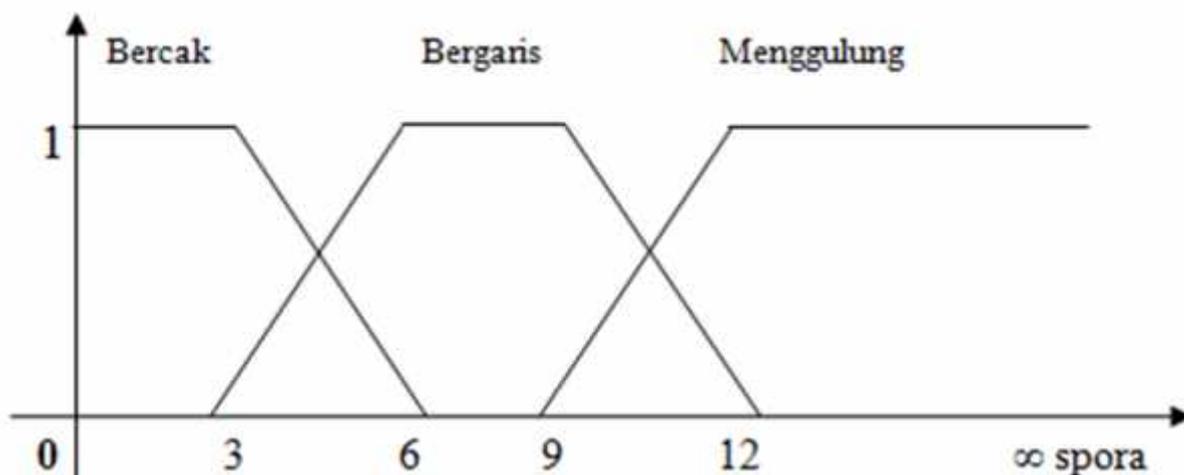
Sedangkan dilihat dari batang dapat dikatakan merah jika umur batang ≤ 3 bulan, Merah Kecoklatan antara 3 sampai dengan 9 bulan dan Hijau jika umur batang ≥ 6 bulan. Kriteria batang terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu; Merah (0 4), Merah Kecoklatan (3 9), Hijau (6 12). Himpunan Merah, Merah Kecoklatan dan Hijau menggunakan fungsi keanggotaan yang berbentuk trapesium.



Gambar 2 Diagram Fungsi Keanggotaan Batang

c. Fungsi Keanggotaan Daun

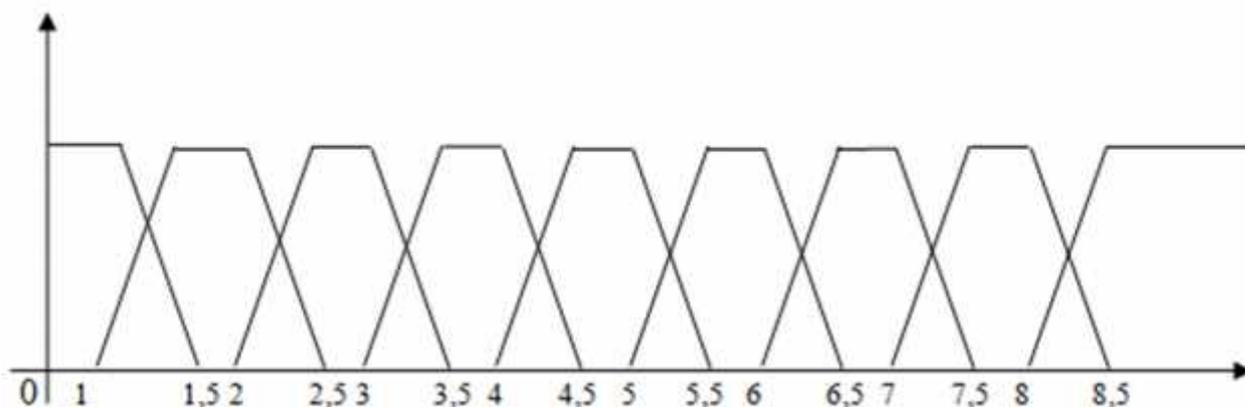
Dilihat dari daun dapat dikatakan bercak daun memiliki ≤ 3 spora, Bergaris antara 3 sampai dengan 12 spora dan Menggulung jika daun ≥ 12 spora. Kriteria daun terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu; Bercak (0 6), Bergaris (3 12), Menggulung (12 ∞). Himpunan Bercak, Bergaris dan Menggulung menggunakan fungsi keanggotaan yang berbentuk trapesium.



Gambar 3 Diagram Fungsi Keanggotaan Daun

d. Variabel Penyakit Tanaman Tebu

Variabel tunas memiliki 9 kategori yaitu Luka Api, Pokahbung, Blendok, Nenas, Mozaik Virus, Pembuluh, Becak Mata, Busuk Merah, Upih Daun. Dari kategori tersebut fungsi keanggotaan pada himpunan *fuzzy* dapat diketahui.



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Penyakit Tanaman Tebu

2. Pembentukan Rules

Fuzzy Tsukamoto memiliki bentuk *rules* seperti dibawah ini :

IF (X IS A) AND (Y IS B) THEN (Z IS C)

Dimana A, B, dan C adalah himpunan fuzzy

Misalkan terdapat 2 *rules* berikut :

IF (Hujan is A1) AND (Basah is B1) THEN (Licin is C1)
 IF (Panas is A2) AND (Kering is B2) THEN (Melekat is C2)

Tabel 2 Rules Perhitungan Fuzzy

No	IF			THEN
	Tunas	Batang	Daun	
1	Busuk	Merah	Menggulung	Busuk Mrh
2	Busuk	Merah	Bergaris	Busuk Mrh
3	Busuk	Merah	Bercak	Busuk Mrh
4	Busuk	Merah Keck	Menggulung	Luka Api
5	Busuk	Merah Keck	Bergaris	Pokahbung
6	Busuk	Merah Keck	Bercak	Nenas
7	Busuk	Hijau	Menggulung	Luka Api
8	Busuk	Hijau	Bergaris	Luka Api
9	Busuk	Hijau	Bercak	Upih Daun
10	Kerdil	Merah	Menggulung	Pembuluh
11	Kerdil	Merah	Bergaris	Pembuluh
12	Kerdil	Merah	Bercak	Pembuluh
13	Kerdil	Merah Keck	Menggulung	Nenas
14	Kerdil	Merah Keck	Bergaris	Nenas
15	Kerdil	Merah Keck	Bercak	Nenas
16	Kerdil	Hijau	Menggulung	Luka Api
17	Kerdil	Hijau	Bergaris	Mozaik
18	Kerdil	Hijau	Bercak	Upih Daun
19	Bagus	Merah	Menggulung	Luka Api
20	Bagus	Merah	Bergaris	Mozaik
21	Bagus	Merah	Bercak	Upih Daun
22	Bagus	Merah Keck	Menggulung	Luka Api
23	Bagus	Merah Keck	Bergaris	Blendok
24	Bagus	Merah Keck	Bercak	Becak Merah
25	Bagus	Hijau	Menggulung	Upih Daun
26	Bagus	Hijau	Bergaris	Mozaik
27	Bagus	Hijau	Bercak	Upih Daun

3. Mesin Inferensi

Penggunaan implikasi MIN untuk mendapat nilai α -predikat dari tiap rule (a_1, a_2, \dots, a_n). Lalu nilai α -predikat digunakan dalam penghitungan *output* hasil dari inferensi masing – masing *rules*.

4. Defuzzyfikasi

5.

Output diperoleh dari rata – rata pembobotan :

$$Z = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2}{a_1 + a_2} \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil percobaan didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3 Pengujian Sistem

No	Tunas	Batang	Daun	THEN	Program tes
1	Busuk (1)	Merah (2.9)	Menggulung (9)	Busuk Mrh	Benar
2	Busuk (1)	Merah (2.8)	Bergaris (7)	Busuk Mrh	Benar
3	Busuk (1)	Merah (2.6)	Bercak (1)	Busuk Mrh	Benar
4	Busuk (1)	Merah Keck (4.2)	Menggulung (13)	Luka Api	Benar
5	Busuk (1)	Merah Keck (4.3)	Bergaris (6.2)	Pokahbung	Benar
6	Busuk (1)	Merah Keck (4.4)	Bercak (2)	Nenas	Benar
7	Busuk (0.7)	Hijau (9.2)	Menggulung (13)	Luka Api	Benar
8	Busuk (0.8)	Hijau (10)	Bergaris (7)	Luka Api	Benar
9	Busuk (0.3)	Hijau (9.8)	Bercak (2)	Upih Daun	Benar
10	Kerdil (1.6)	Merah (1)	Menggulung (12.5)	Pembuluh	Benar
11	Kerdil (1.8)	Merah (2.1)	Bergaris (7)	Pembuluh	Benar
12	Kerdil (1.9)	Merah (2.5)	Bercak (2.3)	Pembuluh	Benar
13	Kerdil (1.6)	Merah Keck (5)	Menggulung (13.5)	Nenas	Benar
14	Kerdil (1.7)	Merah Keck (5.5)	Bergaris (7)	Nenas	Benar
15	Kerdil (1.7)	Merah Keck (4.2)	Bercak (2.6)	Nenas	Benar
16	Kerdil (1.9)	Hijau (9.5)	Menggulung (12.5)	Luka Api	Benar
17	Kerdil (1.7)	Hijau (9.7)	Bergaris (7.2)	Mozaik	Benar
18	Kerdil (1.6)	Hijau (10)	Bercak (2.7)	Upih Daun	Benar
19	Bagus (2.7)	Merah (2.4)	Menggulung (12.4)	Luka Api	Benar
20	Bagus (2.6)	Merah (2)	Bergaris (8)	Mozaik	Benar
21	Bagus (4)	Merah (2.3)	Bercak (2.4)	Upih Daun	Benar

22	Bagus (3)	Merah Keck (5.2)	Menggulung (13.2)	Luka Api	Benar
23	Bagus (3.1)	Merah Keck (5.5)	Bergaris (7.5)	Blendok	Benar
24	Bagus (3.5)	Merah Keck (5.6)	Bercak (2.3)	Becak Merah	Benar
25	Bagus (3.9)	Hijau (10)	Menggulung (13.3)	Upih Daun	Benar
26	Bagus (4.1)	Hijau (9.5)	Bergaris (7.6)	Mozaik	Benar
27	Bagus (4.3)	Hijau (9.7)	Bercak (2.8)	Upih Daun	Benar
28	BusukKerdil (1,3)	Merah (2,9)	Bercak (2)	Pokahbung	Salah
29	KerdilBagus (2,1)	MerahKck Hijau (8)	BergarisMenglng (10)	Becak Merah	Benar
30	Kerdil (1,7)	Merah (2)	Bercak Bergaris (4)	Pembuluh	Salah
31	Bagus (3,2)	Merah Kckltn (4)	Bergaris (5)	Mozaik	Benar
32	Kerdil (1,6)	Merah Kckltn (4,3)	Bergaris (9,5)	Luka Api	Benar
33	Kerdil Bagus (2,5)	MerahKck Hijau (7,8)	Bercak Bergaris (5)	Upih Daun	Benar
34	Bagus (3,4)	MerahKck Hijau (8,7)	Bercak Bergaris (5)	Upih Daun	Benar
35	KerdilBagus (2,4)	MerahKck Hijau (7,8)	BergarisMenglng (9,1)	Becak Merah	Salah
36	BusukKerdil (1,4)	Merah Kckltn (3,5)	Bercak Bergaris (6)	Nenas	Benar
37	BusukKerdil (1,3)	Merah Kckltn (5)	BergarisMenglng (11)	Luka Api	Benar
38	BusukKerdil (1,3)	MerahKck Hijau (7)	Bercak Bergaris (4)	Blendok	Salah
39	Bagus (5)	Merah (2)	Bercak Bergaris (4)	Upih Daun	Benar
40	KerdilBagus (2,3)	Merah MerahKckltn (3,5)	BergarisMenglng (9,2)	Becak merah	Benar
41	BusukKerdil (1,3)	Merah (3)	Mengulung (9)	Pembuluh	Benar
42	BusukKerdil (1,2)	MerahKck Hijau (7)	Bergaris (8)	Luka api	Benar
43	KerdilBagus (2,3)	Hijau (10)	BercakBergaris (4)	Upih daun	Benar
44	Kerdil (1,7)	MerahMerahKck (3,2)	Bercak (2)	Nenes	Benar
45	Kerdil (1,7)	Merah (2)	BercakBergaris (4)	Nenas	Salah

Dari 45 percobaan tes ada 5 yang kurang sesuai dengan hasil diagnosa dari petani dan hasil yang sesuai berjumlah 40.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Akurasi} &= \frac{40}{45} \times 100 \% \\ &= 0,8889 \times 100 \% \\ &= 88,889 \% \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dikerjakan dari bab-bab sebelumnya, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Fuzzy tsukamoto dapat mendiagnosa penyakit tanaman tebu dengan menggunakan variabel tunas, batang dan daun
2. Kesamaan perhitungan sistem dengan data-data yang telah diambil di perkebunan tebu memiliki persentase 88,889 %
3. Dengan hasil tersebut aplikasi ini dapat digunakan oleh petani tebu dan yang membutuhkannya

4.2 Saran

Setelah melakukan uji coba dengan aplikasi, penulis memiliki beberapa saran dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Aplikasi ini masih memiliki banyak kekurangan yang pertama adalah inputan yang digunakan masih memakai angka semua maka dari itu penulis berharap untuk bisa dikembangkan kedepannya
2. Semoga untuk kedepannya aplikasi ini dapat dikembangkan dengan bahasa yang berbeda seperti Visual Studio, PHP, JAVA. Agar dapat diakses melalui hp android ataupun website untuk mempermudah petani ataupun pengguna.
3. Penulis berharap pengembangan sistem ini dengan metode lain seperti Baive Bayes, CF, ataupun Fuzzy yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Nurhayanti, "Jenis Hama Dan Pengendalian Pada Tanaman Tebu." .
- [2] S. Hidayat and L. Belakang, "APLIKASI UNTUK MENDEKTEKSI JENIS PENYAKIT PADA TANAMAN TEBU DAN CARA PENANGANANNYA," *UNIKOM*, vol. 1, pp. 1–7, 2010.
- [3] Y. Y. Fitri Yuniarti, "SERANGAN CHILO SACCHARIPHAGUS PADA TEBU DI WILAYAH PROVINSI JAWA TIMUR PADA BULAN AGUSTUS 2013," vol. 1, pp. 0–5, 2013.
- [4] T. Crop, E. Statistics, and O. Indonesia, "TEBU (SUGAR CANE)," *Direktur Jendral Perkeb.*, no. December 2014, pp. 1–50, 2015.
- [5] R. Ardiansyah, "Peranan Teknologi Informasi Dalam Aspek Pembangunan Pertanian," *Univ. Jember*, vol. 1, pp. 1–7, 2015.
- [6] D. V. S. T sutojo S.Si, M.Kom, Edy Mulayanto S.Si, M.Kom, *Kecerdasan Buatan*. ANDI Yogyakarta, 2011.