

Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor

Andi Tenri Sumpala¹, Muhammad Nurtanzis Sutoyo²

¹²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi
Jl. Pemuda No.339 Kolaka Sulawesi Tenggara
¹foleta.21@gmail.com, ²mns.usn21@gmail.com

Abstrak

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memberikan kontribusi dalam pembangunan ekonomi nasional. Salah satu yang membuat hasil produksi kakao menjadi menurun, yaitu dengan adanya penyakit yang ada pada tanaman kakao. Dimana penyakit pada kakao merupakan faktor yang paling merugikan dalam produksi tanaman kakao. Pendiagnosian terhadap penyakit pada tanaman kakao harus dilakukan secepat mungkin, dikarenakan penyakit pada tanaman kakao dapat dengan cepat menyerang serta menyebar. Dalam hal ini sistem pakar dapat dijadikan alternatif dalam memecahkan permasalahan seorang pakar dalam mendiagnosis penyakit tanaman kakao. Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer. Sedangkan metode yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah certainty factor dan forward chaining. Berdasarkan hasil pengujian terhadap Sistem Pakar diagnosis Penyakit tanaman kakao dengan metode Certainty Factor dan dan forward chaining keakuratan dengan sistem pakar menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 99%.

Kata Kunci : Kakao, Certainty factor, forward chaining

1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara produsen Kakao ketiga terbesar di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Kementerian Pertanian (Kementan) menginginkan Indonesia menjadi penghasil 3 komoditas perkebunan yakni kopi, teh dan kakao terbaik di dunia. Kementan melakukan berbagai cara untuk mewujudkan itu. Kementan telah sukses swasembada beras, jagung, bawang merah dan cabai. Kini pihaknya fokus pada komoditas hortikultura dan komoditas perkebunan (Detik, 2017).

Program pemerintah akan dapat terwujud bila permasalahan yang dihadapi perkebunan kakao dapat diatasi dengan baik. Permasalahan paling utama yang muncul untuk mengembangkan kakao secara luas menghadapi hambatan antara lain adanya serangan hama dan penyakit. Beberapa penyakit yang sering terdapat pada tanaman kakao dan penanganannya sudah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya Hakkar dkk (2014) melakukan penelitian terhadap penyakit busuk buah yang disebabkan *Phytophthora palmivora* merupakan penyakit penting yang berperan dalam penurunan produksi kakao, dimana penggunaan cendawan endofit dilakukan untuk mengendalikan penyakit ini. Rosmana, dkk (2013) melakukan penelitian *Identification of a Disease on Cocoa Caused by Fusarium Sulawesi*, penelitian ini membuktikan bahwa Fusarium adalah patogen yang menyebabkan dieback dan penyakit ini disebut Fusarium vascular dieback (FVD).

Tingginya serangan hama penyakit selain dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti iklim juga disebabkan oleh beberapa faktor lain yakni minimnya penyuluhan dan kurangnya bimbingan teknis kepada petani dalam memberikan inisiatif dan motivasi dalam mengelola kebun mereka yang mengakibatkan terjadinya penurunan produksi. Ada tiga kendala utama penyuluhan di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara antara lain kurangnya jumlah penyuluh, kurangnya kapasitas secara teknis dan motivasi untuk berinovasi dan keterbatasan jumlah kendaraan yang digunakan untuk kunjungan lapangan dan kurangnya fasilitas penelitian dan percobaan dan menciptakan teknik inovasi untuk meningkatkan produksi tanaman (Martini dkk, 2012). Oleh karena itu pentingnya edukasi tentang hama dan penyakit serta penanggulangannya kepada petani menjadi hal yang utama dalam peningkatan produksi yang dapat dilakukan dengan berbagai cara. Alternatif untuk menjawab permasalahan itu adalah dengan menghadirkan sebuah prototipe sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman kakao. Menurut Turban dkk (2002) sistem pakar adalah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang dimasukkan ke dalam komputer untuk memecahkan masalah-masalah yang biasanya diselesaikan oleh pakar. Keunggulan yang dimiliki sistem pakar yakni siapapun pengguna (*user*) baik itu

orang memiliki pemahaman dalam bidang tertentu atau orang awam memungkinkan untuk mengerjakan pekerjaan pakar, hal ini dikarenakan ciri utama sistem pakar yakni pengetahuan dan penalaran yang diadopsi dari para pakar, sehingga pengetahuan dan keahlian pakar sudah tersedia di dalam sistem.

Metode yang digunakan untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kakao menggunakan *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* serta basis pengetahuan yang dapat ditambah sesuai perkembangan pengetahuan sehingga program ini dibuat bertindak sebagai konsultan yang cerdas dalam mendiagnosa hama dan penyakit. Sistem pakar dirancang berbasis dekstop dengan menggunakan Microsoft Visual Foxpro 9.0

Telah banyak penelitian tentang sistem pakar dengan menggunakan metode *certainty factor*. Metode *certainty factor* untuk mendiagnosa penyakit sapi (Sibagariang, 2008). Metode *certainty factor* untuk diagnosis penyakit kejiwaan (Mevung et al., 2017). Dimana berdasarkan hasil penelitian mengenai sistem pakar mendiagnosis penyakit kejiwaan menggunakan metode *Certainty Factor* memiliki tingkat akuratan sebesar 80%. Selanjutnya metode *certainty factor* untuk mendiagnosis penyakit unggas (Rohajawati & Supriyati, 2010). Dimana berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *certainty factors* dapat memberikan hasil yang akurat dari perhitungan bobot untuk kesimpulan diagnosis yang dihasilkan. Penerapan metode *certainty factor* selanjutnya digunakan untuk diagnosis hama dan penyakit tanaman tembakau (Arifin, Slamini, & Retnani, 2017).

Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses konsultasi yang dilakukan user untuk mendapatkan hasil data hama atau penyakit dalam persentasenya, nilai tertinggi yang dicapai ialah 99.9%. Walaupun tidak pernah mencapai angka 100%, tetapi dengan menggunakan metode *certainty factor* dalam penerapan sistem pakar masih sangat cocok.

2 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada proses pembangunan aplikasi sistem pakar yang umum, yaitu dengan konsep *System Development Life Cycle* (SDLC). Diawali dengan identifikasi masalah kemudian dilanjutkan dengan menerapkan aturan inferensi dari gejala-gejala hama dan penyakit tanaman kakao sampai menemukan antecedent (Klausula if-Then) dimulai dari informasi masukan (if) dimana informasi dapat berupa data dari pakar atau pengamatan terhadap gejala-gejala-gejala yang menjangkiti tanaman kakao kemudian menuju konklusi (Then), selanjutnya mengakomodasi ketidakpastian dengan menggunakan metode *certainty factor*, untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti atau tidak pasti.

2.1 Penyakit Tanaman Kakao

Kakao (*Thebroma cacao*) atau coklat merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan, dan devisa negara. Hama dan Penyakit pada tanaman kakao yang bersumber dari wawancara dengan staf ahli dinas Perkebunan Kolaka disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Penyakit tanaman kakao

Nama Penyakit	Gejala
Busuk buah	- Buah kakao berbercak coklat kehitaman
Kanker batang	- Kulit batang agak berlekuk dan berwarna lebih gelap atau kehitam-hitaman - Sering terdapat cairan kemerahan yang kemudian tampak seperti lapisan karat - Jika lapisan kulit luar dibersihkan maka tampak lapisan dibawahnya

	<p>membusuk dan berwarna merah anggur</p> <p>- bintik-bintik coklat pada daun muda, bercak coklat yang tidak beraturan</p> <p>- Infeksi pada daun muda dapat menyebabkan gugur daun</p> <p>- ranting gundul berbentuk seperti sapu, sering berlanjut dengan mati ranting</p> <p>- bintik-bintik coklat pada buah muda yang berkembang menjadi bercak coklat berlekuk (<i>antraknose</i>), buah muda yang terserang menjadi layu, kering, dan mengeriput</p>
Antraknose	
VSD	<p>- Daun menguning dengan bercak-bercak hijau</p> <p>- Pada sayatan bekas duduk daun yang sakit tampak tiga noktah berwarna coklat kehitaman</p> <p>- Garis-garis coklat pada jaringan kayu</p> <p>- Lentisel dari ranting sakit membesar</p> <p>- Nekrosis di antara tulang daun seperti gejala kekurangan unsur Ca</p>
Jamur Upas	<p>- Infeksi pada sisi bagian bawah cabang dan ranting</p> <p>- Jamur membentuk miselium tipis mengkilat seperti sutera atau perak.</p>
Penyakit Akar	<p>- Daun menguning</p> <p>- Terdapat jamur pada akar</p>

Tabel 2. Hama tanaman kakao

Nama Hama	Gejala
Penggerek Buah kakao	<p>- Buah tampak masak sebelum waktunya</p> <p>- Buah yang dibelah berwarna coklat-kehitaman</p> <p>- Terdapat bekas</p>

	gerekan larva warna hitam kecoklatan
	- Sulit dipisahkan antara biji dengan kulit buah
Helopeltis	- noda hitam kecil pada permukaan kulit buah kakao
	- daun gugur dan ranting tanaman akan tampak seperti lidi
Penggerek Batang	- Terdapat lubang pada batang, ranting atau cabang
	- Permukaan lubang terdapat kotoran serpihan jaringan
Ulat Kilan	- Daun berlubang
	- Pucuk tanaman gundul

2.2 Metode Certainty Factor

Dalam aplikasi sistem pakar terdapat suatu metode untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian data, salah satu metode yang digunakan adalah faktor kepastian (*certainty factor*). Ada dua macam faktor kepastian yang digunakan, yaitu faktor kepastian yang diisikan oleh pakar bersama dengan aturan dan faktor kepastian yang diberikan pengguna. *Certainty factor* (CF) menunjukkan ukuran kepastian suatu fakta atau aturan (Kusumadewi, 2003). Rumus umum menentukan Certainty Factor adalah sebagai berikut.

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[H,E]$$

Dimana :

CF[h,e] adalah faktor kepastian, MB[h,e] adalah ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan *evidence* e (antara 0 dan 1), dan

MD[h,e] adalah ukuran ketidakpercayaan terhadap *evidence* h, jika diberikan *evidence* e (antara 0 dan 1).

Untuk menentukan nilai CF akhir pada suatu diagnosa maka menggunakan rumus CFparalel sebagai berikut.

$$CF[h,e1^e2] = CF[h,e1] + CF[h,e2] \cdot (1 - CF[h,e1])$$

Dengan CF[h,e1^e2] adalah faktor kepastian paralel, CF[h,e1] adalah ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan *evidence* e pertama (antara 0 dan 1), CF[h,e2] adalah ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan *evidence* e kedua (antara 0 dan 1).

Di dalam MYCIN terdapat aturan untuk menggabungkan *evidence* anteseden yang terdapat dalam sebuah kaidah (Hartati & Iswanti, 2013). Hal ini dapat dilihat pada tabel Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi *evidence* anteseden

Evidence	Nilai Ketidakpastian
E1 and E2	Min[CF(H,E1), CF(H,E2)]

E1 or E2	Max[CF(H,E1), CF(H,E2)]
Not E	-CF(H,E)

2.3 Metode Forward Chaining

Forward Chaining (Runut maju) merupakan proses perunutan yang dimulai dengan menampilkan kumpulan data atau fakta yang meyakinkan menuju konklusi akhir (Hartati dan Iswanti, 2008). Dalam melakukan perunutan untuk mencocokkan fakta yang tersimpan dalam basis pengetahuan menggunakan beberapa aturan inferensi untuk sampai pada kesimpulan. Menurut Akil (2017) Mesin inferensi yang menggunakan *forward chaining* mencari aturan-aturan inferensi sampai menemukan satu dari *antecedent* (klausa IF-THEN) yang benar, ketika aturan tersebut ditemukan maka mesin pengambil keputusan dapat membuat kesimpulan serta akan terus mengulang melalui proses ini sampai sasaran ditemukan.

3 Hasil Dan Pembahasan

Selanjutnya akan dibahas mengenai pengujian terhadap sistem pakar yang telah dibuat. Metode diagnosa yang digunakan, yaitu wawancara. Dimana metode wawancara mengadopsi cara kerja atau cara dokter mendignosa pasien, maka dalam hal ini pengguna dapat memilih gejala pada tanaman kakao. Basis pengetahuan dibuat terlebih dahulu menjadi sebuah rule untuk gejala tiap penyakit maupun hama dengan menggunakan runut maju. Tiap metode diagnosa memiliki gejala-gejala yang kemudian tiap gejala tersebut dipasangkan dengan satu penyakit dan diberikan nilai *certainty factor* sesuai dengan penilaian pakar. Gejala untuk tiap penyakit dituangkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Tabel Aturan

Rule	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	Penyakit	CF
R1	Y	Y	Y															P1	0.9
R2	Y	Y																P1	0.85
R3	Y	Y	Y		Y													P1	0.85
R4	Y	Y	Y															P1	0.9
R5	Y	Y																P1	0.85
R6			Y	Y														P2	0.8
R7			Y	Y														P2	0.8
R8			Y	Y														P2	0.85
R9				Y	Y													P3	0.8
R10	Y			Y	Y													P3	0.85
R11	Y			Y	Y													P3	0.85
R12					Y	Y	Y											P4	0.9
R13					Y	Y												P4	0.8
R14					Y	Y	Y											P4	0.85
R15					Y	Y	Y											P4	0.85
R16							Y	Y										P5	0.8
R17							Y	Y	Y									P5	0.85
R18							Y	Y										P5	0.85
R19								Y	Y									P5	0.85
R20							Y	Y	Y									P5	0.9
R21									Y	Y								P6	0.8
R22									Y	Y								P6	0.9
R23									Y	Y								P6	0.8
R24										Y	Y	Y						P7	0.95
R25											Y	Y						P7	0.95

Pengujian dilakukan dengan memilih pertanyaan gejala pada menu diagnosa penyakit dengan memberi centang pada checkbox masing-masing pertanyaan dan memberikan nilai CF lalu membandingkan nilai CF total hasil keluaran penyakit dengan perhitungan manual berdasarkan basis pengetahuan yang sudah ditetapkan

Gejala-gejala	Nilai CF
<input type="checkbox"/> 1. Buah kakao berbercak coklat kehitaman	0.70
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Kulit batang agak berlekuk dan berwarna lebih gelap	0.87
<input checked="" type="checkbox"/> 3. Terdapat cairan kemerahan	0.70
<input type="checkbox"/> 4. Lapisan kulit luar membusuk dan berwarna merah	0.00
<input type="checkbox"/> 5. Pada daun terdapat bercak coklat yang tidak beraturan	0.00
<input type="checkbox"/> 6. Ranting gundul berbentuk seperti sapu	0.00
<input type="checkbox"/> 7. Terdapat bintik-bintik coklat pada buah muda	0.00
<input type="checkbox"/> 8. Daun menguning dengan bercak-bercak hijau	0.00
<input type="checkbox"/> 9. Garis-garis coklat pada jaringan kayu	0.00
<input type="checkbox"/> 10. Infeksi pada sisi bagian bawah cabang dan ranting	0.00
<input type="checkbox"/> 11. Jamur mengkilat seperti sutera atau perak	0.00

Hitung CF: 0.99

Nama Penyakit: Kanker Batang

(a) Kulit batang yang membusuk dikupas sampai batas kulit yang sehat. (b) Oleskan pada kupasan dengan fungisida tembaga konsentrasi 5% formulasi. (c) Apabila serangan pada kulit batang sudah hampir melingkar, maka tanaman dipotong atau dibongkar

Gambar 1. Pilihan pertanyaan

Pada gambar 1 dipilih dua gejala yang akan di diagnosa. Dimana masing-masing nilai CF untuk gejala kulit batang agak berlekuk dan berwarna lebih gelap sebesar 0.87, gejala terdapat cairan kemerahan nilai CF sebesar 0,70.

Setelah pengguna memilih data gejala pada checkbox pertanyaan dan memberikan nilai CF, sistem akan mencari id_gejala tersebut pada tabel datagejala, lalu id_gejala tersebut digunakan untuk mencari data penyakit dan nilai CF di tabel hitung.

Semua data tersebut akan dikirimkan ke tabel hitung untuk dilakukan perhitungan. Di tabel diagnosa pada gambar 1, muncul beberapa penyakit yang memiliki kesesuaian dengan masukan gejala dari checkbox pertanyaan dengan nilai CF tiap pasangan id_penyakit dan id_gejala yang didapat dari tabel latihan.

Dari hasil perhitungan sistem pakar diperoleh hasil diagnosa berdasarkan gejala yang diinputkan adalah penyakit kanker batang dengan nilai CF 0,97.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan manual untuk sampel salah satu penyakit, yaitu penyakit kanker batang.

$$CF_1 = 0.70$$

$$CF_2 = 0.70 + 0.87 * (1 - 0.70) = 0.96$$

$$CF_3 = 0.96 + 0.70 * (1 - 0.96) = 0.99$$

Dari hasil perhitungan manual, didapatkan nilai yang sama dengan nilai CF perhitungan sistem pakar. Ini membuktikan perhitungan nilai CF pada sistem pakar ini benar.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap Sistem Pakar diagnosis Penyakit tanaman kakao dengan Metode *Certainty Factor*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem ini dapat menganalisis jenis penyakit tanaman kakao dengan metode *certainty factor*. Berdasarkan hasil pengujian tingkat keakuratan yang telah dilakukan dengan sistem pakar menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 99%.
2. Hasil dari perhitungan secara manual dengan perhitungan pada sistem pakar memiliki hasil diagnosa berupa nilai kepercayaan yang sama.

Daftar Pustaka

- Arifin, M., Slamini, & Retnani, W. E. Y. (2017). Penerapan Metode Certainty Factor Untuk Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Tembakau. *Berkala Saintek*, 5(1), pp 21-28.
- Hakkar, A.A., Ade R., Muhammad D.R., 2014. Pengendalian Penyakit Busuk Buah Phytophthora pada Kakao dengan Cendawan Endofit *Trichoderma asperellum*. *Fitopatologi Indonesia*. 10(5): 139 – 144
- Hartati, S., & Iswanti, S. (2013). *Sistem Pakar dan Pengembangannya* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)* (1st ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mevung, F. I., Suyatno, A., Maharani, S., Komputer, I., Ilmu, F., Informasi, T., & Mulawarman, U. (2017). Diagnosis Penyakit Kejiwaan Menggunakan Metode Certainty Factor. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 2(1), pp 374-380.
- Rohajawati, S., & Supriyati, R. (2010). Sistem Pakar: Diagnosis Penyakit Unggas Dengan Metode Certainty Factor. *CommIT*, 4(1), pp 41-46.
- Rosmana, A, Hikmawati, Zulfikar, M, Asman, Fadillah D, 2013, Identification of a Disease on Cocoa Caused by Fusarium Sulawesi, *Pelita Perkebunan* 29(3) : 210-219
- Sibagariang, S. (2008). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Android. *Jurnal TIMES*, 3(2), pp 35-39.
- Turban, Efraim, Aronson, Jay, 2002, *Decision Support System and Intelligent System*, Prentice Hall, New Jersey.
- Detik.com, Yunita, NW, 2017, <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-3505693/langkah-kementan-wujudkan-kopi-teh-dan-kakao-jadi-terbaik-di-dunia> (diakses tanggal 3 Juni 2017)