
ANALISIS PERBANDINGAN PENERAPAN METODE BAYES DAN CERTAINTY FACTOR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN KAKAO

¹Dirja Nur Ilham, ²Hardisal, ³Rudi Arif Candra

^{1,3} Dosen Teknik Komputer Politeknik Aceh Selatan

² Dosen Teknik Informatika Politeknik Aceh Selatan

Email: ¹dirja@poltas.ac.id; ¹dirja.poltas@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol3No1.pp21-29>

ABSTRAK

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang sangat menjanjikan dijadikan bisnis dikarenakan kebutuhannya sangat banyak, membuat banyak petani mengembangkan perkebunan kakao sehingga banyak petani yang ingin mengetahui mengenai budidaya juga mengenai hama dan penyakit tanaman kakao dan juga penanggulangannya menjadi kebutuhan masyarakat perkebunan. Namun tidak diimbangi dengan keberadaan pakar dibidang penyakit tanaman kakao, sehingga penulis memandang perlu di buat sebuah sistem pakar yang bisa membantu petani kakao untuk mendapatkan informasi tentang cara budidaya dan penanganan penyakit tanaman kakao.

Kata Kunci: *Bayes, Certainty Factor, Kakao.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang sesuai untuk perkebunan rakyat, karena tanaman ini dapat berbunga dan berbuah sepanjang tahun, sehingga dapat menjadi sumber pendapatan harian atau mingguan bagi pekebun.

Tanaman kakao berasal dari daerah hutan hujan tropis di Amerika Selatan. Di daerah asalnya, kakao merupakan tanaman kecil di bagian bawah hutan hujan tropis dan tumbuh terlindung pohon-pohon yang besar. Dari biji tumbuhan ini dihasilkan produk olahan yang dikenal sebagai cokelat, yang dapat diolah menjadi berbagai produk, dari makanan sampai bahan pembuat kosmetik.

Sebagai efek dari berkembang pesatnya budidaya tanaman kakao ini adalah meningkatnya permintaan akan kebutuhan informasi mengenai budidaya tanaman ini. Tidak hanya bagaimana cara pembudidayaan dan pengolahannya saja, termasuk informasi mengenai hama dan penyakit tanaman kakao dan cara penanggulangannya menjadi

kebutuhan masyarakat perkebunan. Namun hal tersebut tidak diimbangi dengan pengaduan informasi yang cukup bagi masyarakat perkebunan. Masih jaranganya keberadaan pakar yang memudahkan masyarakat mendapat informasi khususnya informasi mengenai penyakit tanaman kakao juga menjadi kendala tersendiri bagi para pekebun tanaman kakao.

Sistem pakar (*expert system*) adalah suatu program aplikasi komputerisasi yang berusaha menirukan proses penalaran dari seorang ahlinya dalam memecahkan masalah spesifikasi atau bisa dikatakan merupakan duplikat dari seorang pakar karena pengetahuannya disimpan didalam basis pengetahuan untuk diproses pemecahan masalah. Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) yang digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*) yang digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar. Sistem pakar terbukti dapat

menjadi alternatif solusi yang menawarkan banyak keunggulan dibandingkan sistem manual/konvensional.

Dalam sistem pakar terdapat banyak metode untuk menentukan keakuratan prediksi sistem. Banyaknya metode yang ada dapat mengakibatkan pengembang sistem mengalami kebingungan dalam memilih metode yang tepat untuk diterapkan dalam sistem yang akan dibangun. Studi analisis perbandingan metode dibutuhkan untuk mengetahui seberapa efektif dan akurat sebuah metode dapat memprediksi, sehingga diharapkan dapat menjadi masukan bagi para pengembang sistem dalam memilih metode yang akan digunakan untuk membangun sebuah sistem pakar.

Diantara metode penentuan keakuratan prediksi yang sering digunakan dalam sistem pakar adalah Certainty Factor dan Teorema Bayes. Kedua metode ini memiliki konsep yang sederhana dan mudah untuk dipelajari dan dipahami, sehingga banyak dipakai dalam proses penentuan perhitungan keakuratan prediksi pada sistem pakar. *Certainty Factor* merupakan suatu metode untuk membuktikan ketidakpastian pemikiran seorang pakar, yang kemudian dipresentasikan dalam angka-angkayang digunakan untuk menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi (T. Sutojo, 2010). *Teorema Bayes* merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Metode ini adalah penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan integral untuk memperoleh model marginal (Arhami, 2005).

Dalam makalah ini akan dibahas mengenai analisis perbandingan kedua metode tersebut yang penerapannya digunakan untuk memdiagnosis penyakit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*).

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Certainty Factor* dan Teorema Bayes untuk mendiagnosis penyakit tanaman kakao, sehingga dapat dianalisis hasil penerapan kedua metode tersebut.

METODE PENELITIAN

Studi Literatur

Dalam makalah ini, penulisan dimulai dengan melakukan pengumpulan data gejala dan data jenis penyakit Tanaman Kakao melalui studi yang bersumber dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (2004) dan Susanto (2004). Kemudian, penulis menggunakan 100 sampel dari Tanaman Kakao yang memiliki gejala-gejala penyakit. Dari sampel yang sudah didapat, penulis memasukkan nilai-nilai yang terdapat dalam sampel tersebut ke dalam metode Bayes dan *Certainty Factor*, kemudian dilakukan uji data pada kedua metode.

Rencana Analisis

Representasi Gejala Penyakit

Adapun gejala penyakit tanaman kakao yang dipakai terdapat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Daftar Gejala Penyakit Tanaman Kakao

Kode Gejala	Deskripsi Gejala	Nilai MB	Nilai MD
g01	ada bercak cokelat kehitaman dengan batas yang jelas pada buah yang dimulai dari ujung atau pangkal buah	0,87	0,13
g02	permukaan buah menjadi busuk, basah dan berwarna cokelat kehitaman	0,75	0,25
g03	muncul serbuk berwarna putih pada permukaan buah	0,69	0,31
g04	adanya warna gelap atau kehitaman dan agak berlekuk pada kulit batang	0,64	0,36
g05	ada cairan kemerahan yang kemudian menjadi seperti lapisan karat pada bercak kehitaman tersebut	0,78	0,22
g06	lapisan bawah kulit batang yang terserang membusuk dan berwarna merah anggur	0,82	0,18
g07	mati pucuk	0,74	0,26
g08	daun menguning dengan bercak-bercak hijau pada seri daun ke-2 atau ke-3 dari ujung ranting	0,71	0,29
g09	meranting (daun gugur)	0,26	0,74
g10	pada bekas duduk daun apabila disayat akan ditemukan noktah cokelat	0,76	0,24
g11	adanya garis-garis cokelat pada jaringan kayu ranting yang sakit	0,79	0,21
g12	terdapat nekrosis diantara	0,48	0,52

	tulang daun		
g13	adanya bintik-bintik cokelat pada daun muda	0,31	0,69
g14	pada daun berkembang, bintik cokelat berubah menjadi bercak berlubang dengan jalur disekitar bercak berwarna kuning	0,73	0,27
g15	pada daun yang lebih tua, bintik nekrosis berkembang menjadi bercak nekrosis yang beraturan	0,78	0,22
g16	kerontokan pada daun muda	0,49	0,51
g17	timbul gejala hawar (mati seluruh jaringan daun sehingga berwarna cokelat)	0,17	0,83
g18	buah muda layu dan timbul bintik-bintik cokelat	0,70	0,30
g19	buah muda mengering dan mengeras (mumi)	0,87	0,13
g20	pada buah dewasa timbul bercak cokelat dan buah mengerut pada bagian ujungnya	0,97	0,03
g21	terbentuk miselium tipis (seperti sarang laba-laba) pada percabangan yang mengkilat seperti sutera atau perak	0,95	0,05
g22	adanya kumpulan hifa pada percabangan	0,96	0,04
g23	adanya kerak berwarna merah pada percabangan	0,89	0,11
g24	adanya kerak berwarna merah tua pada percabangan, biasanya pada sisi yang lebih kering	0,97	0,03
g25	adanya miselium (lapisan jamur) berwarna merah atau cokelat tua pada permukaan akar	0,85	0,15
g26	adanya miselium (lapisan jamur) berwarna merah anggur tua pada permukaan akar tanaman tua	0,85	0,15
g27	pembusukan pada akar dan mengeluarkan air bila sedikit ditekan dengan jari	0,65	0,35
g28	akar tunggang tertutup oleh kerak yang terdiri dari bulir-bulir tanah yang melekat sangat kuat, tidak hilang meski dicuci atau disikat	0,91	0,09
g29	pada akar tunggang terdapat jaringan jamur berwarna cokelat tua sampai kehitaman	0,89	0,11
g30	pada permukaan akar terdapat miselium berwarna putih yang menjalar sepanjang akar	0,87	0,13
g31	pada akar terdapat miselium berwarna putih yang	0,73	0,27

	bercabang-cabang, meluas seperti bulu		
g32	adanya miselium yang melekat erat pada akar	0,40	0,60
g33	daun menguning dan layu	0,24	0,76

Representasi Jenis Penyakit

Masing-masing jenis penyakit direpresentasikan seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2. Daftar Jenis Penyakit Tanaman Kakao

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Penjelasan
P1	Busuk Buah	Penyakit busuk buah dapat menimbulkan kerugian hasil panen mencapai 40%, terutama di daerah yang curah hujannya tinggi. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan <i>Phytophthora palmivora</i> (<i>Bulk</i>) <i>Bult</i> . Pada keadaan lembab cendawan ini dapat berkembang biak dengan cepat. Penyebaran spora dari sumber infeksi dibantu oleh percikan air dari tanah kebuah bagian bawah, dari buah yang sakit kebuah yang sehat dengan perantara hewan misalnya semut, bekicot, tupai, dll dan akibat gesekan antar buah sakit dengan buah sehat.
P2	Kanker Batang	Penyebab penyakit ini sama dengan busuk buah, namun serangannya lambat, sehingga kurang mendapat perhatian dibanding busuk buah. Kerugian akibat penyakit ini baru terasa dalam jangka waktu yang lama. Penyebab penyakit adalah <i>Phytophthora palmivora</i> (<i>Butl</i>) <i>Bult</i> . Penularan kebatang dapat terjadi dari buah-buah yang sakit melalui tangkai yang telah terinfeksi
P3	VSD (<i>Vascular Streak Dieback</i>)	Penyakit ini pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 1983 di Pulau Sebatik, Kalimantan Timur. Kemudian pada tahun 1985 penyakit ini telah merusak perkebunan kakao di Jawa Barat, Jawa Timur dan Sulawesi Tenggara. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan <i>Oncobasidium theobromae</i> Talbot dan Keane. Spora dari cendawan ini dapat disebarkan oleh angin
P4	Antraknose	Penyakit ini kini semakin

	<i>colletotrichum</i>	meluas dan merugikan. Penyakit ini timbul terutama dikebun-kebun yang naungannya rusak. Semakin rusak tanaman naungan semakin berat pula serangan penyakit ini. Jumlah daun dan buah semakin sedikit sehingga produksinya sangat rendah. Kehilangan hasil diduga dapat mencapai 75%. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> . Penyebarannya dibantu oleh air hujan, angin dan serangga.
P5	Jamur Upas	Jamur Upas banyak menyerang cabang-cabang yang sudah berkayu, terutama di daerah yang curah hujannya tinggi. Pada umumnya gejala penyakit ini terjadi pada percabangan, sebab bagian tersebut lebih lembab dari pada tempat yang lain. Penyebab penyakit ini adalah jamur <i>Corticium salmonicolor B et Br. (Upasiasalmonicolor)</i> . Jamur upas berkembang cepat pada kebun yang lembab, terutama bila pemangkasan pohon penayang atau kakao terlambat, terlebih pada musim hujan.
P6	Penyakit Akar Merah	Gejala pada akar yang sakit adalah adanya miselium berwarna merah yang dapat meluas menjadi selaput-selaput. Pada tanaman yang berumur lebih tua, warna menjadi merah anggur tua. Akar menjadi busuk basah dan mengeluarkan air bila sedikit ditekan dengan jari. Penyakit ini disebabkan oleh jamur <i>Ganoderma pseudofoeum (Wakef, Ov. et Stein)</i> . Perkembangan penyakit ini sangat dipengaruhi oleh kelembaban yang tinggi. Jamur penyebab penyakit ini terdapat pada daerah yang ketinggiannya kurang dari 900m dari permukaan laut. Penularan dari tanaman satu ketanaman lain dapat terjadi karena kontak akar.
P7	Penyakit Akar Cokelat	Akar tunggang yang terserang tertutup oleh kerak yang terdiri dari butir-butir tsnah yang melekat sangat kuat, tidak hilang meskipun dicuci dan

		disikat. Diantara butir-butir tanah tersebut terdapat jaringan jamur berwarna cokelat tua sampai cokelat kehitaman. Miselium mengeluarkan lendir, sehingga butir-butir tanah terikat kuat. Penyakit ini disebabkan oleh jamur <i>Phellinus lamaensis (Murr) Hein</i> atau <i>Fomes noxius Corner, Fomes lamaensis Murr</i> . Penularan terjadi dengan adanya kontak langsung akar sakit dengan akar yang sehat. Penularan berlangsung sangat lambat karena kontak akar besar terjadinya lebih jarang.
P8	Penyakit Akar Putih	Permukaan akar yang terserang terdapat miselium berwarna putih, yang menjalar sepanjang akar. Miselium bercabang-cabang, meluas seperti bulu. Miselium melekat erat pada permukaan akar. Penyebab penyakit ini adalah jamur <i>Leptoporus lignosus (Klot Hein et Pat)</i> atau <i>Fomes lignosus Klottz ch</i> . Jamur bertahan pada sisa-sisa akar dan kayu-kayu. Penularan lewat kontak antar akar atau dengan perantara <i>rhizomorfof</i> . Infeksi jamur lebih mudah melalui luka atau lentisel. Jamur umumnya menyerang pada kebun muda.

Representasi Pengetahuan antara Gejala Penyakit dan Jenis Penyakit

Masing-masing gejala penyakit beserta jenis penyakitnya direpresentasikan seperti tabel di bawah ini:

Tabel 3. Representasi Pengetahuan Gejala dan Jenis Penyakit Tanaman Kakao

Kode Gejala	Gejala Penyakit	Kode Penyakit							
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8
g01	ada bercak cokelat kehitaman dengan batas yang jelas pada buah yang dimulai dari ujung atau pangkal buah	√							
g02	permukaan buah	√							

	menjadi busuk, basah dan berwarna cokelat kehitaman								
g03	muncul serbuk berwarna putih pada permukaan buah	√							
g04	adanya warna gelap atau kehitaman dan agak berlekuk pada kulit batang		√						
g05	ada cairan kemerahan yang kemudian menjadi seperti lapisan karat pada bercak kehitaman tersebut		√						
g06	lapisan bawah kulit batang yang terserang membusuk dan berwarna merah anggur		√						
g07	mati pucuk			√					
g08	daun menguning dengan bercak-bercak hijau pada seri daun ke-2 atau ke-3 dari ujung ranting			√					
g09	meranting (daun gugur)			√	√	√	√	√	√
g10	pada bekas duduk daun apabila disayat akan ditemukan noktah cokelat			√					
g11	adanya garis-garis cokelat pada jaringan kayu ranting yang sakit			√					
g12	terdapat nekrotis diantara tulang daun			√					
g13	adanya bintik-bintik cokelat pada daun muda				√				
g14	pada daun berkembang, bintik cokelat berubah menjadi bercak berlubang dengan jalur disekitar bercak				√				

	berwarna kuning								
g15	pada daun yang lebih tua, bintik nekrosis berkembang menjadi bercak nekrosis yang beraturan				√				
g16	kerontokan pada daun muda					√			
g17	timbul gejala hawar (mati seluruh jaringan daun sehingga berwarna cokelat)					√			
g18	buah muda layu dan timbul bintik-bintik cokelat					√			
g19	buah muda mengering dan mengeras (mumi)					√			
g20	pada buah dewasa timbul bercak cokelat dan buah mengerut pada bagian ujungnya					√			
g21	terbentuk miselium tipis (seperti sarang laba-laba) pada percabangan yang mengkilat seperti sutera atau perak						√		
g22	adanya kumpulan hifa pada percabangan							√	
g23	adanya kerak berwarna merah pada percabangan							√	
g24	adanya kerak berwarna merah tua pada percabangan, biasanya pada sisi yang lebih kering							√	
g25	adanya miselium (lapisan jamur) berwarna merah atau cokelat tua pada permukaan akar								√

g26	adanya miselium (lapisan jamur) berwarna merah anggur tua pada permukaan akar tanaman tua						√		
g27	pembusukan pada akar dan mengeluarkan air bila sedikit ditekan dengan jari						√		
g28	akar tunggang tertutup oleh kerak yang terdiri dari bulir-bulir tanah yang melekat sangat kuat, tidak hilang meski dicuci atau disikat						√		
g29	pada akar tunggang terdapat jaringan jamur berwarna coklat tua sampai kehitaman						√		
g30	pada permukaan akar terdapat miselium berwarna putih yang menjalar sepanjang akar								√
g31	pada akar terdapat miselium berwarna putih yang bercabang-cabang, meluas seperti bulu								√
g32	adanya miselium yang melekat erat pada akar								√
g33	Daun menguning dan layu						√	√	√

HASIL DAN ANALISIS

Analisis yang dilakukan dalam makalah ini menggunakan dua metode, yaitu dengan Teorema Bayes dan *Certainty Factor*. Analisis dilakukan untuk membandingkan hasil akhir perhitungan kedua metode tersebut. Perhitungan yang disajikan dalam bab ini kami batasi sebanyak lima rule yang sama untuk masing-masing metode.

Dalam analisis ini, kami menggunakan alat bantu analisis berupa aplikasi Microsoft Excel serta

alat bantu pengujian berupa aplikasi sistem pakar yang dibangun menggunakan Borland Delphi 2010.

Perhitungan Teorema Bayes

Perhitungan menggunakan Teorema Bayes dilakukan untuk rule-rule yang sama dengan rule yang telah dihitung dengan menggunakan *Certainty Factor*.

Tabel 4. Hasil perhitungan teorema Bayes dengan Microsoft Excel

KD RULE	RL GJL	PYKT	BOBOT BAYES	P (PYKT)	P (TDK PYKT)	P (R FALSE)	P (R)	P (R PYKT)	%
R01	g01, g02, g03	P1	0,92	0,27	0,73	0,08	0,30	0,82	82
R02	g09, g28, g33	P2	0,21	0,11	0,89	0,79	0,72	0,03	3
R03	g09, g25, g26, g27, g33	P6	0,95	0,14	0,86	0,05	0,18	0,75	75
R04	g09, g28, g29, g33	P7	0,97	0,11	0,89	0,03	0,13	0,79	79

Keterangan:

- P(Penyakit) : probabilitas terjadinya Penyakit
- P(Tdk Penyakit) : probabilitas tidak terjadinya Penyakit
- P (R Penyakit) : probabilitas rule terjadi terhadap terjadinya penyakit, diambil dari kolom Bobot Bayes yang ditentukan oleh pakar.
- P (R False) : probabilitas rule tidak terjadi terhadap terjadinya penyakit
- P (R) : probabilitas rule, yang dihitung menggunakan:

$$P (R) = P (Penyakit) P (Rule | Penyakit) + P (Tidak Penyakit) P (Rule | Tidak Penyakit)$$

(Sumber: Arhami, 2005)

P (Rule | Penyakit) : probabilitas terjadinya penyakit jika muncul rule.

Perhitungan Certainty Factor

Pada penelitian ini, terdapat empat rule yang akan dihitung menggunakan metode *certainty factor (CF)*. Langkah awal melakukan perhitungan dengan *certainty factor* adalah dengan menentukan

nilai *measure belief* (MB) dan *measure disbelief* (MD), sebagaimana yang terdapat pada tabel 3.3. Nilai-nilai yang digunakan dalam perhitungan ini didapat dari kesimpulan seorang pakar. Selanjutnya dilakukan perhitungan sebagai berikut.

1. Menghitung nilai CF gejala

Nilai CF gejala dihitung menggunakan rumus:

$$CF = \frac{MB - MD}{1 - \min(MB, MD)}$$

Misal, untuk gejala g01 diketahui nilai MB = 0,75 dan nilai MD = 0,25.

Perhitungan nilai CF untuk g01 adalah:

$$CF = \frac{0,75 - 0,25}{1 - \min(0,75, 0,25)}$$

$$CF = \frac{0,5}{1 - 0,25} = 0,67$$

Dengan cara yang sama, perhitungan dilakukan untuk semua gejala, sehingga didapat hasilnya seperti tabel di bawah ini:

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai CF gejala dengan Microsoft Excel

GEJALA	MB	MD	CF
g01	0,87	0,13	0,85
g02	0,75	0,25	0,67
g03	0,69	0,31	0,55
g04	0,64	0,36	0,44
g05	0,78	0,22	0,72
g06	0,82	0,18	0,78
g07	0,74	0,26	0,65
g08	0,71	0,29	0,59
g09	0,26	0,74	-0,65
g10	0,76	0,24	0,68
g11	0,79	0,21	0,73
g12	0,48	0,52	-0,08
g13	0,31	0,69	-0,55
g14	0,73	0,27	0,63
g15	0,78	0,22	0,72
g16	0,49	0,51	-0,04

g17	0,17	0,83	-0,80
g18	0,7	0,3	0,57
g19	0,87	0,13	0,85
g20	0,97	0,03	0,97
g21	0,95	0,05	0,95
g22	0,96	0,04	0,96
g23	0,89	0,11	0,88
g24	0,97	0,03	0,97
g25	0,85	0,15	0,82
g26	0,85	0,15	0,82
g27	0,65	0,35	0,46
g28	0,86	0,14	0,84
g29	0,89	0,11	0,88
g30	0,87	0,13	0,85
g31	0,73	0,27	0,63
g32	0,4	0,6	-0,33
g33	0,24	0,76	-0,68

2. Menentukan rule untuk tiap penyakit dan nilai CF masing-masing rule

Dalam makalah ini rule yang disajikan sebagai bahan perhitungan penulis batasi hanya sebanyak empat rule. Rule-rule tersebut telah ditentukan nilai CF dengan cara yang sama seperti di atas. Berikut sample rule yang digunakan dalam analisis metode CF.

Tabel 6. Hasil perhitungan nilai CF rule dengan Microsoft Excel

KD RULE	RULE G.JL	PKT	OPR	MB	MD	CF RULE
R01	g01, g02, g03	P1	OR	0,93	0,07	0,92
R02	g09, g28, g33	P7	OR	0,56	0,44	0,21
R03	g09, g25, g26, g27, g33	P6	OR	0,95	0,05	0,95
R04	g09, g28, g29, g33	P7	OR	0,97	0,44	0,97

3. Menghitung nilai CF *Parallel*gejala

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai CF *parallel* gejala pada rule tersebut sesuai dengan operator yang berlaku terhadapnya, dengan ketentuan:

$$CF(x \text{ AND } y) = \min[CF(x), CF(y)]$$

$$CF(x \text{ OR } y) = \max[CF(x), CF(y)]$$

Nilai CF masing-masing gejala di dapat dari hasil perhitungan sebelumnya yang tertera pada tabel 4.1. Sehingga di dapat untuk masing-masing rule di atas adalah :

$$CF(g01 \text{ or } g02 \text{ or } g03) = \max(0.85, 0.67, 0.55) = 0,85$$

$$CF(g09 \text{ or } g28 \text{ or } g33) = \max(-0.65, 0.84, -0.68) = 0,84$$

$$CF(g09 \text{ or } g25 \text{ or } g26 \text{ or } g27 \text{ or } g33) = \max(-0.65, 0.82, 0.82, 0.46, -0.68) = 0,82$$

$$CF(g09 \text{ or } g28 \text{ or } g29 \text{ or } g33) = \max(-0.65, 0.84, 0.88, -0.68) = 0,88$$

4. Menghitung nilai CF *Sequential*

Langkah terakhir adalah menghitung nilai CF *sequential* antara nilai CF paralel gejala dan nilai CF rule, menggunakan aturan:

$$CF[H, e] = CF[E, e] \times CF[H, E]$$

Sehingga didapat untuk masing-masing rule adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil perhitungan nilai CF *sequential* dengan Microsoft Excel

KODE RULE	CF Sequential	(%)
R01	CF = 0,85 * 0,92 = 0,79	79
R02	CF = 0,84 * 0,21 = 0,18	18
R03	CF = 0,82 * 0,51 = 0,78	78
R04	CF = 0,88 * 0,95 = 0,85	85

Perbandingan Metode Bayes & Certainty Factor

Dari analisis perhitungan dengan kedua metode di atas, terdapat perbedaan hasil perhitungan sebagaimana terlihat pada Tabel dibawah ini.

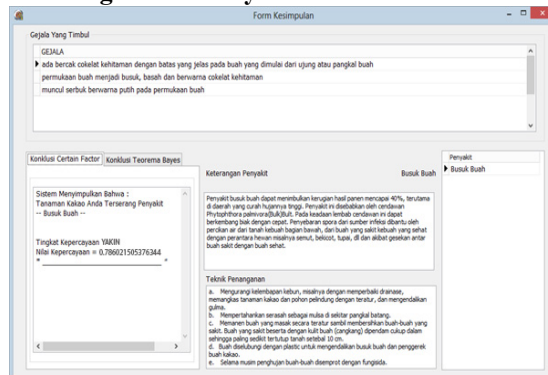
Tabel 8. Perbandingan hasil perhitungan

KD RULE	RULE GJL	PYKT	PERSENTASE KEMUNGKINAN TERJADINYA PENYAKIT (%)		DIAGNOSIS
			BAYES	CF	
R01	g01, g02, g03	P1 (busuk buah)	82	79	Terjangkit busuk buah
R02	g09, g028, g33	P7 (akar coklat)	3	18	Tidak terjangkit akar coklat
R03	g09, g25, g26, g27, g33	P6 (akar merah)	75	78	Terjangkit akar merah
R04	g09, g28, g29, g33	P7 (akar coklat)	79	85	Terjangkit akar coklat

Implementasi Hasil

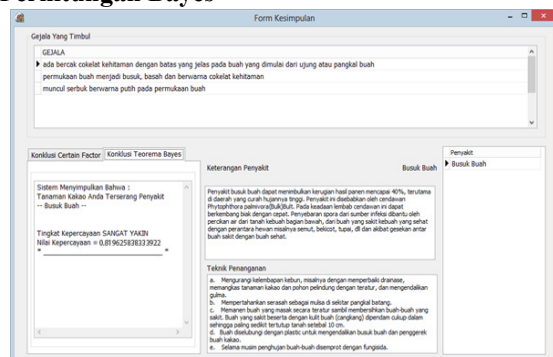
Dari hasil perhitungan diatas kemudian diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman menggunakan bahasa pemrograman Delphi yang diimplementasikan menggunakan aplikasi Borland Delphi 2010. Berikut adalah tampilan hasil implementasi:

Perhitungan Certainty Factor



Gambar 1. Tampilan hasil diagnosis dengan perhitungan menggunakan Certainty Factor

Perhitungan Bayes



Gambar 2. Tampilan hasil diagnosis dengan perhitungan menggunakan Bayes

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dalam penulisan makalah ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hipotesis H_0 ditolak, yang artinya terdapat perbedaan hasil perhitungan dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*) menggunakan metode Bayes dengan mendiagnosis penyakit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*) menggunakan metode *Certainty Factor*.
2. Meskipun terdapat perbedaan hasil perhitungan antara kedua metode namun tetap menghasilkan diagnosis yang sama pada Tanaman Kakao.
3. Perhitungan dengan metode Bayes pada proses diagnosis penyakit Tanaman Kakao didapatkan dari nilai probabilitas gejala, penyakit dan rule terhadap sampel.
4. Perhitungan dengan metode *Certainty Factor* pada proses diagnosis penyakit Tanaman Kakao didapatkan dari pengetahuan pakar yang menentukan nilai MB (*measure of belief*) dan MD (*measure of disbelief*) pada masing-masing gejala dan rule.

DAFTAR PUSTAKA

Angelia, dkk (2014). *Analisa Perbandingan Metode Naive Bayesian dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar dalam Mendiagnosa Penyakit*

Radang Genitalia. Jurusan Teknik Informatika-Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH), Tanjung Pinang.

Arhami, M. (2005). *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi Offset.

Kadir, A. (2008). *Belajar Database Menggunakan MySQL*. Yogyakarta: Andi Offset.

Kusrini. (2008). *Sistem Pakar, Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset.

Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mona, Aldino M., Adiguna, Hafidh M. *Studi Perbandingan Metode Fuzzy dan Certainty Factor dalam Mendiagnosa Penyakit Skizofrenia*. Jurusan Teknik Informatika – STMIK GI MDP/ AMIK GI MDP/ STIE MDP

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. (2004). *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Rosita, Isa. (2010). *Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kakao (Theobroma cacao)*. *Skripsi*. Universitas Mulawarman Samarinda.

Susanto, F. X. (1994). *Tanaman Kakao: Budidaya dan Pengolahan Hasil*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Sutojo, T. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.