

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode Dempster Shafer dan Manhattan Distance

Michel Farrel Tomatala¹, Meisy Caroles¹, Supit Mamuaya¹, Mihuandayani¹, Ritham Tuntun¹,

¹ STMIK Multicom Bolaan Mongondow

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Diagnosa; Tanaman Jagung; Dempster Shafer; Manhattan Distance	Indonesia merupakan salah satu negara penghasil komoditas jagung yang menopang perekonomian negaranya dan sangat penting dalam menunjang kebutuhan pokok masyarakatnya. Jagung menjadi salah satu komoditas penting sebagai bahan pangan nasional Indonesia setelah beras. Jagung juga digunakan sebagai bahan makan ternak dan juga bahan baku di bidang industrial yang sangat penting. Petani memiliki permasalahan terkait hama dan penyakit jagung sehingga berdampak pada produktivitas dan kualitas jagung. Kurangnya pengetahuan petani terhadap penanganan penyakit dan hama pada jagung mengakibatkan para petani seringkali kewalahan bahkan merugi dalam bertani jagung. Dengan demikian diperlukan sebuah alat pembantu bagi petani berupa media atau sebuah sistem yang mampu memberikan kontribusi dalam dalam mengdiagnosa penyakit dan hama seperti seorang pakar sehingga bisa membantu permasalahan yang dihadapi petani. Pembuatan pada sistem ini yaitu dengan membangun aplikasisistem pakar dalam mendignosa penyakit dan hama pertanian jagung dan penggunaan metode Dempster Shafer dan Manhattan Distance dalam proses perhitungan persentase keyakingan kepercayaan hasil.
Diserahkan Direvisi Diterima	© Author's (2025) Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License



1. PENDAHULUAN

Permasalahan dalam dunia pertanian di Indonesia salah satunya yaitu tidak adanya keseimbangan antara jumlah petani dan jumlah pakar dan juga kurangnya pakar di daerah-daerah terpencil di Indonesia. Masalah yang lain adalah masyarakat tidak memiliki ilmu yang cukup untuk mengetahui permasalahan tentang gejala-gejala dan penyakit serta hama pada tanaman saat mereka bertani tanaman jagung. Mereka juga tidak mengetahui cara penanggulangan penyakit dan hama jika tanaman mereka terserang penyakit atau hama[1]. Salah satu faktor penentu lainnya adalah tidak menentunya perubahan iklim sehingga menyebabkan penyebaran hama dan penyakit yang terjadisaat penanaman jagung. Terjadinya penyebaran hama dan penyakit tanaman jagung bisa terjadi dengan sangat cepat jika belum bisa ditangani secara tepat dan secepatnya. Masalah ini bisa berdampak sehingga terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas tanaman hingga mengakibatkan kerugian dipihak petani. Sehingga perlunya penanganan yang baik serta pengetahuan yang benar tentang cara mengidentifikasi hama dan juga penyakit yang terkena dampak kemudian juga dibutuhkannya pengetahuan yang baik untuk cara penanganan masalah penyakit dan hama[2]. Pemerintah melakukan kegiatan penyuluhan, melalui penyuluh pertanian lapangan (PPL) dinas pertanian guna menambah pengetahuan dan keterampilan para petani jagung untuk menganalisis dan mengambil keputusan yang tepat dalam menanggulangi hama dan penyakit pada tanaman jagung. Namun nyatanya, kegiatan penyuluhan tersebut tidak lantas menjadi cara yang tepat dalam proses membantu setiap petani yang bertani jagung dalam proses mengidentifikasi serta menanggulangi hama dan juga penyakit jagung, dikarenakan setelah mengikuti kegiatan penyuluhan, banyak petani sering lupa dan kurang paham dengan yang didengar selama penyuluhan. Akibatnya, masih sering terjadi kesalahan diagnosis. Kesalahan diagnosis yang dimaksud ini contohnya

Author's email: michel@stmikmulticom.ac.id, meisycaroles@stmikmulticom.ac.id, supitl@stmikmulticom.ac.id, mihuandayani24@stmikmulticom.ac.id, ritham@stmikmulticom.ac.id*

*) Corresponding author

seperti, pada tanaman jagung muncul berupa bercak berwarna coklat abu-abu diseluruh permukaan daun, para petani sering menyimpulkan bahwa hal ini terjadi karena hama yang menyerang tanaman jagung, namun ternyata kondisi tersebut merupakan gejala dari penyakit jagung "Hawar Daun" yang bila tidak segera ditangani dengan tepat maka terjadi serangan pada tulang daun dan sampai padajaringan daun menjadi mati. Dan bila hal tersebut terjadi, para petani akan menemui penyuluh pertanian lapangan (PPL) untuk membantu menyelesaikan masalah yang terjadi dilahan pertaniannyap. Namun, para pakar sulit ditemui karena pekerjaan dan kesibukan masing-masing serta jumlahnya yang masih terbilang sedikit. Maka dari itu, para petani harus memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk menganalis serta megambil keputusan yang tepat untuk menangani masalah diladang pertanian[3].

Teknologi yang sangat bisa dimaksimalkan sekarang ini yang bisa membantu dibidang pertanian adalah teknologi barbasis sistem pakar. Program seperti sistem inijuga dikategorikan sebagai sebuah program komputer dimana dimungkinkan keahlian pakar teradopsi dalam sistem yang bisa menyelesaikan masalah sebagai seorang yang dikatakan pakar dalam bidang ilmu tertentu [4]. Seperti masalah pada petani jagung, petani memerlukan aplikasi seperti ini untuk membantu mereka. Sistem ini dapat mendiagnosis dengan akurat tanaman jagung yang diserang oleh hama atau penyakit. Penggunaan metode sistem pakar Dempster Shafer dan Manhattan Distance untuk mendiagnosa tanaman jagung ini dianggap sebagai sebuah alat yang mampu menjadikan tingkat kepastiannya menjadi tinggi[5]. Penggunaan pada metode Dempster Shafer digunakan pendekatan sistem berbasis aturan dan bisa memecahkan sebuah masalah. Kemudian dengan menggunakan pendekatan argumen berbasis kasus seperti Manhattan Distance yaitu sistem bisa menyimpan data kasus kasus sebelumnya dan bisa mendiagnosa data kasus baru dengan memberikan rekomendasi dari data kasus yang pernah terjadi untuk penyelesaian masalah.

2. TEORI DAN PENELITIAN RELEVAN

2.1 Sistem Pakar

Proses sistem pakar sebagai alat yang melakukan adopsi pengetahuan manusia dan akhirnya digunakan dalam sebuah teknologi komputer dan dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan yang biasanya dibutuhkan keahlian atau kepakaran dari seorang yang disebut pakar. Jadi Sistem pakar juga dikategorikan sebagai satu bidang ilmu dari kecerdasan buatan yang sudah ditemukan sejak tahun 1960an. Pertama kali dimunculkan sistem pakar pada *General Purpose Problem Solver* (GPS) dimana saat itu pengembangan sistem dilakukan Newel dan juga Simon. Penggunaan sebutan seperti inijuga asalnya dari *knowledge based expert system*. Dalam berbagai cara penggunaan sistem ini bertujuan untuk melakukan pemecahan masalah, sistem ini memasukan kepakaran seorang pakar kedalam sebuah komputer. Kemudian seorang awam atau yang mana seorang bukan pakar bisa menggunakannya untuk dimanfaatkan dalam proses penyelesaian masalah, dengan demikian seorang pakar bisa memanfaatkan sistem ini sebagai *knowledge assistant*[6]. Sehingga dengan mendapatkan kepakaran dari seorang pakar sistem ini dapat memberikan berbagai keuntungan bagi penggunaanya, keuntungan tersebut antara lain adalah:

1. Penghematan waktu kerja.
2. Dapat digunakan oleh seorang awam namun hasil pekerjaannya bisa menyerupai seorang pakar.
3. Dapat memperkaya pengetahuan dan keahlian dari seorang pakar yaitu sistem pakar yang sudah digunakan secara sah akan diartikan sebagai seorang pakar yang bekerja dan bisa tersedia dalam jumlah yang banyak dengan keunggulan yang sama bisa dipakai dimana saja.
4. Ilmu kepakaran dari beberapa pakar dapat digabungkan dan dibuat dalam sebuah sistem pakar sehingga akan diperoleh hasil yang lebih maksimal dalam proses diagnosa.

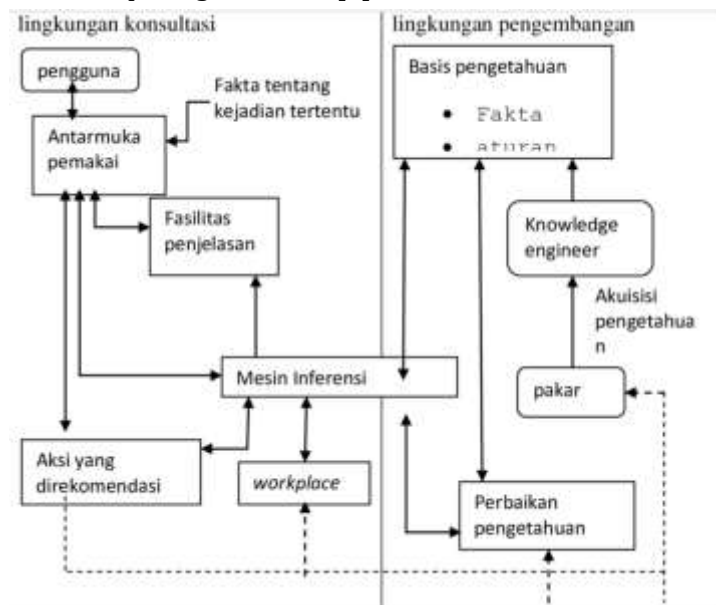
Kelemahan dari sistem pakar antara lain yaitu[7] :

1. Sistem pakar tidak bisa menjamin %100 kepakaran yang dimilikinya adalah akurat sesuai dengan kepakaran pakar.

2. Ketergantungan pengembang sistem pakar terhadap ketersediaannya seorang pakar dibidangnya.
3. Pembiayaan pembuatan sistem pakar dari tahap desain, tahap implementasi dan pemeliharaan yang sangat besar atau mahal dimana tergantung pada luasnya ruang lingkup kemampuan sistem.

2.2 Arsitektur Sistem Pakar

Pada gambaran arsitektur sistem tersusun oleh sejumlah bagian, yang terbagi menjadi dua bagian besar yaitu dalam sebuah lingkungan pengembangan sistem dan juga sebuah lingkungan untuk konsultasi. Pada bagian lingkungan yang berkaitan dengan pengembangan kegunaannya adalah untuk memasukan ilmu yang dimiliki dari pakar ke dalam sebuah sistem, kemudian pada bagian yang diperlukan untuk konsultasi yaitu dimana pengguna berinteraksi atau menggunakan sistem pakar untuk memperoleh pengetahuan pakar yang telah diadopsi. Bagian-bagian gambaran sistem initerlihat pada gambar ini [8] :



Gambar 1 Ilustrasi Komponen Sistem

2.3 Komponen Sistem Pakar

1. Subsistem Akuisisi Pengetahuan

Akuisi pengetahuan pada arsitektur sistem pakar yaitu mengakumulasi, mentransfer, dan mentransformasi kepandaian menyelesaikan masalah dari seorang pakar atau dari berbagai pengetahuan yang terdokumentasi menjadi sebuah program terkomputerisasi dalam proses pengembangan dan perluasan basis pengetahuan[9].

2. Bagian Dasar Pengetahuan

Pada bagian ini sebagai sebuah pengetahuan dalam arsitektur sistem yaitu berupa pengetahuan-pengetahuan yang dibentuk untuk menyelesaikan masalah tertentu. Komponen ini biasanya isinya basis pengetahuan yang didasarkan mulanya dari seorang pakar dan menjadi Kumpulan-kumpulan fakta yang menjadi aturan-aturan. Dalam kondisi yang berupa fakta permasalahan dan teori tentang permasalahan itu sendiri. Aturan diartikan menjadi pola arahan dalam penggunaan pengetahuan sebagai penyelesaian permasalahan yang biasanya dibicarakan pada bagian tertentu. Beberapa bentuk penalaran dalam sebuah basis pengetahuan yaitu:

- a. Pada proses penalaran berbasiskan pada berbagai aturan yang ada atau disebut *Rule-Based*. Bagaimana proses penalaran yang berbasis pada aturan yaitu sebuah pengetahuan dapat disimulasikan atau dibentuk dalam aturan: IF-THEN. Pada bentuk seperti ini bisa kita

gunakan jika kita memiliki beberapa jumlah besar pengetahuan daripada pakar dalam menyelesaikan masalah yang ada dan pada sistem pakar juga bisa dengan mudah menyelesaikan masalah-masalah tersebut secara berurutan. Bentuk ini juga sering digunakan apabila bentuk penyelesaiannya untuk pencarian jejak atau langkah dan tahapan pencapaian penyelesaian atau solusi.

- b. Pada bagian penalaran *Case-Based Reasoning*. Bentuk penalaran yaitu berbagai jenis solusi yang pernah diselesaikan pada waktu yang telah lalu dan kemudian hasil solusi tersebut digunakan sebagai solusi dalam penyelesaian masalah mendatang karena fakta yang terjadi pada dua keadaan tersebut memiliki kemiripan yang satu dengan yang lain. Bentuk seperti ini digunakan ketika *user* ingin tahu lebih banyak lagi tentang kasus yang bisa dikatakan hampir serupa atau sama. Selain itu bentuk ini sering digunakan ketika ada situasi atau kasus khusus di basis pengetahuan.
- c. Mesin Inferensi digambarkan juga sebagai sekumpulan program canggih yang bisa merekomendasikan cara untuk mendapatkan informasi dan merumuskan kesimpulan berdasarkan persiapan pada kejadian nyata yang benar-benar terjadi. Hal bisa memberikan kelengkapan mesin ini terdiri dari komponen yang berfungsi menggabungkan berbagai aturan berdasarkan pada data yang sudah tersedia. Setidaknya ada dua pendekatan yang bisa digunakan dalam mesin inferensi yaitu:

- a. Forward chaining

Forward chaining menjadi pendekatan yang penggunaan informasinya tersedia dan didasarkan pada ide dasar yang ada, kemudian mencoba untuk menarik kesimpulan. Proses ini diawali dengan bagian (IF) terlebih dahulu kemudian setelah semua dari jenis kondisi tersebut terpenuhi berdasarkan aturan-aturan yang telah yang terpilih untuk mencapai kesimpulan.

- b. Backward Chaining

Dimulainya pendekatan ini dengan sebuah hipotesis bahwa kesimpulan yang telah dibuat sebelumnya adalah benar. Kemudian dengan penggunaan semua kondisi IF (Jika) atau aturan yang telah dibuat, dan jika semua kondisi IF tersebut diuji semua kondisi IF tersebut benar, maka kesimpulan dicapai. Jika terdapat kondisi IF yang salah maka aturan yang lain dipakai sebagai sebuah bagian dari hipotesis kedua. Dan akhirnya setiap kondisi tidak ditemukan fakta yang dengan cara pembuktian bahwa semua kondisi IF (Jika) adalah benar ataupun salah, maka mesin inferensi akan terus mencari di semua basis aturan kesimpulan mana yang paling sesuai dengan kondisi IF dimana tidak akan diambil kesimpulan untuk bergerak ke langkah berikutnya jika tidak memeriksa kondisi yang lain yang sesuai. Kondisi ini terus berlanjut hingga mencapai kesimpulan atau hingga bisa membuktikan hipotesis yang telah dibuat dan mencapai kesimpulan dari hipotesis tersebut.

2.4 Rule Based

Rule based system juga bisa dikatakan sebagai sebuah cara yang digunakan dalam melakukan penyimpanan pengetahuan dan melakukan pengolahan informasi yang kemudian diinterpretasikan dalam cara yang lebih informatif dan berkesesuaian dengan kebutuhan bagi penggunaannya. Sistem ini biasanya dapat digunakan dalam melakukan analisis leksikal dan mengkompilasi berbagai informasi serta menafsirkan informasi atau juga dalam pengolahan bahasa alami pada sebuah program komputer [10].

2.5 Ketidakpastian Sistem Pakar

Sebuah sistem kecerdasan buatan dikembangkan memiliki kelengkapan pengetahuan tentang masalah-masalah yang akan diselesaikan atau dipecahkan dan sistem tersebut bisa dengan mudah menggunakan pendekatan-pendekatan logika yang dimilikinya dalam memberikan solusi. Namun sistem tersebut juga tidak bisa mengakses keseluruhan fakta yang ada dalam lingkungan permasalahannya. Hal ini menyebabkan ketidakpastian didalam sistem pakar dan kesamaran

yang terjadi. Sehingga sistem yang ada seharusnya memiliki teknik yang khusus yang bisa menangani ketidakpastian tersebut. Sebagai contoh dalam pada penyelesaian masalah ini diberikan sebuah media diagnosa kasus, dimana berbagai penggalan-penggalan pengetahuan yang dimiliki dapat dimunculkan dalam aturan-aturan produksi yang menjadikan gambaran dari berbagai gejala-gejala yang terjadi dari sebuah penyakit sebagai contoh:

Rule 1: IF Has_fever (Patient) AND Has_rash (Patient) AND Has_high_body_ache(Patient)
THEN Bears-Typhoid (Patient)

Dari contoh aturan yang diberikan dapat dilihat bahwa jika penderita memiliki ketiga gejala yang disebutkan pada aturan tersebut maka sistem akan bisa melakukan diagnosa bahwa pasien tersebut mengalami penyakit tifus atau (ty-phoid) sesuai dengan aturan yang diberikan. Dengan demikian aturan ini akan dilakukan terhadap seluruh pasien dalam kasus nyata bagi semua penderita sakit yang mengalami ketiga gejala tersebut. Pertanyaannya dengan gejala-gejala yang telah diberikan apakah semua gejala tersebut dapat mewakili seluruh gejala dari penyakit tifus? Sehingga bagaimana jika penyakit lain juga memiliki gejala yang sama dengan ketiga gejala tersebut? Dan bagaimana jika derajat gejala yang dialami oleh pasien lain berbeda satu dengan yang lain? Timbulnya pertanyaan-pertanyaan seperti ini nantinya tidak bisa diatasi dengan aturan-aturan tersebut. Karena jawaban dari pertanyaan pada aturan-aturan itu hanya "Ya" dan "Tidak" sehingga timbulnya ketidakpastian atau kesamaran pengetahuan pada permasalahan ini. Berikut ini adalah tiga teknik menangani ketidakpastian dan kesamaran pengetahuan:

- a. Teknik Probabilitas yaitu teknik yang mengembangkan teorema Bayes dimana menyajikan hubungan sebab dan akibat berdasarkan kejadian nyata atau bukti-bukti nyata yang terjadi. Pada pendekatan ini juga bisa menggunakan teori Dempster Shafer.
- b. Certainty Factor, teknik ini adalah teknik penalaran yang tertua yang sering digunakan salah satunya digunakan pada aplikasi MYCIN. Pada ini dilakukan perlakuan hampir seperti persamaan probabilitas karena tidak sepenuhnya menggunakan notasi-notasi probabilitas.
- c. Logika Fuzzy, pada teknik ini memiliki nilai rentang antara 0 dan 1 dimana teknik ini digunakan untuk menghitung nilai fungsi keanggotaan, teknik diperkenalkan oleh Zadeh.

2.6 Resolusi Konflik

Pada sistem pakar yang berbasis aturan biasanya terdiri dari dua komponen penting yaitu sebuah basis pengetahuan yang menangkap pengetahuan secara spesifik tentang sebuah domain pembicaraan, dan sebuah mesin inferensi dimana yang terdiri dari algoritma untuk memanipulasi pengetahuan diwakili dalam basis pengetahuan. [12]. Pemilihan sebuah aturan sering kali mengalami permasalahan pemilihan dua buah atau lebih rule yang hampir sama. Dimana keputusan pemilihan rule harus tetap diambil dengan menentukan salah satu rule yang tepat. Hal ini yang dikenal dengan Resolusi Konflik pada pemilihan rule yang akan diaktifkan. Untuk menentukan salah satu rule, bisa dilakukan dengan beberapa contoh metode penentuan prioritas *rule* berikut ini[13]:

First applicable: Penerapan metode ini adalah jika semua aturan sudah diurutkan dengan demikian akan diprioritaskan aturan yang paling pertama. Contoh:

Rule 1: IF color is yellow THEN fruit is apple;

Rule 2: IF color is yellow AND shape is long THEN fruit is banana

Rule 3: IF shape is round THEN fruit is apple

Aturan atau Rule yang memiliki Yellow (color) dan round (shape) bisa dilihat terdapat pada Rule 1 dan 3. Pada Rule 1 dan 3 masing masing dapat dijalankan, dimana rule 1 dapat dijalankan terlebih dahulu kemudian Rule 3.

Random: pada teknik ini rule akan dipilih secara acak. Sistem pemilihan acak ini setiap Rule memiliki bobot nilai dan ketika proses pemilihan bobot nilai akan diperbaiki sesuai jumlah bobot yang ditentukan pakar. Proses dalam memperbaiki nilai bobot pada metode yang seperti ini didapatkan dari hasil penentuan menggunakan random search. Pada proses random search ini merupakan cara atau jalan sederhana yaitu dengan mencoba secara terus menerus kandidat dari solusi-solusi baru sambil tetap dipertahankan dengan solusi yang terbaik sampai batas waktu

tertentu hingga waktu simulasi habis. Pada tahap optimasi dengan metode ini, suatu solusi diperoleh secara acak namun solusi tersebut tetap dimaklumi sebagai kelayakan untuk menjadi solusi yang terbaik sementara. Proses berlanjut pada tahapan berikutnya yaitu proses pencarian solusi yang paling terbaik dimanadilakukan menyeluruh pada semua rule dengan memperhatikan waktu perulangan atau iterasi. Sehingga perbaikan terjadi disetiap iterasi dan solusi terus dievaluasi dan menjadi solusi sementara. Jika terjadi evaluasi untuk setiap solusi dapat dihasilkan sebuahkesimpulan yang lebih baik, maka akan terjadi besar kemungkinnan adanya perbaikan solusisehingga kemudian menjadikan solusi tersebut pilihan. Dan proses perulangan ini akan dilakukan secara berulang hingga iterasi yang terjadi berakhir[14].

Most Specific: Hal ini karena beberapa situasi dari rule. Rule dengan situasisangat banyak fakta akan yang cocok, yang berarti lebih spesifik didahulukan.

Contoh:

Rule 1: IF the weather is cold THEN the season is winter

Rule 2: IF the weather is cold AND the temperature is low AND the wind is blushing AND the forecast is snow THEN the season is winter

Pada kasus ini Rule 2 akan terlihat lebih diperhitungkan daripadaRule 1. SehinggaRule 2 dipilih untuk diaktifkan.

Least Recently Used: pada masing-masingruleakan memiliki times tamp (jam dan tanggal) menandakan waktu terakhir digunakan.

Seperti:

Rule 1: IF color is yellow THEN fruit is apple;

Rule 2: IF color is yellow AND shape is long THEN fruit is banana

Rule 3: IF shape is round THEN fruit is apple.

Rule 1 diaktifkan untuk kemudian dijalankan karena the least recently introduces.

"Best" Rule: Setiap rulepemberian bobot dan penentuan bobot besarnya rule itu dipertimbangkan.

Contoh:

Rule 1: IF color is yellow THEN fruit is apple 30%

Rule 2: IF color is yellow AND shape is long THEN fruit is banana 30%

Rule 3: IF shape is round THEN fruit is apple 40%

Pada contoh ini Rule 3akan diperhitungan untukdiaktifkan dan dijalankan karena bobot yang dimiliki adalah yang paling tinggi dari semua rule.

2.7 Teori Dempster Shafer

Teori seperti Dempster Shafer biasanya sering digunakan untuk melakukan proses pembuktian secara matematis [15] yang didasarkan pada fungsi keyakinan dan penalaran yang sangat logis akan digunakan untuk menggabungkan berbagai penggalan informasi (bukti) yang kurang dan untuk menghitung probabilitas suatu fenomena masalah. Dalam hal ini dikembangkanlah oleh Arthur P. Dempster dan Glenn Shafer. Pada kesempatan mereka menggunakan perhitungan dan rentang probabilitas model tidakpastian. Setiap bukti yang didapat akan dibagi secara terpisah dan kemudian dilakukan perhitungan nilai probabilitas. Sehingga hal ini menyebabkan proses perhitungan angka-angka yang rumit dalam setiap penyelesaian kasus-kasus yang besar. Proses perhitungan pencarian nilai ketidakpastian ini menjadi kompleks jika kasusnya semakin besar. Teori seperti ini dapat membuat perbedaan antara ketidakpastian dan sebuah ketidaklengkapan informasi. Teori ini juga bisa melakukanproses representasi, mengkombinasi dan mempropogasi ketidakpastian, dimana hal ini menjadi karakteristik secara instutitif dan sesuai dengan bagaimanateori ini memodelkan cara berfikir seorang pakar, dengan menggunakan matematika yang dimiliki. Teori *Dempster-Shafer* ini biasanya dijelaskanmembentuk interval: [*Belief*,*Plausibility*]. *Belief* (Bel) dijelaskan sebagaievidence yang kemudian hal ini menguatkan proposisi dalam sebuah himpunan. Sehingga bila nilai 0 maka mengindikasikan *evidence* atau bukti itu tidak dimiliki, dan jika bernilai 1

memungkinkan bukti itu dimiliki. Hal ini kemudian pada klausa *Plausibility* (Pls) bisa mengurani prediksi kepastian dari *evidence*. *Plausibility* bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan X' , maka dapat dikatakan bahwa $Bel(X') = 1$, sehingga rumus di atas nilai dari $Pls(X) = 0$. Menurut Giarratano dan Riley fungsi *Belief* dapat diformulasikan dan ditunjukkan pada persamaan (1):

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y)$$

Dan *Plausibility* dinotasikan persamaan (2) :

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = 1 - \sum_{Y \subseteq X} m(Y)$$

dimana :

$Bel(X) = Belief(X)$

$Pls(X) = Plausibility(X)$

$m(X) = \text{mass function dari } (X)$

$m(Y) = \text{mass function dari } (Y)$

Pada teori ini pernyataan yang terjadi pada frame of discrement biasanya juga bersimbol (Θ) pada rumusnya. frame of discrement diartikan sebagai ruang semesta dari berbagai pembicaraan beberapa Kumpulan hipotesahingga akhirnya biasanya juga disebut sebagai environment dapat dilihat pada persamaan (3) :

$$\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N\} \quad (3)$$

Dimana :

$\Theta = \text{frame of discrement atau environment}$ $\theta_1, \dots, \theta_N = \text{element/ unsur bagian dalam environment}$

Pada Environment yang dibicarakan berfokus pada elemen elemen yang nantinya dimungkinkan sebagai jawaban dari hipotesis, sehingga pada akhirnya hanya ada satu jawaban yang sesuai. Pada teori Dempster-Shafer kemungkinan yang terjadi ini biasanya disebut power set dan dinotasikan dengan $P(\Theta)$, dimana pada elemen dalam power set ini memiliki nilai interval antara 0 sampai 1.

$$m : P(\Theta) [0,1] \rightarrow \mathbb{R}$$

Sehingga dapat dirumuskan pada persamaan (4) :

$$\sum_{X \in P(\Theta)} m(X) = 1$$

Dengan :

$P(\Theta) = \text{power set}$ $m(X) = \text{mass function } (X)$

Penerapan teori yang disebut sebagai mass function (m) diwakili menjaditingkatan dari suatu kepercayaan pada evidence (gejala), atau juga bisa disebut evidence measure dan dinotasikan dengan (m). Hal ini adalah untuk proses menghubungkan berbagai tingkatan kepercayaan pada elemen-elemen θ . Dari kesemua ini berarti evidence tidak semuanya secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Lebih lanjut diperlukan sebuah penggunaan probabilitas fungsi densitas (m). Penggunaan dan penilaian (m) bisa berarti tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga semua subsetnya. Dan akhirnya jika θ berisi n elemen, maka subset θ adalah 2^n . Jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Jika dalam pemilihan hipotesis tidak memiliki informasi apapun maka bisa disimpulkan:

$$m\{\theta\} = 1,0$$

Jika diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan juga Y yang adalah subset dari θ dan m_2 berperan sebagai fungsi densitasnya, maka fungsi bisa dibentuk fungsi berikutnya yaitu mengkombinasikan m_1 dan m_2 sebagai m_3 , seperti pada persamaan (5)

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

dimana :

$m_3(Z)$ = mass function dari evidence (Z)

$m_1(X)$ = mass function dari evidence (X), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai disbelief dari evidence tersebut.

$m_2(Y)$ = mass function dari evidence (Y), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai disbelief dari evidence tersebut.

$\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)$ = merupakan nilai kekuatan dari evidence Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan evidence.

2.8 Frame of Discerment

Pada *Dempster Shafer* yang menyatakan tentang *frame of discrement* dimana sering diformulasikan oleh simbol (Θ). *frame of discrement* adalah semesta dari semua pembicaraan atau beberapa kumpulan hipotesa dapat juga dikatakan pada berbagai *environment*. *Environment* merupakan bagian dari begitu banyak elemen yang menggambarkan hal yang mungkin dari jawaban yang ada, pada akhirnya hanya ada satu jawaban yang akan dipakai [16].

2.9 Mass Function and Ignorance

Pada Teori *Dempster Shafer* peningkatan kepercayaan bukti atau juga disebut *evidence* dengan kata lain *degree of belief* dan diasumsikan sebagai *mass* (biasanya menggunakan simbol m) $\{p_1, p_2\}$ berarti *Mass function* untuk *evidence* 1 dan 2. Tingkat kepercayaan dari objek atau juga disebut *basic probability assignment*. Disebutkan juga penggunaan *basic belief assignment* dihasilkan berdasarkan pada label *prior* untuk node awal. *Dempster Shafer* tidak dalam pengukuran tingkatan keyakinan dari suatu kepercayaan dari bukti untuk diberikan kepada ketidaktahuan atau sanggahan pada sebuah hipotesa, namun nilai *mass* hanya diberikan kepada *subset* didalam *environment* yang diyakini untuk memberikan pengukuran kepercayaannya. Hasil dari penggunaan *Subset* yang tidak diberikan tingkat kepercayaan dianggap sebagai *nonbelief* (Θ) [17].

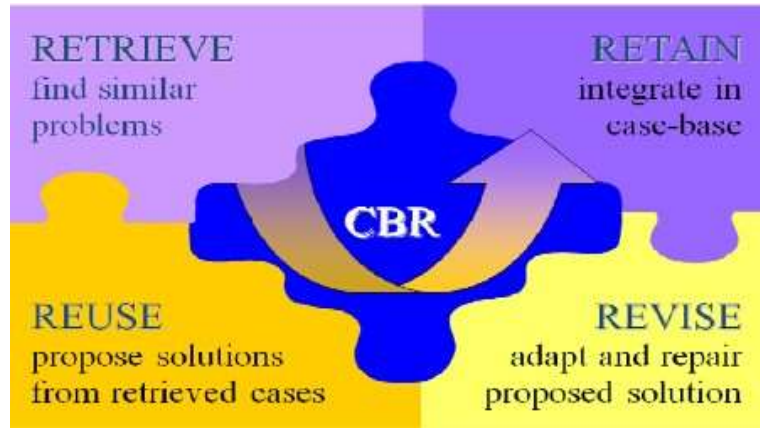
2.10 Pengertian Case Based Reasoning

Case Based Reasoning (CBR) merupakan salah satu model solusi dari masalah baru yaitu melakukan berbagai cara untuk menggunakan pengetahuan lampau yang paling serupa dengannya yang dimiliki pada saat ini kemudian pada proses selanjutnya dilakukannya tahapan adaptasi dengan pengetahuan tersebut sebagai bentuk penyelesaian masalah kasus yang baru [18]. Cara kerja berikutnya dalam Metode *Case Base Reasoning* (CBR) ada empat tahapan yang meliputi :

- (a) Retrieve : Pada proses ini dilakukan pengambilan kembali kasus yang paling mirip /relevan (similar) dengan kasus yang baru. Pada tahap retrieval ini dimulai dengan memberikan gambaran dan penguraian sebagian masalah, dan kemudian memilih kecocokan kasus sebelumnya dengan menentukan tingkat kecocokan kasus yang paling tinggi dengan kasus baru. Pada tahapan ini mencakup beberapa proses seperti identifikasi, pencocokan, mencari dan pemilihan serta mengeksekusi.
- (b) Reuse : Pada tahap ini dilakukan pemodelan dan penggunaan kembali pengetahuan serta berbagai informasi pada kasus yang lama didasarkan pada kemiripan bobot yang paling relevan dengan kasus yang baru, dan akhirnya akan memberikan solusi dan nantinya diperlukan sebuah penyesuaian lingkungan dengan masalah yang baru yang telah ditemukan.
- (c) Revise : Tahapan ini dilakukan proses peninjauan kembali kasus telah dipilih dimana diusulkan kepada kasus yang baru dan jika memungkinkan diperlukannya perbaikan solusi terhadap kasus yang baru.

- (d) Retain : Pada tahapan ini yaitu dilakukan proses penyimpanan data kasus yang bisa dikatakan baru dan yang sudah dipilih menjadi sebuah penyelesaian sehingga pada akhirnya dapat disimpulkan dan oleh berbagai kasus lain digunakan selanjutnya sebagai kasus yang kemiripannya hampir serupa dengan kasus tersebut. Akan tetapi bila terlihat bahwa solusi baru merupakan solusi yang gagal, maka bisa disimpulkan bahwa mengapa terjadi kegagalan, dan pada akhirnya harus memperbaharui solusi yang ada menjadi baru kembali, dan juga mengujinya supaya bisa digunakan nanti.

Beberapa proses yang memprioritaskan langkah dan tahap yang khusus yang akan lebih dijelaskan dengan lengkap pada Gambar 3.3



Gambar 2 Cycle dari Case Based Reasoning

Pada Gambar 2 bisa dilihat bahwa jalannya proses pada metode ini dalam mencapai penyelesaiannya yaitu dimana pada saat terjadi suatu masalah yang ditemukan. Kemudian hal pertama yang bisa dilakukan sistem adalah melakukan proses *Retrieve*. Pada *Retrieve* ini sistem akan memproses dua hal penting, yaitu proses yang pertama pengenalan masalah dan proses pencarian masalah yang bersamaan pada *database*. Kemudian pada proses yang kedua sistem dimana setelah melakukan proses *Retrieve*, berikutnya yang dilakukan adalah proses *Reuse*. Dengan adanya proses seperti ini sistem juga akan mempergunakan informasi dari berbagai sumber yang pernah digunakan yang sekiranya serupa dalam penyelesaian masalah yang baru. Didalam penerapan *Reuse* sistem biasanya terjadi penyalinan, penyeleksian, dan proses melengkapi kekurangan berbagai informasi yang akan digunakan. Dan pada akhirnya dari tahapan ini, berbagai informasi yang dimiliki akan dilakukan proses kalkulasi, evaluasi hingga perbaikan dalam mengatasi berbagai masalah yang ditemukan juga permasalahan baru. Proses terakhir pada sistem yaitu adanya sebuah *Retain*. Penggunaan tahapan *Retain* ini akan dilakukan pengindeksan, pengintegrasian, dan pengekstrakan solusi baru. Tahapan berikutnya dari solusi terbaru akan tersimpan ke dalam *knowledge-based* sehingga dapat digunakan pada masa mendatang dalam menyelesaikan masalah lain. Dan pastinya masalah lain tersebut harus memiliki kesamaan dengan masalah yang telah disimpan pada proses *Retain*.

2.11 Manhattan Distance

Metode *Manhattan Distance* banyak disebutkan juga dengan kata lain yaitu *city block distance* dimana merupakan nama dari kota Manhattan dimana kota ini terdiri dari blok-blok pada bagian kotanya. *Manhattan Distance/city block distance* atau julukan kota ini juga dikenal menjadi sebuah algoritma perhitungan yang digunakan untuk melakukan proses pengukuran kedekatan (*similarity*) antara kasus-kasus. Proses perhitungan metode ini dilakukan proses perhitungan selisih jumlah antara dua bagian dari obyek dan hasil yang akan dihasilkan oleh *Manhattan Distance* dan nilainya adalah mutlak oleh proses perhitungan yang ada. *Manhattan Distance* mempertimbangkan proses hitung kedekatan beberapa jarak dari cara perhitungan cara tegak lurus [19]. Rumus *Manhattan Distance* adalah sebagai berikut:

$$Sim(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^p Sim_i(a, b)}{p}$$

Keterangan:

A : Kasus lama

B : Kasus baru

P : Jumlah atribut dalam setiap kasus

i : Penjelasan Atribut sebagai individu 1 sampai p

sim(a,b) : adalah implementasi sebuah fungsi similarity atau mirip dengan penggunaan atribut i pada kasus A dan B Pada tingkat nilai kemiripan (similarity) yang paling tinggi adalah range 0 sampai 1. Sehingga kasus yang hampir mirip pun paling tinggi dengan kasus baru yang akan disarankan sebagai solusi.

Sebagai contoh:

Pada contoh ini dari lokasi A menuju arah yang lain yaitu utara, kemudian akan berbelok lagi ke arah lain yaitu timur sekitar 4 meter. Bilah dihitung besarnya jarak perubahan arah yang sekarang dengan posisi titik A tadi? Masa similarity city block diartikan panjang jalan yang sudah kita tepuh dari B ke A. Ika kita ambil percontohnya ada 2 titik atau objek dengan posisi dari objek A (0,3,4,5) dan objek B (7,6,3,-1), maka dapat dihitung dengan rinci bahwa city block distance antara titik A dan B adalah = $|0-7| + |3-6| + |4-3| + |5+1| = 7+3+1+6 = 17$.

2.12 Jenis Hama dan Penyakit Tanaman Jagung

1. Kutu Daun

Kutu Daun ini termasuk hama yang mengambil cairan pada jagung muda. Bagian kotoran pada hama ini berasa manis yang mengakibatkan semut bisa mendatangi jagung dan mengakibatkan terjadinya serangan sekunder lain seperti cendawan jelaga pada daun jagung. Kejadian yang parah seperti ini menyebabkan tanaman mengalami klorosis sedang bahkan berat dimana daun menggulung. Kutu daun ini juga biasanya dikenal sebagai salah satu penularan virus yang disebut dengan mosaic [20].



Gambar 3 Kutu Daun

2. Kumbang Bubuk

Penjelasan yang mungkin dari Hama yang merusak biji jagung yaitu biasanya pada proses menyimpan. Tak sedikit juga hal ini dapat menyerang tongkol jagung di lahan. Hama kemudian meletakkan telurnya di lubang gerakan didalam biji, yang membuat larva menggerek biji jagung serta memungkinkan untuk tetap hidup didalam.



Gambar 4 Kumbang Bubuk

3. *Belalang*

Belalang juga sering menyerang jagung khususnya yang diserang pada bagian daun jagung, kerusakan bisa terlihat pada jagung dengan jelas jika terserang belalang. Pada kasus yang sangat parah belalang bisa menghabiskan daun bahkan sampai memakan tulang jagung.



Gambar 5 Belalang

4. *Penggerek Tongkol*

Gejala yang terjadi bila hama ini menyerang yaitu seperti yang biasanya disebut imago betina. Gejala ini terjadi dengan meletakkan telurnya pada bagian silk atau rambut jagung. Dan Binatang ini bisa bertelur hingga 730 butir dan dalam tiga hari telurnya akan bisa menetas dan setelah menetas memunculkan masalah lain yaitu kan menjadi bagian dari larva yang bisa masuk lagi ke bagian dalam yang terdapat tongkol pada jagung dan bisa merembes dengan dimakannya biji jagung yang mungkin saja sedang berkembangan. Terjadinya hal ini bisa mengakibatkan berbagai kemungkinan kerugian bagi petani.



Gambar 6 Penggerek Tongkol

5. *Penggerek Batang*

Pada beberapa kasus hama ini disebut dengan Larva *O. Furnacalis* jenis hama ini memiliki keunikan dari karakteristik dalam membuat kerusakan dimana pada tiap-tiap bagian dari tanaman jagung ini akan bervariasi seperti lubangnya akan kecil pada bagian daun ada juga seperti lubang yang terlihat gorokan di batang di lain kasus juga terjadi lubang pada bunga jantan atau pangkal tongkol, selain itu juga terdapat lubang yang sama pada batang dan tassel yang mengakibatkan batang mudah patah dan tassel mudah busuk.



Gambar 7 Penggerek Batang

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dinas pertanian pemerintah bagian Kabupaten Bolaang Mongondow.

3.2 Sumber Data

Penyusunan berbagai sumber data dan sumber informasi yang ada dan yang digunakan didalam penelitian ini didapat dari data sekunder dan data primer. Data primer pada penelitian ini bersumber dari dinas pertanian pemerintah kabupaten Bolaang Mongondow sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai sumber literatur dan hasil wawancara dengan petani dan observasi.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Tahap-tahapan yang digunakan kemudian mendukung proses pengolahan serta mengkoleksi berbagai sumber data didalam penelitian yang dilakukan dengan sejumlah tahap dijabarkan yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur dari berbagai sumber Pustaka yang didapatkan baik melalui buku, jurnal, proceeding dan berbagai sumber lain.
2. Wawancara dilakukan dengan Penyuluh Pertanian Lapangan Dinas Kabupaten Bolaang Mongondow dan beberapa petani jagung.
3. Observasi dilakukan pada ladang pertanian petani jagung Kawasan Bolaang Mongondow.

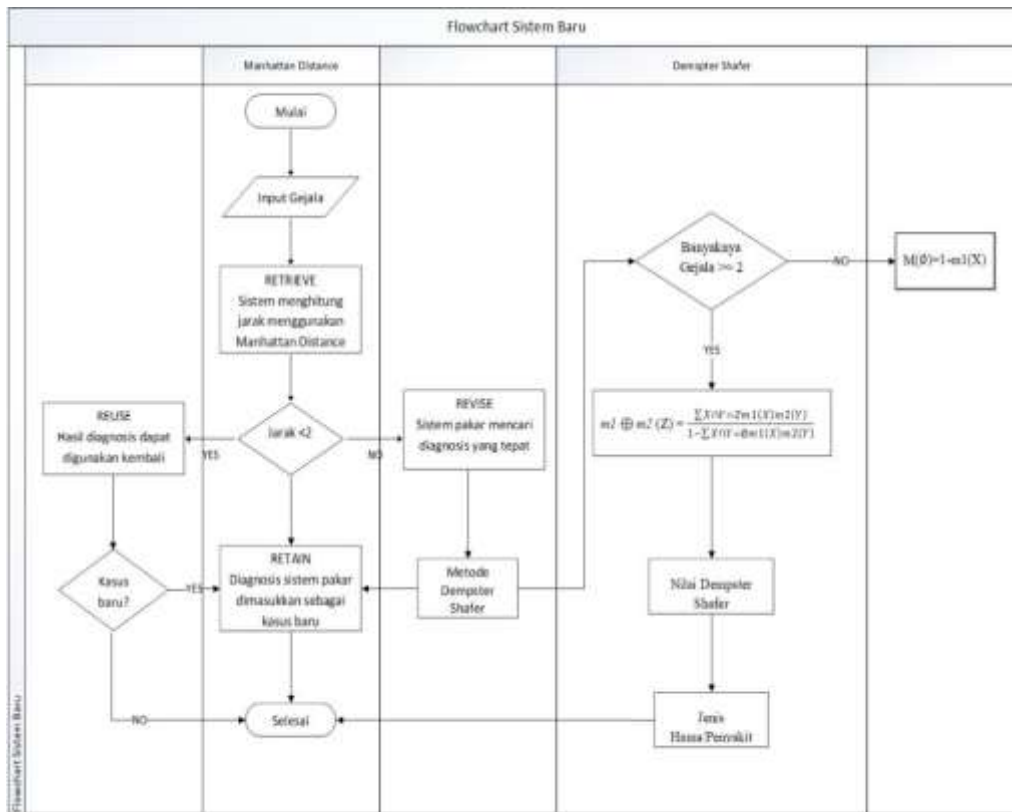
3.4 Analisis Data

Proses analisa dan pengolahan data dilakukan yaitu menggunakan data yang telah diperoleh, sehingga bahasan dari proses penelitian dilakukanlah beberapa langkah atau cara berikut ini:

1. Pengambilan dan pengumpulan data
2. Studi Pustaka
3. Membuat dan Merangkum Rule-Based
4. Pembuatan Case-Based
5. Penerapan Metode Manhattan dan Metode Dempster Shafer
6. Kesimpulan

3.5 Alur Basis Aturan dan Basis Kasus

Gambar umumbasis kasus dan basis aturan ini bisa dilihat dengan jelas pada aplikasi yang dibangun dan dapat digambarkan dalam diagram berikut ini:



Gambar Flowchart Manhattan Distance dan Dempster Shafer

Pada gambar yang disimulasikan didalam gambar di atas, terdapat dengan jelas langkah-langkah yang akan ditempuh ketika prosesn pemasukan gejala ke dalam sistem. Dimana gejala pada sisi yang diisikan ke dalam sebuah sistem dimana sistem pun akan melakukan proses *Retrieve* (perhitungan inime melakukan hitungan algoritma *Manhattan distance*). Apabila jarak *Manhattan* < 2, maka pada tahapan ini proses yang akan dilakukan merupakan proses *Reuse* pada berbagai data kasus yang sudah lama dan kemudian digunakan juga lagi dan akan langsung didapatkan hasilnya dimana diagnosanya dapat ditemukan. Alasan menggunakan batas jarak < 2 karena jarak yang dicari yaitu jarak paling dekat artinya dengan nilai paling kecil. Nilainya didapat dengan cara menghitung jumlah dari yang dihitung dengan nilai absolute pada rumus *Manhattan Distance*, selisih dari setiap gejala pada kasus lama dan kasus baru. Nilai absolute adalah didapatnya nilai bilangan riil absolute tidak menggunakan tanda plus atau minus, percontohan yang mungkin dari nilai absolute dari 3 adalah 3 dan nilai absolute dari -3 bisa diwakili oleh 3. Dan hasil dari selisih kasus lama dengan kasus baru yang memiliki nilai perbandingan paling kecil akan diambil untuk dijadikan sebagai solusi. Namun, bila jarak gejalanya hasilnya 2 atau lebih maka sistem akan melakukan proses *Revise*, dimana sistem mencari diagnosis yang tepat menggunakan Metode *Dempster Shafer*. Selanjutnya sistem akan menghitung nilai *densitas* yang diperoleh menggunakan rumus dalam metode *Dempster-Shafer*, kemudian berlanjut dari itu sistem akan menampilkan hasil perhitungan serta jenis hama atau penyakit. Selanjutnya pada proses ini perlakuan *Retain* untuk menjadikan gejala yang baru ini sebagai kasus yang baru juga didalam sistem. Melalui proses *Reuse*, Sebagai Kasus baru sistem akan melakukan penambahan di data kasus untuk menghasilkan sebuah kasus yang baru.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

Proses yang penting dari tahapan penelitian ini merupakan pembahasan dan pemodelan data serta analisis kebutuhan data pada sistem pakar dan juga case-based reasoning.

4.2 Analisis Kebutuhan

Hal pertama yang akan dilakukan dalam mencari kesimpulan dari proses diagnosa penyakit tanaman jagung adalah dengan mengumpulkan dan memodelkan data untuk kebutuhan penggunaan data. Data pada sistem pakar dan basis kasus didapatkan dari pakar penyuluh pertanian. Penyuluh akan mendiagnosa tanaman jagung pada ladang petani dan akan dilihat semua data gejala dan kasus yang terjadi pada tanaman tersebut, dan data tersebut akan diuji juga dilaboratorium. Berikut ini adalah data gejala dan penyakit jika tanaman jagung seperti pada tabel 1.

Table 1 Data Gejala

Kode	Gejala
GEJALA PADA DAUN	
G1	Bercak kecil
G2	Bercak berbentuk ellips/Oval
G3	Bercak berbentuk bulat/lonjong
G4	Bercak memanjang seperti corong
G5	Bercak putih pada jaringan daun
G6	Terdapat bercak jamur berwarna merah jambu
G7	Terdapat klorosis pada daun
G8	Terdapat serbuk seperti tepung/orange dipermukaan bawah daun
G9	Warna coklat pada klobot
G10	Klorosis berwarna putih memanjang sejajar daun
G11	Daun kuning dari bagian atas ke bawah berbentuk huruf V
G12	Daun berwarna coklat seperti terbakar berbentuk huruf V terbalik
G13	Pangkal daun berwarna kuning dan bergaris-garis pada daun dekat pucuk
G14	Kekurangan Fe yang tinggi maka seluruh daun menjadi kuning hingga memutih antar tulang daun
G15	Daun berwarna hijau pucat, kuning bahkan putih pada daun tengah yang menghasilkan corak garis-garis
G16	Tanaman terhambat pertumbuhan/tanaman kerdil
G17	Gejala nampak pada daun bagian bawah
G18	Daun berwarna mosaic/hijau dengan diselingi oleh garis-garis kuning
G19	Pinggir daun berwarna ungu kemerahan dari ujung ke pangkal
G20	Daun menguning
G21	Daun menggulung
G22	Daun rusak(seperti habis dimakan)
G23	Ada lobang gorokan pada daun
G24	Dipermukaan daun ada larva
G25	Ada bekas gigitan pada daun

Kemudian tahapan selanjutnya adalah melakukan representasi data penyakit dan hama pada tanaman jagung yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Penyakit

Kode	Nama Hama dan Penyakit
P1	Hawar daun
P2	Penyakit bulai
P3	Busuk tongkol fusarium
P4	Busuk tongkol diplodia
P5	Busuk pelepah
P6	Karat
P7	Virus mosaic
P8	Kekurangan nitrogen (N)
P9	Kekurangan fosfor (F)
P10	Kekurangan kalium (K)
P11	Kekurangan belerang (S)
P12	Kekurangan zat besi (Fe)
P13	Kekurang seng (Zn)

P14	Kutu daun
P15	Kumbang bubuk
P16	Belalang
P17	Penggerek tongkol
P18	Penggerek batang
P19	Ulat grayak/agrotis
P20	Lalat belatung/bibit
P21	Ulat tanah/potong
P22	Wereng jagung

4.3 Rule Based dan Case-Based

Setelah pengumpulan data Gejala dan Penyakit maka selanjutnya adalah pembuatan basis aturan atau Rule-based. Pemodelan data dibuat dalam bentuk IF dan THEN Rule. Setiap Rule dibuat dalam kombinasi gejala pada setiap penyakit, sehingga menghasilkan basis *rule* yang kompleks. Basis aturan ini dibuat berdasarkan data yang didapatkan saat wawancara dengan pakar maupun didapatkan dari studi literatur. Sehingga contoh hasil Rule Based dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rule Based

Rule	Id Rule	Detail Rule	Penyakit/Hama	Urutan
R1	R11	G1	P1	1
	R12	G1,G2	P1	2
	R13	G1,G2,G3	P1	3
R2	R21	G3	P2	1
	R22	G3,G4	P2	2
	R23	G4,G7	P2	3
R3	R31	G8	P3	1
	R32	G8,G9	P3	2
	R33	G8,G9,G10	P3	3
	R34	G8,G10	P3	4

Selanjutnya adalah pemodelan data untuk case-based atau basis kasus. Data kasus ini didapatkan berdasarkan data dari Pakar untuk setiap kasus yang ditemui oleh pakar. Dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4 Kasus

Kasus	G20	G21	G23	G24	G28	G29	G33	G34	G35	G47	Hama/ Penyakit
K63	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	P14
K78	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	P18
K80	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	P18
K81	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	P18
K82	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	P18
K83	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	P19
K84	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	P19
K85	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	P19
K87	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	P19
K88	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	P19
K89	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	P19
K96	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	P20
K97	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	P20

4.4 Contoh representasi kasus menggunakan Dempster Shafer

Berikut ini adalah contoh penerapan kasus menggunakan metode dempster shafer. Diketahui frame of discernment adalah $\Theta = \{A,B\}$, dimana A adalah penyakit Bulai(P2) dan B adalah penyakit Busuk Fusarium. Diketahui bahwa bercak berbentuk bulat adalah gejala dari penyakit bulai dan busuktongkol fusarium. Tanaman jagung yang memiliki bercak berbentuk bulat dan terdapat serbuk dipermukaan bawah daun merupakan penyakit bulai dan busuk tongkol fusarium. Dalam menerapkan metode Dempster Shafer dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus Dempster Shafer dimulai dari persamaan 1, dari persamaan 1 kemudian hasilnya akan digunakan pada persamaan 2 dan persamaan 3. Setiap Hasil yang didapatkan akan dihitung hingga pada persamaan terakhir atau persamaan 5. Berikut ini langkah-langkah proses perhitungan. Nilai probabilitas dapat dihitung dengan merepresentasikan data penyakit dan gejala yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Representasi Data Gejala dan Penyakit

Kasus	Gejala					Penyakit
	G3	G4	G7	G8	G10	
1	V	V		V	V	Bulai(P2)
2	V			V		Bulai(P2)
3	V	V	V	V	V	Bulai(P2)
4	V			V		Busuk Tongkol Fusarium(P3)
5	V			V		Busuk Tongkol Fusarium(P3)
6	V			V		Busuk Tongkol Fusarium(P3)
7				V		Busuk Tongkol Fusarium(P3)

Sampel kasus diatas adalah contoh kasus pengamatan penyakit pada tanaman jagung. Diketahui gejala Bercak berbentuk bulat(G3) adalah penyakit bulai(P2)(A) dan busuk tongkol fisarium(P3)(B). Maka perhitungan nilai probabilitas penyakit dengan menggunakan rumus pada persamaan 3 adalah :

$$P(G3|A) = 3/3 = 1$$

$$P(G3|B) = 3/4 = 0.75$$

$$P(G3|A) * P(G3|B) = 1 * 0.75 = 0.75$$

Gejala terdapat serbuk dipermukaan bawah daun(G8) adalah penyakit bulai(P2)(A) dan busuktongkol fisarium(P3)(B). Maka perhitungan probabilitas penyakit adalah :

$$P(G8|A) = 3/3 = 1$$

$$P(G8|B) = 4/4 = 1$$

$P(G8|A) * P(G8|B) = 1 * 1 = 1$ Selanjutnya proses perhitungan dengan metodedempster shafermenggunakan rumus pada persamaan 1 (halaman 30).

$$\text{Untuk gejala G3 adalah: } m1 \{A,B\} = 0.75 \quad m1 \{\theta\} = 1 - 0.75 = 0.25$$

$$\text{Untuk gejala G8 adalah : } m1 \{A,B\} = 1 \quad m1 \{\theta\} = 1 - 1 = 0$$

Aturan kombinasi antara hasil gejala G3 dan G8 persamaan 5 :

Maka dapat ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Dempster Shafer

	$\{A,B\} \ 1$	$\{\theta\} \ 0$
$\{A,B\} \ 0,75$	$\{A,B\} \ 0.75$	$\{A,B\} \ 0$
$\{\theta\} \ 0,25$	$\{A,B\} \ 0.25$	$\{\theta\} \ 0$

Berdasarkan hasil perhitungan, terlihat kombinasi yang memiliki nilai paling maksimal adalah nilai AB = 0.75. Sehingga berdasarkan gejala G3 dan G8 adalah penyakit bulai dan busuk tongkol fusarium dengan persentase sebesar 75%.

4.5 Contoh representasi kasus menggunakan Manhattan Distance

Contoh representasi kasus pada dari penelitian yang telah dilakukan ini dapat di lihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 dengan menggunakan persamaan 1, dimana nilai 1 = **ya** yang artinya gejala tersebut ada dan nilai 0 = **tidak** yang berarti gejala tersebut tidak ada. Bisa diamati pada Tabel 5.

Tabel 5 Representasi Kasus

Kasus	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Hama/Penyakit
K1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	P1
K2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	P2

Pada Tabel 5 Dapat dilihat bahwa K1(Kasus1) memiliki gejala G1 dan G3 yang mengakibatkan Hama/Penyakit P1. Selanjutnya K2(Kasus2) Memiliki gejala G7, G8, G10 yang mengakibatkan Hama/Penyakit P2

Di berikan sebuah kasus A dengan gejala sebagai berikut:

Kasus A	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
K3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0

Melakukan perhitungan jarak dengan menggunakan algoritma Manhattan distance. Perhitungan kasus A dengan kasus K1 adalah sebagai berikut :

$$A,K1=|1-1|+|1-0|+|0-1|+|0-0|+|0-0|+|0-0|+|1-0|+|0-0|+|0-0|+|0-0|+|0-0|=0+1+1+0+0+0+1+0+0+0=3$$

Perhitungan kasus A dengan kasus K2 adalah sebagai berikut :

$$A,K2=|1-0|+|1-0|+|0-0|+|0-0|+|0-0|+|0-0|+|1-1|+|0-1|+|0-0|+|0-0|+|0-1|=1+1+0+0+0+0+0+1+0+0+1=4$$

Dengan hasil diatas menunjukkan kedekatan jarak antara kasus A dengan K1 dan K2, maka didapatkan hasil nilai jarak kedekatan terkecil yaitu 3.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan pada penelitian ini berisi beberapa point yang dihasilkandan bisa memberikan pemahaman untuk lebih jelas adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Sistem Pakar dalam proses diagnosa hama dan jugapenyakit Jagung dimana digunakan Metode Dempster Shafer dan Manhattan Distance ini berhasil memberikan hasil diagnose yang hampir sama dengan nilai yang diberikan oleh pakar dengan melalui proses penggunaan basis aturan dan basis kasus dalam sebuah aplikasi sistem pakar, dan kemudian sistem pakar bisa memberikan informasi tentang pengendaliannya dengan cara menelusuri rule yang sesuai dengan gejala yang dipilih user.
2. Aturan yang dibuat pada basis aturan memiliki peran penting dalam proses penelusuran rule sistem pakar dan juga basis kasus sangat penting dalam penulusuran similarity kasus yang ada yang nantinya akan mempengaruhi hasil diagnosa.
3. Pada prose diagnose sangat penting pembuatan rule yang kompleks sehingga proses penelurusan rule menjadi beragam dengan hasil yang lebih tinggi dalam mencapai solusi yang diinginkan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. Tambunan, "Revolusi Industri Sektor Pertanian", wartaekonomi.co.id, 2019. <https://www.wartaekonomi.co.id/read215598/revolusi-industri-40-di-sektorpertanian>, (accessed Jan. 11, 2025)
- [2] Pracaya, "Jenis Hama yang sering menyerang padi", pioneer.com, 2019. <https://www.pioneer.com/web/site/indonesia/Jenis-Jenis-Hama-yang-Paling-Sering-Menyerang-Padi>, (accessed Jan. 11, 2025)
- [3] Gupta., dan M. Singal, "Kecerdasan Buatan (AI)", wikipedia.org, 2019. https://id.wikipedia.org/wiki/Kecerdasan_buatan, (accessed Jan 11, 2025)
- [4] S. Kusumadewi, BukuArtificial intelligence I (Teknik dan Aplikasinya). Graha Ilmu, 2003.

- [5] A.A.N.W. Gautama, Y. Purwanto, dan T. W. Purboyo, "Analisis Pengaruh Manhattan Distance pada Algoritma Clustering Isodata Untuk Sistem Anomali Trafik", Jurnal e-Proceeding of Engineering, vol. 1, no. 3, pp. 2355-936, 2019.
- [6] S. Winiarti, "Media Konsultasi Pendiagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Jagung dan Kedelai dengan memanfaatkan teorema Dempster Shafer", Universitas Gadjah Mada, 2019.
- [7] O. L. Cahyono, C. Rahmat, dan L. Affandi, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Buah Dalam Pot Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web", Jurnal Teknologi Informasi, vol. 8, no. 2, pp. 2086-2989, 2019.
- [8] S. Orthega, N. Hidayat, dan E. Santoso, "Implementasi Metode DempsterShafer untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Padi", Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 1, no. 1, pp.1-10, 2019.
- [9] D.M. Ihsan, D. R. Sina, dan K. Letelay, "Penerapan Metode Dempster Shafer untuk Sistem Deteksi Penyakit Tanaman Cabai", Jurnal Komputer dan Informatika, vol. 6, no. 2, pp. 2337-7631, 2019
- [10] M. Teguh, H. C. Yulison, dan Y. Rezky, "Penentuan Pemulihan Kesehatan Ibu Hamil Menggunakan Teknik Case Based Reasoning dan Manhattan Distance", Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jenderal Ahmad Yani, vol. 7, no. 1, 2019.
- [11] L. Dinasty, M. Sulhan, dan E.B. Alexis, "Implementasi Metode Dempster Shafer Untuk diagnose Hama dan Penyakit Tanaman Pisang Mas Berbasis Web", Jurnal Sistem Informasi Universitas Kanjuruhan, Malang, 2020.
- [12] Y. Nurcahyo, N. Hidayat, dan Perdana, "Pemodelan Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Tebu dengan Metode Dempster Shafer", Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 2548-964X,2,3. 2020.
- [13] N. Nurmaludin, dan G.R., Cahyono, "Metode Penalaran Sistem Pakar Menggunakan Hibrid Fuzzy Dempster Shafer Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Jagung", Jurnal Poros Teknik, 2085-5761, 9,1 2019.
- [14] A.N.P Setio, Y. Ariyanto, dan E.S Astuti, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Dempster Shafer", Jurnal Teknologi Informasi, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Malang, 1, 2019.
- [15] M. Yunus, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Buah Anggur Menggunakan Dempster Shafer Berbasis Web", Jurnal Institut Teknologi Malang.2020
- [16] Muliadi, B. Irwan, M.A Pratama, dan S. Antar, "Fuzzy dan Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Cabai", Jurnal Prodi Ilmu Komputer FMIPA ULM. Banjar Baru, 2019
- [17] H. Mugirahayu, dan S. Taufiq, "Sistem Pakar Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web", Jurnal Program Studi Sistem Informasi STMIK Banjar Baru, Kalimantan Selatan, 2019
- [18] M. Zainuddin, K. Hidjah, dan W. Tunjung, "Penerapan Case Based Reasoning (CBR) Untuk Mendiagnosis Penyakit Stroke Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor", Jurnal Program Studi Teknik Informatika STMIK Bumigora, Mataram. 2019
- [19] Mihuandayani, T. Palilingan, dan M.F. Tomatala, "Case-Based Reasoning for Dengue Hemorrhagic Fever Diagnosis Using Manhattan Distance", International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering(ICITISEE). 2022
- [20] A. Jempau, "Hama Pada Tanaman Jagung", floresa.com, 2016. <https://floresa.com/2016/07/15>. (accessed Jan 11, 2025)