

Sistem Pakar Dengan Metode *Forward Chaining* Untuk Diagnosis Penyakit dan Hama Tanaman Tebu

Andre Rahmat Kurniawan^{1*}, Gunadi Dwi Nurcahyo¹, Yuhandri¹

¹Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

Jl. Raya Lubuk Begalung, Padang, Sumatera Barat, 25221, Indonesia¹²

Andrerahmat1910@gmail.com¹, gunadiwidi@yahoo.com², yuhandri.yunus@gmail.com³

Abstrak

Pada saat ini perkembangan teknologi komputer sudah sangat pesat, tidak hanya pada bidang informasi, industri, pendidikan, tetapi pada bidang pertanian. Kecanggihan teknologi juga dimanfaatkan oleh para petani tebu untuk mendapatkan informasi mengenai tanaman tebu. Tanaman tebu termasuk dalam komoditas tanaman perkebunan yang ada di Indonesia. Namun, dalam pembudidayaan tebu tidak luput dari berbagai permasalahan yang berhubungan dengan penyakit dan hama yang kemungkinan akan menyerang tanaman tebu. Oleh sebab itu penulis merancang pembuatan Sistem Pakar diagnosa penyakit dan hama tanaman tebu menggunakan metode *Forward Chaining* berbasis *web*. Sistem ini akan menganalisa berdasarkan data gejala-gejala yang ada yang di masukan oleh *user* sehingga di dapatkan suatu hasil identifikasi penyakit dan hama pada tanaman tebu berupa nama penyakit tingkat akurasi dan cara penangannya. Tahapan analisa hasil dilakukan pengujian dengan menggunakan sampel data yang diperoleh dari petani tebu di desa lawang dengan melibatkan lansung 10 tanaman tebu. Proses analisa hasil ini didampingi ketua kelompok tani di kecamatan Matur yaitu Muhammad Abrar, M.Pd. Hasil dari penelitian ini adalah Sistem Pakar dengan metode *Forward Chaining* mampu mendeteksi penyakit dan hama pada tebu dengan tingkat akurasi sebesar 86,5% jika dirata-ratakan. Hal ini pun membuktikan bahwa metode *Forward Chaining* masih dapat mengidentifikasi penyakit dan hama pada tebu dengan baik.

Kata kunci: Sistem Pakar, Penyakit, Hama, *Forward Chaining*, Tebu.

Abstract

At this time the development of computer technology has been very rapid, not only in the fields of information, industry, education, but in agriculture. Technological sophistication is also used by sugarcane farmers to obtain information about sugarcane plants. Sugarcane is included in plantation crop commodities in Indonesia. However, in sugarcane cultivation, various problems related to diseases and pests are likely to attack sugarcane. Therefore the authors designed the creation of an Expert System for diagnosing sugarcane diseases and pests using the web-based Forward Chaining method. This system will analyze based on existing symptom data that is entered by the user so that a result of identification of diseases and pests in sugar cane plants is obtained in the form of the name of the disease, the level of accuracy and how to handle it. The results analysis stage was carried out by testing using sample data obtained from sugarcane farmers in Lawang village directly involving 10 sugarcane plants. The results analysis process was accompanied by the head of the farmer group in the Matur sub-district, namely Muhammad Abrar, M.Pd. The result of this study is that the expert system using the Forward Chaining method is capable of detecting diseases and pests in sugar cane with an average accuracy rate of 86.5%. This also proves that the Forward Chaining method can still identify diseases and pests in sugarcane properly.

Keywords: Expert Systems, Diseases, Pests, *Forward Chaining*, Sugarcane.

1. PENDAHULUAN

Manusia adalah makhluk cerdas yang selalu meningkatkan kemampuannya untuk memudahkan setiap kegiatannya. Di sisi lain kemajuan sains dan teknologi diakui sebagai implikasi hasil pengembangan pendidikan juga, telah menjadi tantangan dalam penyelenggaraan pendidikan itu sendiri yang menghasilkan sumber daya manusia yang berkompoten (Lamuri & Laki, 2022). Pada saat ini perkembangan teknologi komputer sudah sangat pesat, tidak hanya pada bidang informasi, industri, pendidikan, tetapi pada bidang pertanian (Pati et al., 2020). Kecanggihan teknologi juga dimanfaatkan oleh para petani tebu untuk mendapatkan informasi mengenai tanaman tebu (Rohmatilah et al., 2022).

Hal yang menjadi masalah saat ini adalah dalam pembudidayaan tebu tidak luput dari berbagai permasalahan yang berhubungan dengan penyakit dan hama yang akan menyerang tanaman. Saat ini pada bidang pertanian pengetahuan petani tentang hama dan penyakit tanaman hanya diketahui sebatas pengetahuan sesama petani, jika ada hama dan penyakit jenis baru petani tidak mengetahuinya, di sisi lain terdapat beberapa ahli atau pakar pertanian yang banyak mengetahui tentang hama dan penyakit tanaman, akan tetapi dengan jumlahnya ahli atau pakar dengan banyaknya jumlahnya petani tidak seimbang. Sehingga dengan adanya penerapan metode *Forward Chaining* pada Sistem Pakar untuk diagnosa hama dan penyakit tanaman tebu dapat menjadi informasi dan pengetahuan yang akan membantu masyarakat ataupun perorangan (petani) untuk mengetahui jenis hama dan penyakit apa yang menyerang tanamannya, tanpa harus menunggu dan mengharapkan jawaban langsung dari ahlinya (Taufiq & Sandi, 2021).

Artificial Intelligence merupakan kecerdasan buatan yang kemudian dapat memudahkan pekerjaan seorang manusia (Siahaan et al., 2020). Artificial Intelligence adalah simulasi kecerdasan manusia oleh mesin, terutama oleh sistem komputer, sehingga dapat bekerja secara otomatis tugas manusia tanpa manusia (Mazher et al., 2022). Pada dasarnya ini adalah cabang ilmu pengetahuan dan teknologi di mana mencakup studi lengkap tentang manusia, proses otak dan bagaimana perhitungan analitis terjadi di dalam pikiran, untuk melakukan tugas dengan cara

yang lebih cerdas (Febrilian Zulrahman an Syahputra, 2023). Kemampuan yang dapat dimajukan oleh Artificial Intelligence adalah pembelajaran, pengenalan pola, penalaran, pemecahan masalah, persepsi visual, dan pemahaman Bahasa (Aggarwal et al., 2022).

Sistem pakar adalah program komputer yang mencakup pengetahuan dari satu atau lebih pakar dalam bidang tertentu (Nugroho & Bani, 2022). Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran untuk memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar di bidang tersebut (Paryati & Krit, 2022). Bentuk umum sistem pakar adalah suatu program yang dibuat berdasarkan suatu set aturan yang menganalisis informasi (biasanya diberikan oleh pengguna suatu sistem) mengenai suatu kelas masalah spesifik serta analisis matematis dari masalah tersebut (Rifki fahrial zainal et al., 2022). Sistem pakar akan memberikan daftar gejala-gejala sampai bisa mengidentifikasi suatu objek berdasarkan jawaban yang diterimanya (Veronika H et al., 2023).

Sistem Pakar dengan metode *Forward Chaining* sudah banyak diterapkan termasuk pada bidang pertanian seperti identifikasi penyakit tanaman kelapa sawit (Marcelina et al., 2022). Pada Tanaman Cabai dengan penerapan Metode *Forward Chaining* (Aristoteles et al., 2017). Penerapan lain pada Sistem Pakar dengan Metode *Forward Chaining* digunakan pada tanaman sawi untuk diagnosa hama (Puspaningrum et al., 2020). Pada penelitian terdahulu penerapan Sistem Pakar dengan metode *Forward Chaining* dilakukan pada diagnosa tanaman jeruk untuk melacak hama dan penyakit yang menyerang tanaman tersebut (Fuad et al., 2022).

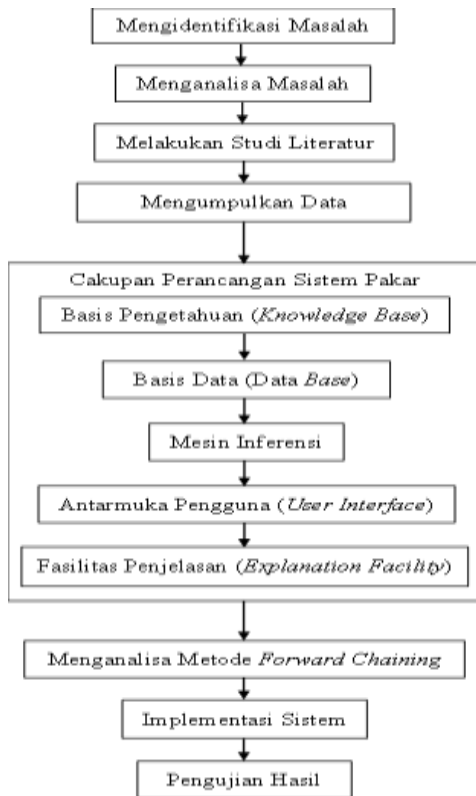
Pada penelitian lainnya yang menggunakan Sistem Pakar Metode *Forward Chaining* di terapkan pada bidang kedokteran untuk diagnosis penyakit Rhinitis (Nurjumala et al., 2022). Pada penelitian terdahulu seperti Sistem Pakar dengan metode *Forward Chaining* dalam mendiagnosis penyakit ISPA berdasarkan gejala yang diderita (Teuku Feraldy Ramadhani et al., 2020). Adapun penelitian mengenai Sistem Pakar diagnosis dini gangguan selama kehamilan dengan menggunakan metode *Forward Chaining* (Basiroh & Kareem, 2021). Pada penelitian ter-

dahulu untuk diagnosa penyakit mata dengan metode *Forward Chaining* (Umar, 2023).

Berdasarkan rujukan dari penelitian terdahulu, maka penelitian ini mengangkat tema yaitu Sistem Pakar Dengan Metode *Forward Chaining* untuk Diagnosis Penyakit dan Hama Tanaman Tebu agar dapat membantu petani perkebunan tanaman tebu.

2. METODE

Untuk membantu dalam penyusunan penelitian ini, maka perlu adanya susunan kerangka kerja (frame work) yang jelas tahapan-tahapannya. Kerangka kerja ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah yang akan dibahas. Adapun kerangka kerja penelitian yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan gambar kerangka kerja penelitian di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.1 Identifikasi dan Ruang Lingkup

Melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi pada petani tebu saat ini dalam menyelesaikan penyakit dan hama. Agar penelitian ini agar lebih terarah dan sasaran yang

diharapkan lebih tepat maka ruang lingkungnya hanya pada diagnosa penyakit dan hama pada tanaman tebu.

2.2 Analisis Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah dan ruang lingkungnya maka selanjutnya yang dilakukan adalah menganalisis masalah di mana setelah menentukan masalah atau variabel yang akan diteliti maka perlu adanya menganalisis variabel tersebut apakah layak untuk dilakukannya penelitian pada masalah tersebut.

2.3 Menentukan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sebuah Sistem Pakar di bidang pertanian khususnya tanaman tebu dengan menggunakan metode *Forward Chaining* dan membangun rules Sistem Pakar kedalam sebuah program serta diimplementasikan agar dapat membantu orang banyak khususnya petani tebu. Mengetahui bagaimana Sistem Pakar ini menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada penyakit dan hama tanaman tebu.

2.4 Mempelajari Literatur

Pada penelitian ini, peneliti mempelajari sumber-sumber pengetahuan dari jurnal-jurnal penelitian yang sudah diterbitkan, buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini, pengetahuan dari seorang pakar di bidangnya yang akan dijadikan acuan untuk membangun sebuah basis pengetahuan Sistem Pakar.

2.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan guna untuk mendapatkan rincian tentang variabel yang diambil untuk diteliti supaya memperlengkap informasi yang dikumpulkan, dan dalam penelitian ini teknik pengumpulan data melalui referensi yang ada dan melakukan wawancara dengan pihak terkait dengan penelitian untuk mendapatkan data yang diperlukan.

2.6 Analisis Sistem

Sebelum melakukan perancangan Sistem Pakar, penulis melakukan analisis terhadap permasalahan yang terjadi serta mencari kelemahan dan bagaimana membuat solusi terhadap permasalahan tersebut

2.7 Perancangan Sistem

Karena Sistem Pakar ini berbasis website, maka perancangan sistem menggunakan alat bantu perancangan berorientasi objek menggunakan UML (*Unified Modeling Language*). Adapun

perancangan lainnya yaitu perancangan antarmuka pengguna, perancangan basis pengetahuan dan perancangan basis data.

2.8 Implementasi Sistem

Sistem Pakar diimplementasikan dan digunakan oleh orang-orang yang membutuhkan informasi dan pemecahan masalah penyakit dan hama tanaman tebu. Pengguna tersebut termasuk seorang pakar yang nantinya akan terlibat dalam pengujian sistem tersebut

2.9 Pengujian Sistem

Setelah diimplementasikan, Sistem Pakar diuji mengenai tingkat keakuratannya dan kesalahan-kesalahan yang terdapat pada Sistem Pakar tersebut. Tahap proses pengujian yang dilakukan yaitu:

- a) Pengujian unit, dilakukan pada setiap modul yang mencakup pengkodean program yang dilakukan pengembang program.
- b) Pengujian integrasi setiap modul, pengujian ini bertujuan agar setiap modul saling terintegrasi dan setiap modul yang baru dapat ditambahkan.
- c) Pengujian sistem keseluruhan, pengujian ini dilakukan oleh pengguna sistem dan melibatkan ahli atau pakar di bidangnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan analisa dan pembahasan ini akan diuraikan mengenai identifikasi masalah yang ada dan rancangan sistem yang akan dibangun baik kebutuhan akan perangkat lunak atau aplikasi, di mana perangkat lunak ini nantinya menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Pembangunan Sistem Pakar ini menggunakan metode inferensi runut maju (*Forward Chaining*). Berdasarkan data jenis problem yang diberikan oleh pakar dan dilakukan penyusunan rule atau aturan dengan *Forward Chaining* maka didapat hasil yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Seluruh Pelacakan

Kode Penyakit	Kode Gejala
P001	G01, G02, G03, G04, G05
P002	G06, G07, G05
P003	G8, G9, G10, G11, G12, G13
P004	G14, G15, G13, G16, G8
P005	G17, G18, G19, G20, G21, G11
P006	G22, G13, G10

P007	G23, G24, G25, G26
P008	G27, G28
P009	G29, G30, G23, G10, G22, G13
P010	G31, G32
P011	G33, G34
P012	G35, G36
P013	G37, G38, G39, G40, G41
P014	G42, G43
P015	G35, G44
P016	G45, G46, G47
P017	G48
P018	G16, G36
P019	G49, G31, G50, G51

Berdasarkan tabel 1 terlihat beberapa penyakit dan hama dipengaruhi oleh beberapa gejala tertentu. Pada jenis Hama Penggerek Pucuk (*Scirpophaga Excerptalis Walker*) dengan kode (P001), dimana gejalanya ialah Deretan lubang horizontal berwarna coklat pada daun (G01), Lorong gerak memanjang di ibu tulang daun (G02), Daun kering (G03), Daun Mati (G04), dan Batang dibelah membujur akan kelihatan Lorong gesekan (G05). Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Penggerek Pucuk (*Scirpophaga Excerptalis Walker*) (P001). Penyakit yang ditandai dengan gejala Batang dibelah membujur akan kelihatan Lorong gesekan (G05), Bercak transparan memanjang tidak beraturan pada daun (G06) dan Bagian luar ruas muda yang digerek terdapat serbuk bekas gerakan (G07) dari gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Penggerek Batang Bergaris (*Chilo Sacchariphagus*) (P002).

Gejala yang muncul seperti Lubang-lubang bekas gerakan pada batang tebu (G08), Pucuk mati (G09), Ruas batang patah (G10), Identifikasi gejala, Tanaman mati (G11), Pangkal batang terdapat gerakan berwarna merah (G12) dan Ruas batang rusak (G13). Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Penggerek Batang Raksasa (*Phragmataecia Castanea*) (P003). Adapun penyakit yang ditandai dengan gejala Pada daun bercak transparan bekas gerakan larva bentuk bulat oval dan dibatasi warna coklat (G14), Deretan lubang horizontal berwarna coklat pada daun (G15), Ruas batang rusak (G13), Lorong gerak memanjang di ibu tulang daun (G16), dan bang-lubang bekas gerakan pada batang tebu (G08).

Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Penggerek Batang Berkilat (*Chilo Auricilius*) (P004).

Pada jenis Hama Uret (*Lepidiota stigma Fabricus*) dengan kode penyakit (P005) mempunyai gejala seperti Daun kering (G17), Daun Mati (G18), Batang dibelah membujur akan kelihatan Lorong gesekan (G19), Bercak transparan memanjang tidak beraturan pada daun (G20), Bagian luar ruas muda yang digerek terdapat serbuk bekas gresakan (G21), Tanaman mati (G11). Berikutnya Hama Tikus (*Rattus argentiventer*) dengan kode penyakit (P006) mempunyai gejala seperti Lubang-lubang bekas gresakan pada batang tebu (G22), Ruas batang rusak (G13), Ruas batang patah (G10). Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Tikus (*Rattus argentiventer*) (P006).

Gejala yang muncul seperti Pucuk mati (G23), Ruas batang patah (G24), Tanaman mati (G25), Pangkal batang terdapat gresakan berwarna merah (G26) Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Penggerek Batang Raksasa Hama Rayap (P007). Pada Hama Kutu Bulu Putih dengan kode gejala (P008) mempunyai gejala seperti Ruas batang rusak (G27) dan Pada daun bercak transparan bekas gresakan larva bentuk bulat oval dan dibatasi warna coklat (G28). Berikutnya Hama Boktor dengan kode penyakit (P009) dimana gejalanya Larva memakan pangkal tanaman sampai 5-10 cm batang tebu dari permukaan tanah (G29), Musim kemarau tebu menguning kemudian mengering dan mati mendada (G30), Pucuk mati (G23), Ruas batang patah (G10), Lubang-lubang bekas gresakan pada batang tebu (G22), dan Ruas batang rusak (G13) Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Boktor (P009).

Berikutnya Pertumbuhan akar tidak normal atau membentuk puru akar (G31) dan Jaringan akar mati (G32) Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Hama Nematoda (P010). Pada Penyakit Hangus (*Ustilago Scitaminea*) (P011) mempunyai gejala dengan kode Terdapat cambuk hitam setebal pensil, tidak bercabang di pucuk batang tebu (G33) dan Pada daun berbentuk sempit memanjang berwarna kuning (G34). Gejala yang muncul seperti Tanaman terhambat tumbuhnya (G35) dan Bila batang

dibelah terdapat pembuluh berwarna jingga kemerahan (G36) dari gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Penyakit Ratoon Stunting Disease (P012). Pada Penyakit Pokahbung (P013) mempunyai gejala seperti Pada helaian daun timbul titik atau garis merah (G37), Pada batang tebu tampak titik atau garis merah (G38), Pertumbuhan ujung batang terhambat (G39), Terjadi pembusukan dari daun ke batang (G40), Bila batang dibelah dalam ruas-ruas membusuk memanjang (G41).

Gejala yang muncul seperti Pada daun timbul titik halus merah atau coklat kemerahan (G42) dan Pada daun terdapat bercak yang mempunyai ekor menuju kearah ujung daun (G43) maka dengan ciri-ciri gejala tersebut kemungkinan mempunyai penyakit penyakit Bercak Mata (*Bipolaris Sacchari*) (P014). Berikutnya Penyakit Sereh dengan kode gejala (P015) mempunyai ciri-ciri gejala seperti Tanaman terhambat tumbuhnya (G35) dan Tunas-tunas samping berkembang (G44). Adapun Penyakit Mosaik dengan kode penyakit (P016) dengan ciri-ciri gejala beserta kodenya yaitu Hasil gula pada tebu hanya mencapai 30-40% (G45), Daun berwarna kuning (G46), dan Daun berubah bentuk menyerupai pola mosaik (G47).

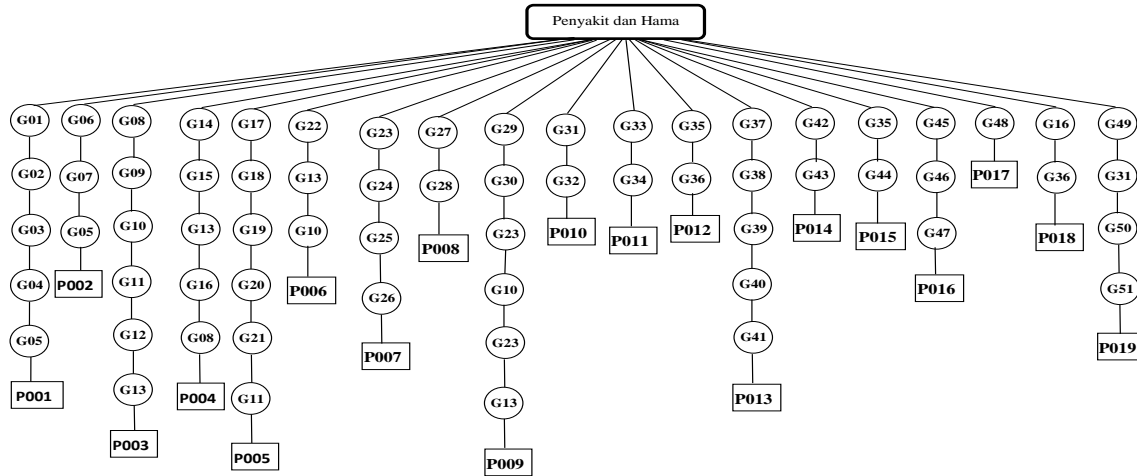
Penyakit Luka Api dengan kode penyakit (P017) mempunyai ciri-ciri gejala seperti Daun berubah bentuk menjadi bulat memanjang menyerupai cambuk berwarna hitam (G48). Berikutnya gejala dengan ciri-ciri seperti Lorong gresak memanjang di ibu tulang daun (G16) dan Bila batang dibelah terdapat pembuluh berwarna jingga kemerahan (G36) Jika terdapat ciri-ciri dan gejala-gejala tersebut maka kemungkinan penyakitnya ialah Penyakit Pembuluh (P018). Adapun ciri gejala seperti Akar membusu (G49), Pertumbuhan akar tidak normal atau membentuk puru akar (G31), Akar bercabang pada bagian ujung dan percabangan tidak normal (G50), dan Ujung akar tidak normal (G51) maka dengan ciri-ciri tersebut kemungkinan penyakitnya ialah Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang (P019).

3.1 Penyajian Aturan (*Rules*)

Pada penyajia dari gejala penyakit dan hama tanaman tebu tersebut dapat menghasilkan sebuah *rules* seperti dibawah ini:

- a. IF Deretan lubang horizontal berwarna coklat pada daun is True AND Lorong gresak

- memanjang di ibu tulang daun AND Daun kering AND Daun Mati AND Batang dibelah membujur akan kelihatan Lorong gesekan THEN Kasus Hama Penggerek Pucuk (*Scirpophaga Excerptalis* Walker).
- b. IF Bercak transparan memanjang tidak beraturan pada daun is True AND Bagian luar ruas muda yang digerek terdapat serbuk bekas gerakan THEN Kasus Hama Penggerek Batang Bergaris (*Chilo Sacchariphagus*).
 - c. IF Lubang-lubang bekas gerakan pada batang tebu is True AND Pucuk mati AND Ruas batang patah AND Tanaman mati AND Pangkal batang terdapat gerakan berwarna merah AND Ruas batang rusak THEN Hama Penggerek Batang Raksasa (*Phragmataecia Castanea*).
 - d. IF Pada daun bercak transparan bekas gerakan larva bentuk bulat oval dan dibatasi warna coklat AND Tanaman berumur 2 bulan mati AND Ruas batang rusak AND Tanaman menjadi kerdil AND Lubang-lubang bekas gerakan pada batang tebu THEN Hama Penggerek Batang Berkilat (*Chilo Auricilius*).
 - e. IF Tanaman layu is True AND Pucuk tanaman menguning mirip kekeringan AND Akar tanaman rusak AND Tanaman mudah dicabut AND Pangkal tanaman terbentuk rongga gerakan besar AND Tanaman mati THEN adalah Hama Uret (*Lepidiota stigma* Fabricus).
 - f. IF Luka pada bekas gerakan pada pucuk tebu is True AND Ruas batang rusak AND Ruas batang patah THEN adalah Hama Tikus (*Rattus argentiventer*).
 - g. IF Batang digerek is True AND Tanaman rusak AND Ada sarang di dalam batang tebu AND Ada sarang di dalam tanah sekitaran kebun tebu yang mencapai 1-2 meter THEN adalah Hama Rayap.
 - h. IF Kutu berkelompok di permukaan daun is True AND Jamur jelaga berwarna hitam menutupi daun THEN adalah Hama Kutu Bulu Putih.
 - i. IF Larva memakan pangkal tanaman sampai 5-10 cm batang tebu dari permukaan tanah is True AND Musim kemarau tebu menguning kemudian mengering dan mati mendadak AND Batang digerek AND Ruas batang patah AND Luka pada bekas gerakan pada pucuk tebu AND Ruas batang rusak THEN adalah Hama Boktor.
 - j. IF Pertumbuhan akar tidak normal atau membentuk puru akar is True AND Jaringan akar mati THEN adalah Hama Nematoda.
 - k. IF Terdapat cambuk hitam setebal pensil, tidak bercabang di pucuk batang tebu is True AND Daun berbentuk sempit memanjang berwarna kuning THEN adalah Penyakit Hangus (*Ustilago Scitaminea*).
 - l. IF Tanaman terhambat tumbuhnya is True AND Bila batang dibelah terdapat pembuluh berwarna jingga kemerahan THEN adalah Penyakit Ratoon Stunting Disease.
 - m. IF Pada helaian daun timbul titik atau garis merah is True AND Pada batang tebu tampak titik-titik garis merah AND Pertumbuhan ujung batang terhambat AND Terjadi pembusukan dari daun ke batang AND Bila batang dibelah dalam ruas-ruas membusuk memanjang THEN adalah Penyakit Pokahbung.
 - n. IF Pada daun timbul titik halus merah atau coklat kemerahan is True AND Pada daun terdapat bercak yang mempunyai ekor menuju kearah ujung daun THEN adalah Bercak Mata (*Bipolaris Sacchari*).
 - o. IF Tanaman terhambat tumbuhnya is True AND Tunas-tunas samping berkembang THEN adalah Penyakit Sereh.
 - p. IF Hasil gula pada tebu hanya mencapai 30-40% is True AND Daun berwarna kuning AND Daun berubah bentuk menyerupai pola mosaik THEN adalah Penyakit Mosaik.
 - q. IF Daun berubah bentuk menjadi bulat memanjang menyerupai cambuk berwarna hitam is True THEN adalah Penyakit Luka Api.
 - r. IF Tanaman menjadi kerdil is True AND Bila batang dibelah terdapat pembuluh berwarna jingga kemerahan THEN adalah Penyakit Pembuluh
 - s. IF Akar membusuk is True AND Akar Membusuk AND Pertumbuhan akar tidak normal atau membentuk puru akar AND Ujung akar tidak normal THEN adalah Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang



Gambar 2 Pohon Keputusan Keseluruhan Rule

3.1.1 Pohon Keputusan

Pohon keputusan dibentuk berdasarkan aturan (rules) yang sudah dirumuskan. Berikut ini bentuk struktur pohon keputusan dari keseluruhan rule untuk penelusuran diagnose penyakit dan hama tanaman tebu pada Gambar 2.

3.1.2 Metode Forward Chaining

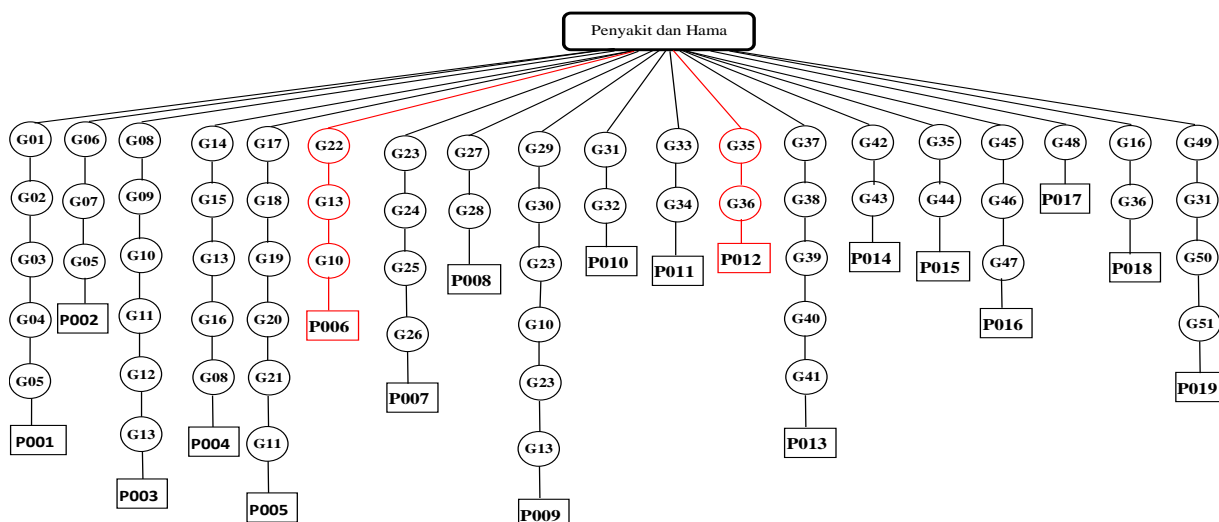
Metode ini berdasarkan pencocokan pada fakta atau gejala dengan Rules (aturan) yang telah dibuat. Berikut ini beberapa contoh hasil proses pelacakan berdasarkan data sampel jenis kasus dari masing-masing gejala. Jenis Hama Tikus (*Rattus argentiventer*) (P006) dengan gejala Ruas batang patah (G10), Ruas batang rusak (G13) dan Lubang-lubang bekas gerakan pada batang tebu (G22). Kemudian jenis Penyakit Ratoon Stunting Disease (P012) yang dipengaruhi oleh gejala yaitu, Bila batang dibelah terdapat pembuluh berwarna jingga kemerahan (G36) dan Pada helaian daun timbul titik atau garis merah (G37).

Berdasarkan hasil proses pelacakan yang diambil dari beberapa sampel dengan menggunakan metode Forward Chaining maka didapatkan hasil disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Proses Pelacakan

No	Penyakit	Rule	Kode Gejala
1	Hama Tikus (<i>Rattus argentiventer</i>)	IF G10 AND G13 AND G22 THEN P006	P006
2	Penyakit Ratoon Stunting Disease	IF G36 AND G37 THEN P012	P012

Berdasarkan Tabel 2 hasil proses pelacakan kasus dari beberapa sampel yang digambarkan kedalam bentuk struktur pohon. Terlihat pada Gambar 3



Gambar 3. Diagram Pohon Hasil Proses Pelacakan

Dengan sampel kasus diatas yang melalui pelacakan pada tabel dan pembentukan diagram pohon, dapat di hasilkan sebuah diagnosa dan solusi untuk dapat menghindari atau mengobati tanaman tebu dari hama dan penyakit yang menyerang.

4. KESIMPULAN

Sistem pakar yang dirancang mengasilkan diagnosa yang akurat terhadap penyakit dan hama pada tanaman tebu dengan metode forward chaining. Hasil yang ditampilkan oleh sistem pakar memudahkan para pengguna. Sistem pakar yang dibuat berbasis website dengan rules yang diinputkan sesuai dengan apa yang didapatkan dari pakarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, K., Mijwil, M. M., Sonia, Al-Mistarehi, A. H., Alomari, S., Gök, M., Zein Alaabdin, A. M., & Abdulrhman, S. H. (2022). Has the Future Started? The Current Growth of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 3(1), 115–123. <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2022.01.01.013>
- Aristoteles, Fuljana, M., Prasetyo, J., & Muludi, K. (2017). Expert System of Chili Plant Disease Diagnosis using Forward Chaining Method on Android. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(11), 164–168. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.081121>
- Basiroh, B., & Kareem, S. W. (2021). Analysis of Expert System for Early Diagnosis of Disorders During Pregnancy Using the Forward Chaining Method. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 5(1), 44–52. <https://doi.org/10.29099/ijair.v5i1.203>
- Febrihan Zulrahman, M., & Syahputra, H. (2023). PEMANFAATAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE MARKUP LANGUAGE (AIML) DAN LATENT SEMANTIC ANALYSIS (LSA) DALAM PENGEMBANGAN CHATBOT E-EDUCATION UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE MARKUP LANGUAGE (AIML) AND LATENT SEMANTIC ANALYSIS (LSA) IN E-EDUCATION CHATBOT DEVELOPMENT. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/intecom.v6i1.5459>
- Fuad, L., Adhiatma, N., Ikhsan, M., Trpl, #, Jambi, P., & Lingkar Barat, J. (2022). *SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT PADA TANAMAN JERUK GERGA DENGAN METODE FORWARD CHAINING STUDI KASUS BALAI PENYULUHAN (BPP) KECAMATAN JANGKAT KABUPATEN MERANGIN*. <https://doi.org/https://doi.org/10.37338/e.v4i1.226>
- Lamuri, A. B., & Laki, R. (2022). *TRANSFORMASI PENDIDIKAN DALAM PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA YANG BERKARAKTER DI ERA DISRUPSI*. 5(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.31970/gurutua.v5i2.122>
- Marcelina, D., Yulianti, E., & Romegar Mair, Z. (2022). Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit. *JURNAL ILMIAH INFORMATIKA GLOBAL*, 13(02), 107–115. <https://doi.org/10.36982/jiig.v13i2.2299>
- Mazher, N., Krishna Sriram, G., Namatherdhal, B., & Krishna Sriram, G. (2022). ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PRODUCT MANAGEMENT: SYSTEMATIC REVIEW. *International Research Journal of Modernization in Engineering*, 04(07), 2914–2917. www.irjmets.com
- Nugroho, F., & Bani, A. U. (2022). Penerapan Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Usus Halus. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 6(1), 243. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3468>
- NurJumala, A., Prasetyo, N. A., & Utomo, H. W. (2022). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Rhinitis Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(1), 69–78. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i1.3815>
- Paryati, & Krit, S. (2022). Expert System for Early Detection and Diagnosis of Central Nervous Diseases in Humans with Forward Chaining and Backward Chaining Methods

- Using Interactive Multimedia. *ITM Web of Conferences*, 43, 01016. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20224301016>
- Pati, M. I., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2020). Sistem Pakar dengan Metode Forward Chaining untuk Diagnosis Penyakit dan Hama Tanaman Semangka. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 2, 102–107. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v2i4.30>
- Puspaningrum, A. S., Susanto, E. R., & Sucipto, A. (2020). Penerapan Metode Forward Chaining untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Sawi. *INFORMAL: Informatics Journal*, 5(3), 113–120. <https://doi.org/10.19184/isj.v5i3.20237>
- Rifki fahrial zainal, Syariful Alim, & Muhammad Hamza Syaiful Islam. (2022). Sistem Pakar untuk Klasifikasi dan Diagnosa Penyakit Burung Murai Batu Menggunakan Metode Dempster-Shafer. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 3(2), 62–66. <https://doi.org/10.37802/joti.v3i2.220>
- Rohmatilah, Y. N., Fami, A., & Ulwah, T. (2022). Proses Pra Produksi E-book “Cermat Bertani dengan Kalender Tanam”. *Journal of Applied Multimedia and Networking (JAMN)*, 6(2), 2548–6853. <https://doi.org/https://doi.org/10.30871/jamn.v6i2.4935>
- Siahaan, M., Harsana Jasa, C., Anderson, K., Rosiana, M. V., Lim, S., & Yudianto, W. (2020). Penerapan Artificial Intelligence (AI) Terhadap Seorang Penyandang Disabilitas Tunanetra. In *Journal of Information System and Technology* (Vol. 01). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37253/joint.v1i2.4322>
- Taufiq, R., & Sandi, A. P. (2021). PERANCANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN LAPTOP DENGAN PENERAPAN METODE FORWARD CHAINING. In *JIKA: Vol. ISSN*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31000/jika.v5i2.4598>
- Teuku Feraldy Ramadhani, Fitri, I., & Handayani, E. T. E. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit ISPA Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(2), 81. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v5i2.1243>
- Umar, F. (2023). Sistem Pakar Berbasis Web untuk Diagnosa Awal Penyakit Mata dengan Penerapan Forward Chaining dan Certainty Factor. *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO-Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 6(1), 2621–4962. <https://doi.org/https://doi.org/10.47324/ilkominfo.v6i1.166>
- Veronika H, Aditya Lapu Kalua, & Deiby Tineke Salaki. (2023). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Certainty Factor dan Forward Chaining. *ITSESC: Journal of Information Technology, Software Engineering, and Computer Science*, 1(1), 21–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.58602/itsec.v1i1.10>