

IMPLEMENTASI METODE BACKWARD CHAINING SEBAGAI INFERENSI SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN TANAH UNTUK PENANAMAN TANAMAN OPTIMAL

Agung Wahyu Ramadhan^{1*}, Agil Prianda², Kanjul Ilmi³

^{1,2,3} Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara;JL.

Lapangan Golf, Durian Jangak, Tuntungan, Medan, Sumatera Utara

Keywords:

system pakar, backward chaining, kerusakan tanah, diagnosa tanah, penanaman optimal.

Correspondent Email:
agungwahyuramadhanlubi
s1@gmail.com

Abstrak. Kerusakan tanah merupakan permasalahan penting dalam sektor pertanian karena berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan keberhasilan penanaman tanaman. Identifikasi kerusakan tanah yang kurang tepat dapat menyebabkan kesalahan dalam pemilihan jenis tanaman sehingga hasil pertanian menjadi tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *backward chaining* sebagai mesin inferensi dalam sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan tanah dan menentukan rekomendasi penanaman tanaman yang optimal. Metode *backward chaining* digunakan dengan pendekatan penalaran berbasis tujuan, di mana sistem memulai proses inferensi dari hipotesis jenis kerusakan tanah dan menelusuri fakta berupa gejala yang diberikan pengguna. Basis pengetahuan sistem disusun dalam bentuk aturan (*rule-based*) yang diperoleh dari studi literatur dan pengetahuan pakar di bidang pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar yang dibangun mampu mengidentifikasi jenis kerusakan tanah berdasarkan gejala yang dimasukkan serta memberikan rekomendasi tanaman yang sesuai dengan kondisi tanah tersebut. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dan pihak terkait dalam pengambilan keputusan penanaman secara lebih akurat, efektif, dan berbasis pengetahuan.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Soil damage is an important issue in the agricultural sector because it directly affects crop productivity and success. Inaccurate identification of soil damage can lead to errors in crop selection, resulting in suboptimal agricultural yields. This study aims to implement the backward chaining method as an inference engine in an expert system to diagnose soil damage and determine optimal crop planting recommendations. The backward chaining method is used with a goal-based reasoning approach, where the system starts the inference process from the hypothesis of soil damage type and traces the facts in the form of symptoms provided by the user. The system's knowledge base is organized in the form of rules obtained from literature studies and expert knowledge in the field of agriculture. The results show that the expert system built is capable of identifying the type of soil damage based on the symptoms entered and providing crop recommendations appropriate to the soil conditions. This system is expected to assist farmers and related parties in making more accurate, effective, and knowledge-based planting decisions.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan telah memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung proses pengambilan keputusan di berbagai bidang, termasuk sektor pertanian. Dalam konteks pertanian, diagnosis kondisi tanah menjadi hal krusial karena berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman dan produktivitas hasil panen. Tanah yang mengalami kerusakan seperti perubahan tekstur, pH yang tidak sesuai, atau kandungan unsur hara yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman bila tidak terdeteksi secara tepat dan dini. Namun pada praktiknya, diagnosis kerusakan tanah sering kali bersifat konvensional dan bergantung pada pengetahuan subjektif, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan dalam penentuan jenis tanaman yang cocok untuk ditanam.

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dibuat atau di desain untuk menerapkan pengetahuan seperti seorang ahli pakar dalam memecahkan suatu permasalahan tertentu [1]. Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan penerapan sistem pakar dalam bidang pertanian, khususnya untuk diagnosa penyakit tanaman, hama, dan evaluasi kondisi lahan. Sistem pakar telah digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman jagung dengan metode *backward chaining* untuk memberikan solusi pencegahan dan penanganan [2] serta untuk diagnosis penyakit tanaman kubis menggunakan *backward chaining* untuk membantu petani dalam mengenali jenis penyakit berdasarkan gejala yang muncul [3]. Penelitian lain banyak menggunakan *forward chaining* dalam konteks sistem pakar pertanian seperti untuk mendeteksi kesuburan tanah [4]. Namun, masih terdapat keterbatasan pada studi yang mengimplementasikan *backward chaining* secara khusus untuk diagnosis kerusakan tanah sebagai basis rekomendasi penanaman tanaman optimal dibandingkan fokus pada penyakit atau hama tanaman.

Analisis kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan akan sistem pakar yang mampu mengintegrasikan diagnosis kerusakan tanah dengan rekomendasi penanaman

masih belum terpenuhi secara komprehensif. Metode *backward chaining* memiliki potensi efisiensi yang lebih tinggi dalam diagnosis berbasis tujuan karena proses inferensinya dimulai dari hipotesis yang akan dibuktikan menuju fakta gejala yang relevan. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan merancang dan mengimplementasikan sistem pakar berbasis *backward chaining* untuk diagnosis kerusakan tanah dan penentuan tanaman yang optimal berdasarkan kondisi tanah setempat.

Oleh karena itu, sistem ini dibuat agar *backward chaining* dapat diterapkan sebagai mesin inferensi pada sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan tanah dan sejauh mana sistem tersebut dapat mendukung pengambilan keputusan dalam memilih tanaman yang optimal yang bertujuan agar metode *backward chaining* pada sistem pakar diagnosa kerusakan tanah dapat digunakan secara baik serta mengevaluasi kinerjanya dalam memberikan rekomendasi penanaman tanaman yang sesuai dengan kondisi tanah yang terdiagnosa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar sendiri merupakan sebuah metode dimana menggabungkan pengetahuan dan fakta-fakta serta teknik penelusuran untuk memecahkan permasalahan yang secara normal memerlukan keahlian dari seorang pakar [5].

Sistem pakar umumnya merupakan sistem yang mengintegrasikan pengetahuan manusia ke dalam program komputer, sehingga komputer dapat menyelesaikan permasalahan sebagaimana yang biasa dilakukan oleh para ahli. Selain itu, sistem pakar juga mampu menarik kesimpulan secara konsisten dalam waktu yang relatif singkat, bahkan dalam beberapa kasus dapat lebih cepat dibandingkan dengan pakar manusia [6].

2.2 Metode Backward Chaining

Backward chaining merupakan metode inferensi berbasis aturan yang bekerja dengan

memulai proses penalaran dari hipotesis atau tujuan tertentu, kemudian menelusuri fakta-fakta pendukung untuk membuktikan kebenaran hipotesis tersebut terbatas [7]. Metode ini cocok digunakan pada sistem diagnosis yang memiliki tujuan spesifik dan jumlah hipotesis [8].

Dalam sistem implementasinya, backward chaining memungkinkan sistem untuk hanya memeriksa gejala yang relevan dengan hipotesis yang sedang diuji, sehingga proses inferensi menjadi lebih efisien. Berbagai penelitian telah dapat membuktikan efektivitas backward chaining dalam sistem pakar di berbagai domain, termasuk kesehatan, pertanian, dan manajemen teknis [9]. Terhadap sektor pertanian, metode ini digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman dan kondisi lahan berdasarkan aturan yang disusun dari pengetahuan pakar dan literatur ilmiah [10]. Pendekatan berbasis *backward chaining* juga dinilai memiliki keunggulan dari sisi interpretabilitas hasil, karena proses penalarannya dapat dijelaskan secara logis kepada pengguna.

2.3 Sistem Pakar Dalam Bidang Pertanian

Penerapan sistem pakar dalam bidang pertanian terus berkembang seiring dengan kebutuhan akan teknologi pendukung pengambilan keputusan yang cepat dan akurat. Sistem pakar tidak hanya digunakan untuk diagnosis penyakit tanaman, tetapi juga mulai dikembangkan untuk manajemen pertanian modern, termasuk evaluasi kondisi lahan dan rekomendasi teknik budidaya [11]. Integrasi sistem pakar berbasis web semakin memperluas pemanfaatannya karena dapat diakses dengan mudah oleh pengguna di berbagai lokasi [12].

2.4 Sistem Pakar untuk Diagnosis Tanah

Diagnosis kondisi tanah merupakan proses penting dalam pengelolaan lahan pertanian karena berkaitan langsung dengan kesesuaian tanaman dan keberhasilan produksi. Beberapa dari terhadap penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis sistem pakar mampu merepresentasikan pengetahuan pakar pertanian dalam bentuk aturan-aturan untuk mengidentifikasi permasalahan terhadap tanah berdasarkan karakteristik fisik dan kimia tanah [13]. Dengan memanfaatkan sistem pakar,

proses diagnosis dapat dilakukan secara lebih sistematis dan konsisten dibandingkan metode konvensional yang bergantung pada pengalaman subjektif. Penggunaan sistem pakar dalam diagnosis kondisi tanah juga dinilai sangat efektif untuk membantu pengambilan keputusan pada lingkungan dengan keterbatasan data lapangan [14]. Sistem pakar memungkinkan pemanfaatan terhadap pengetahuan eksplisit dalam bentuk aturan *IF-THEN* yang mudah dipahami oleh pengguna, sehingga hasil diagnosis dapat dijadikan dasar rekomendasi perbaikan tanah dan pemilihan tanaman yang sesuai [15].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan eksperimental berbasis komputasi. Tita Group Farm Berastagi digunakan sebagai studi kasus penerapan sistem, yaitu sebagai pihak yang memanfaatkan hasil diagnosa kerusakan tanah dan rekomendasi penanaman tanaman optimal yang dihasilkan oleh sistem pakar. Proses perancangan sistem, penyusunan basis pengetahuan, pengolahan data, penerapan metode *Backward Chaining* sebagai mesin inferensi, serta pengujian dan evaluasi sistem dilakukan pada periode penelitian yang telah ditentukan. Penelitian ini tidak melibatkan pengambilan data langsung di lokasi Tita Group Farm Berastagi, melainkan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari studi literatur, referensi ilmiah, dan pengetahuan pakar untuk mensimulasikan proses diagnosa kerusakan tanah. Data tersebut digunakan untuk menguji kemampuan sistem dalam mengidentifikasi jenis kerusakan tanah serta memberikan rekomendasi penanaman tanaman yang optimal sesuai dengan kondisi tanah yang dianalisis.

3.2. Data Dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil studi literatur, dokumentasi teknis, serta konsultasi dengan sumber pakar di bidang pertanian, yang kemudian disesuaikan dengan kondisi lahan pertanian pada Tita Group Farm Berastagi sebagai studi kasus penerapan sistem. Data yang digunakan tidak berasal dari pengukuran lapangan secara langsung,

melainkan digunakan sebagai data konseptual untuk mensimulasikan proses diagnosa kerusakan tanah dan penentuan tanaman yang optimal.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 sampel jenis kerusakan tanah yang umum dijumpai pada lahan pertanian dataran tinggi, khususnya pada wilayah Berastagi. Kelima sampel kerusakan tanah tersebut meliputi tanah kekurangan unsur hara, tanah asam (pH rendah), tanah terlalu padat, tanah tergenang air, dan tanah terkontaminasi bahan kimia. Masing-masing jenis kerusakan direpresentasikan dalam bentuk aturan (rule) yang disusun berdasarkan hubungan antara gejala dan hipotesis kerusakan tanah.

Gejala yang digunakan sebagai dasar inferensi sistem terdiri dari 7 gejala utama, yaitu tanaman tumbuh kerdil, daun menguning, akar sulit berkembang, tanah keras dan sulit diolah, air sulit meresap atau tanah tergenang, tanah berbau kimia, serta kondisi pH tanah kurang dari 5,5. Gejala-gejala tersebut dipilih karena memiliki pengaruh langsung terhadap kondisi kesuburan tanah dan keberhasilan penanaman tanaman serta sering digunakan oleh praktisi pertanian dalam proses identifikasi awal kerusakan tanah.

Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pembagian data menjadi data latih dan data uji, karena metode yang digunakan bukan berbasis machine learning, melainkan sistem pakar berbasis aturan dengan metode inferensi Backward Chaining. Proses diagnosa dilakukan dengan cara menelusuri hipotesis kerusakan tanah sebagai tujuan awal, kemudian memverifikasi kebenarannya melalui gejala-gejala yang dipilih oleh pengguna.

Metode validasi yang digunakan adalah validasi berbasis aturan (rule-based validation), yaitu dengan memastikan bahwa setiap aturan yang dibangun telah sesuai dengan pengetahuan pakar dan literatur yang relevan. Tita Group Farm Berastagi berperan sebagai studi kasus simulasi penerapan sistem, yaitu sebagai pihak yang secara konseptual memanfaatkan hasil diagnosa kerusakan tanah dan rekomendasi tanaman optimal yang dihasilkan oleh sistem. Data yang digunakan dalam penelitian ini

sepenuhnya merupakan data konseptual berbasis pengetahuan pakar dan bukan merupakan data aktual operasional milik Tita Group Farm Berastagi.

Tidak seluruh kemungkinan kondisi tanah dimasukkan ke dalam sistem. Pemilihan variabel dilakukan berdasarkan kerusakan tanah yang paling sering terjadi serta mudah diidentifikasi melalui gejala visual dan fisik. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel input berupa gejala kerusakan tanah dan variabel output berupa jenis kerusakan tanah, solusi perbaikan, serta rekomendasi tanaman yang optimal. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan terdiri dari variabel input dan variabel output yang disusun berdasarkan pengetahuan pakar di bidang pertanian serta literatur terkait kerusakan tanah. Variabel input digunakan sebagai fakta awal dalam proses inferensi sistem pakar, sedangkan variabel output merupakan hasil diagnosa yang dihasilkan oleh sistem menggunakan metode Backward Chaining.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil studi literatur, dokumentasi teknis, serta konsultasi dengan sumber pakar di bidang pertanian, yang kemudian disesuaikan dengan kondisi lahan pertanian pada Tita Group Farm Berastagi sebagai studi kasus penerapan sistem. Data yang digunakan tidak berasal dari pengukuran lapangan secara langsung, melainkan digunakan sebagai data konseptual untuk mensimulasikan proses diagnosa kerusakan tanah dan penentuan tanaman yang optimal.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 sampel jenis kerusakan tanah yang umum dijumpai pada lahan pertanian dataran tinggi, khususnya pada wilayah Berastagi. Kelima sampel kerusakan tanah tersebut meliputi tanah kekurangan unsur hara, tanah asam (pH rendah), tanah terlalu padat, tanah tergenang air, dan tanah terkontaminasi bahan kimia. Masing-masing jenis kerusakan direpresentasikan dalam bentuk aturan (rule) yang disusun berdasarkan hubungan antara gejala dan hipotesis kerusakan tanah.

No	Variabel	Keterangan
1	G1	Tanaman Tumbuh Kerdil
2	G2	Daun Menguning
3	G3	Akar Sulit Berkembang
4	G4	Tanah keras dan sulit diolah
5	G5	Air sulit meresap
6	G6	Tanah Berbau Kimia
7	G7	Ph Tanah <5,5

Tabel 1. Variabel input

Berdasarkan Tabel diatas, gejala yang digunakan sebagai dasar inferensi sistem terdiri dari 7 gejala utama, yaitu tanaman tumbuh kerdil, daun menguning, akar sulit berkembang, tanah keras dan sulit diolah, air sulit meresap atau tanah tergenang, tanah berbau kimia, serta kondisi pH tanah kurang dari 5,5. Gejala-gejala tersebut dipilih karena memiliki pengaruh langsung terhadap kondisi kesuburan tanah dan keberhasilan penanaman tanaman serta sering digunakan oleh praktisi pertanian dalam proses identifikasi awal kerusakan tanah.

Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pembagian data menjadi data latih dan data uji, karena metode yang digunakan bukan berbasis machine learning, melainkan sistem pakar berbasis aturan dengan metode inferensi Backward Chaining. Proses diagnosa dilakukan dengan cara menelusuri hipotesis kerusakan tanah sebagai tujuan awal, kemudian memverifikasi kebenarannya melalui gejala-gejala yang dipilih oleh pengguna.

Metode validasi yang digunakan adalah validasi berbasis aturan (rule-based validation), yaitu dengan memastikan bahwa setiap aturan yang dibangun telah sesuai dengan pengetahuan pakar dan literatur yang relevan. Berikut tabel rule yang dibangun sesuai dengan pengetahuan pakar

No	Variabel	Keterangan
1	Rule 1	If G1-G2 then K1
2	Rule 2	If G7-G2 then K2
3	Rule 3	If G4-G3 then K3
4	Rule 4	If G5- tanah sering tergenang then K4
5	Rule 5	If G6- Tanamannmati mendadak then K5

Tabel 2. Rule

Tita Group Farm Berastagi berperan sebagai studi kasus simulasi penerapan sistem, yaitu sebagai pihak yang secara konseptual memanfaatkan hasil diagnosa kerusakan tanah dan rekomendasikan tanaman optimal yang dihasilkan oleh sistem. Data yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya merupakan data konseptual berbasis pengetahuan pakar dan bukan merupakan data aktual operasional milik Tita Group Farm Berastagi. Tidak seluruh kemungkinan kondisi tanah dimasukkan ke dalam sistem. Pemilihan variabel dilakukan berdasarkan kerusakan tanah yang paling sering terjadi serta mudah diidentifikasi melalui gejala visual dan fisik. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel input berupa gejala kerusakan tanah dan variabel output berupa jenis kerusakan tanah, solusi perbaikan, serta rekomendasi tanaman yang optimal.

3.3. Metode Backward Chaining

Sistem pakar umumnya merupakan sistem yang mengintegrasikan pengetahuan manusia ke dalam program komputer, sehingga komputer dapat menyelesaikan permasalahan sebagaimana yang biasa dilakukan oleh para ahli. Selain itu, sistem pakar juga mampu menarik kesimpulan secara konsisten dalam waktu yang relatif singkat, bahkan dalam beberapa kasus dapat lebih cepat dibandingkan dengan pakar manusia [7] Metode Backward Chaining diterapkan sebagai mekanisme inferensi untuk mendiagnosa jenis kerusakan tanah dan

menentukan rekomendasi tanaman yang optimal berdasarkan gejala yang diamati pada lahan pertanian. Backward Chaining merupakan metode penalaran berbasis aturan (rule-based reasoning) yang bekerja dengan memulai proses inferensi dari hipotesis atau tujuan (goal), kemudian menelusuri kembali fakta-fakta pendukung berupa gejala untuk membuktikan kebenaran hipotesis tersebut.

Arsitektur sistem yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu basis pengetahuan (knowledge base), mesin inferensi (inference engine), basis fakta (fact base), dan antarmuka pengguna (user interface). Basis pengetahuan berisi kumpulan aturan (rules) yang merepresentasikan hubungan antara gejala kerusakan tanah dan jenis kerusakan tanah, yang disusun berdasarkan pengetahuan pakar dan literatur pertanian. Mesin inferensi menggunakan metode Backward Chaining untuk menelusuri aturan-aturan tersebut secara sistematis.

Basis fakta berfungsi untuk menyimpan jawaban pengguna terhadap pertanyaan gejala, yang kemudian digunakan oleh mesin inferensi untuk memverifikasi hipotesis kerusakan tanah. Antarmuka pengguna berperan sebagai media interaksi antara sistem dan pengguna dalam proses penginputan gejala serta penyampaian hasil diagnosa.

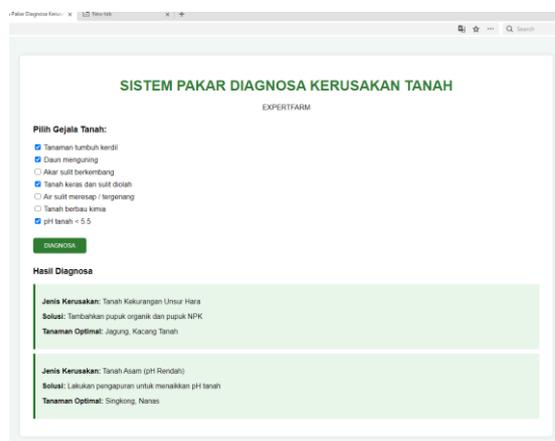
Dalam sistem ini, variabel input berupa gejala kerusakan tanah, sedangkan variabel output berupa jenis kerusakan tanah yang diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu tanah kekurangan unsur hara, tanah asam (pH rendah), tanah terlalu padat, tanah tergenang air, dan tanah terkontaminasi bahan kimia. Proses penentuan kategori kerusakan tanah dilakukan berdasarkan kecocokan aturan, di mana suatu hipotesis dinyatakan benar apabila seluruh gejala pendukung yang terkait terpenuhi.

Berbeda dengan metode berbasis machine learning, sistem pakar berbasis Backward Chaining tidak memerlukan proses pelatihan data maupun pembentukan model numerik, melainkan mengandalkan pengetahuan eksplisit dalam bentuk aturan IF-THEN. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk permasalahan diagnosa kerusakan tanah dengan jumlah sampel terbatas dan kebutuhan interpretabilitas yang tinggi, sehingga hasil

diagnosa yang dihasilkan sistem dapat dijelaskan secara logis kepada pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Web



Gambar 1. Tampilan Web

Hasil penelitian ini berupa sistem pakar diagnosa kerusakan tanah yang dibangun menggunakan metode inferensi Backward Chaining dan mampu mengidentifikasi jenis kerusakan tanah berdasarkan gejala yang diamati pada lahan pertanian. Sistem yang dikembangkan dapat mengelompokkan kondisi tanah ke dalam beberapa kategori kerusakan, yaitu tanah kekurangan unsur hara, tanah asam (pH rendah), tanah terlalu padat, tanah tergenang air, dan tanah terkontaminasi bahan kimia, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan pertanian.

Sistem pakar yang dikembangkan diintegrasikan ke dalam antarmuka berbasis web untuk memudahkan pengguna dalam melakukan proses diagnosa secara interaktif. Melalui antarmuka tersebut, pengguna dapat memasukkan gejala kerusakan tanah yang dialami lahan, kemudian sistem akan menampilkan hasil diagnosa, solusi perbaikan tanah, serta rekomendasi tanaman yang optimal sesuai dengan kondisi tanah yang teridentifikasi. Studi kasus Tita Group Farm Berastagi digunakan sebagai simulasi penerapan sistem, di mana hasil diagnosa sistem secara konseptual dapat dimanfaatkan sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam menentukan strategi perbaikan tanah dan perencanaan penanaman tanaman.

5. KESIMPULAN

- a. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan metode Backward Chaining sebagai mekanisme inferensi dalam sistem pakar diagnosa kerusakan tanah. Sistem mampu melakukan penalaran dari hipotesis kerusakan tanah menuju gejala pendukung secara sistematis sehingga menghasilkan diagnosa yang logis dan mudah dipahami oleh pengguna.
- b. Sistem pakar yang dikembangkan menggunakan basis pengetahuan berbasis aturan (rule-based system) yang terdiri dari lima jenis kerusakan tanah dan tujuh gejala utama. Berdasarkan gejala yang dipilih pengguna, sistem mampu memberikan hasil diagnosa, solusi perbaikan tanah, serta rekomendasi tanaman yang optimal sesuai dengan kondisi tanah yang teridentifikasi.
- c. Implementasi sistem dalam bentuk antarmuka berbasis web mempermudah proses diagnosa dan mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan pertanian. Studi kasus Tita Group Farm Berastagi menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi untuk digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan, serta dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan data, aturan, dan integrasi pengukuran lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Marcelina, E. Yulianti, and Z. Mair, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit," *Jurnal ilmiah informatika ...*, no. Query date: 2026-01-05 11:10:55, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.uigm.ac.id/index.php/IG/article/view/2299>
- [2] A. Christian, S. Seabri, and ..., "RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT PADA JAGUNG MENGGUNAKAN METODE BACKWARD CHAINING BERBASIS ANDROID," *JSK (Jurnal Sistem ...*, no. Query date: 2026-01-05 11:13:56, 2022, [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/bej6tl5kvzaitmj6kl7v74av3u/access/wayback/https://jsk.stmikprabumulih.ac.id/index.php/jsk/article/download/89/85>
- [3] A. ALHAKIMI, *SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN KUBIS MENGGUNAKAN METODE BACKWARD CHAINING*. repository.peradaban.ac.id, 2022. [Online]. Available: <https://repository.peradaban.ac.id/id/eprint/1304>
- [4] A. Mulyani, A. Supriatna, and T. Sukmawan, "Implementasi Forward Chaining Pada Sistem Pakar Deteksi Kesuburan Tanah Sebagai Media Tanah di Lahan Pertanian," *Jurnal Algoritma*, no. Query date: 2026-01-05 11:18:11, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.itg.ac.id/index.php/algoritma/article/view/1411>
- [5] M. Londa, M. Radja, and K. Sara, "Penerapan Metode Logika Fuzzy dalam Evaluasi Kinerja Dosen," *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan ...*, no. Query date: 2026-01-05 11:20:43, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.pnb.ac.id/index.php/matrix/article/view/1841>
- [6] G. Nugraha and R. Nugroho, "Implementasi Sistem Pakar dengan Forward Chaining untuk Identifikasi Kerusakan Router," *Jurnal Informatika dan Teknik ...*, no. Query date: 2026-01-05 11:21:32, 2025, [Online]. Available: <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/6593>
- [7] M. S. Farooq, "Harnessing AI forward and backward chaining with telemetry data for enhanced diagnostics and prognostics of smart devices," *Scientific Reports*, vol. 15, no. 1, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-89266-9.
- [8] J. Moyet and F. Bloch, "Is there a benefit to training older fallers using the backward chaining method to prevent complications of falls?," *Geriatrics & Gerontology International*, no. Query date: 2026-01-05 10:51:24, 2025, doi: 10.1111/ggi.70188.
- [9] E. Nurjanah, "Development of an expert system for diagnosing rice plant diseases using forward chaining method," *REKADATA*, no. Query date: 2026-01-05 11:26:09, 2025, [Online]. Available: <https://journal.mazayacahayautama.com/index.php/rd/article/view/1>
- [10] T. Tiara, "The Application of Expert System for Diagnosing Diseases in Corn Plants Using Forward Chaining Method," *TOFEDU: The Future of Education Journal*, no. Query date: 2026-01-05 11:27:09, 2025, [Online]. Available:

<http://journal.tofedu.or.id/index.php/journal/article/view/1041>

- [11] J. Shen, L. Tan, and Y. Wang, "Design and implementation of international agricultural and biological engineering expert management system based on WEB mode," *International Journal of Agricultural and ...*, no. Query date: 2026-01-05 11:28:03, 2020, [Online]. Available: <https://www.ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/5759>
- [12] J. Fu, "Research Progress on the Application of Microalgal Biotechnology in Modern Agriculture," *China Biotechnology*, vol. 45, no. 1, pp. 76–87, 2025, doi: 10.13523/j.cb.2406035.
- [13] K. Kethineni, S. Mekala, M. Kodali, and ..., "A Web-Based Agriculture Recommendation System using Deep Learning for Crops, Fertilizers, and Pesticides," *... for Green and ...*, no. Query date: 2026-01-05 11:31:53, 2024, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10717535/>
- [14] N. Gunawan, *SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN KACANG TANAH MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR BERBASIS* digilib.stimata.ac.id, 2020. [Online]. Available: https://digilib.stimata.ac.id/index.php?p=show_detail&id=5183
- [15] S. Alam, S. Purwiyanti, and ..., "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU PH MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK DAN KENDALI PH MENGGUNAKAN AKTUATOR PADA BUDIDAYA AKUAPONIK ...," *JITET (Jurnal ...)*, no. Query date: 2026-01-05 11:38:10, 2023, [Online]. Available: <http://repository.lppm.unila.ac.id/51065/>