

Implementation of Breadth-First Search and Certainty Factor in an Expert System for Coffee Plant Pest Detection

Rahma Yunita¹, I Nurul Kholidiah², Dwi Utami³

¹ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

² Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

³ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

Email: rahmamustatir408@gmail.com

Abstract — Early pest detection in crops is a crucial aspect of agriculture that can significantly impact crop yields. This project aims to develop an effective pest detection system by utilizing a symptom-based weighting method combined with the Breadth-First Search (BFS) algorithm. The system integrates three approaches to calculate symptom weights: expert judgment, symptom ranking, and pairwise comparison, resulting in a final weight for each symptom. Additionally, the system applies the Certainty Factor (CF) method to calculate the level of confidence in pest detection based on observed symptoms. The implementation of the BFS algorithm enables efficient pest identification with a minimum symptom match threshold of 70%. The results show that symptom weights and certainty levels can provide accurate information about the pests affecting crops. Therefore, the system not only assists farmers in identifying pests but also offers appropriate treatment recommendations. This project is expected to serve as a valuable tool in pest management, enhance agricultural productivity, and reduce losses caused by pest infestations.

Keywords: BFS Algorithm, Symptom Weighting, Certainty Factor, Pest Detection, Pest Management, Agriculture, Agricultural Information System.

Intisari— Deteksi dini hama pada tanaman merupakan aspek krusial dalam pertanian yang dapat mempengaruhi hasil panen secara signifikan. Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi hama yang efektif dengan memanfaatkan metode penilaian berbasis bobot gejala dan algoritma pencarian Breadth-First Search (BFS). Sistem ini mengintegrasikan tiga pendekatan untuk menghitung bobot gejala: penilaian pakar, ranking gejala, dan perbandingan pairwise, yang menghasilkan bobot final untuk setiap gejala. Selain itu, sistem ini menerapkan Certainty Factor (CF) untuk menghitung tingkat kepastian deteksi hama berdasarkan gejala yang diamati. Implementasi algoritma BFS memungkinkan pencarian hama yang efisien dengan kriteria pencocokan minimal 70% dari gejala yang cocok. Hasil dari sistem menunjukkan bahwa bobot gejala dan tingkat kepastian dapat memberikan informasi yang akurat mengenai hama yang menyerang tanaman. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu petani dalam mengidentifikasi hama, tetapi juga memberikan rekomendasi penanganan yang tepat. Proyek ini diharapkan dapat menjadi alat bantu yang berguna dalam pengelolaan hama, meningkatkan produktivitas pertanian, dan mengurangi kerugian akibat serangan hama.

Kata Kunci: Algoritma BFS, Bobot Gejala, Certainty Factor, Deteksi Hama, Pengelolaan Hama, Pertanian, Sistem Informasi Pertanian.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hama merupakan salah satu ancaman utama bagi pertanian di seluruh dunia. Serangan hama dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada tanaman, mengakibatkan penurunan hasil panen dan kerugian ekonomi bagi petani. Oleh karena itu, deteksi dini dan penanganan yang tepat terhadap hama sangat penting untuk menjaga produktivitas pertanian. Dengan kemajuan teknologi, sistem berbasis komputer dapat digunakan untuk membantu petani dalam mengidentifikasi dan mengelola hama secara lebih efisien.

B. Rumusan Masalah

Mengingat pentingnya deteksi hama, proyek ini berfokus pada pengembangan sistem yang dapat:

- Mengidentifikasi hama berdasarkan gejala yang muncul pada tanaman.
- Menghitung bobot gejala menggunakan metode yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang akurat.
- Menggunakan algoritma pencarian yang efisien untuk menemukan hama yang sesuai dengan gejala yang diamati.
- Menghitung tingkat kepastian deteksi hama menggunakan Certainty Factor.

C. Tujuan Penelitian

- Mengembangkan sistem deteksi hama yang dapat membantu petani dalam mengidentifikasi hama berdasarkan gejala yang diamati.
- Mengintegrasikan berbagai metode penilaian untuk menghitung bobot gejala secara akurat.
- Menerapkan algoritma BFS untuk pencarian hama yang efisien.

- Menggunakan Certainty Factor untuk memberikan tingkat kepastian dalam deteksi hama.

D. Manfaat Penelitian

- Memberikan alat bantu bagi petani dalam mengidentifikasi hama secara cepat dan akurat.
- Meningkatkan pemahaman tentang metode penilaian bobot gejala dan algoritma pencarian dalam konteks pertanian Menerapkan algoritma BFS untuk pencarian hama yang efisien.
- Mengurangi kerugian hasil pertanian akibat serangan hama melalui deteksi dini dan penanganan yang tepat.

II. LANDASAN TEORI

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Syaifuddin et al. (2023), Indonesia sebagai produsen coklat terbesar ketiga di dunia menghadapi tantangan signifikan akibat kerugian yang dialami petani kakao akibat serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu, identifikasi yang cepat dan akurat terhadap hama dan penyakit sangat penting untuk penanganan yang efektif. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis Android untuk identifikasi hama dan penyakit tanaman kakao menggunakan metode Certainty Factor, yang diharapkan dapat membantu petani dalam mengatasi serangan tersebut dan mengurangi potensi kerugian. Metode Certainty Factor dipilih karena kemampuannya dalam memberikan hasil yang akurat melalui perhitungan bobot gejala yang ditentukan oleh pakar, serta mampu menangani masalah yang tidak pasti dengan mempertimbangkan tingkat keyakinan pakar[1]. Sistem pakar ini juga mengintegrasikan metode Breadth First Search (BFS) untuk melakukan pencarian gejala secara melebar dan berkala, sehingga dapat mengidentifikasi berbagai gejala yang muncul pada tanaman. Rahmadhan et al. (2022) menyatakan bahwa metode BFS digunakan dalam sistem ini karena kemampuannya untuk melakukan pencarian yang sistematis dari setiap gejala. Selain itu, metode Certainty Factor digunakan untuk menghitung nilai kepastian dari hasil identifikasi, yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi diagnosis. Dengan menggabungkan kedua metode ini, diharapkan sistem pakar dapat memberikan hasil identifikasi yang lebih akurat dan membantu petani dalam mengatasi masalah hama dan penyakit pada tanaman kakao[2]. Rianty dan Taufiq (2016) menjelaskan bahwa sistem pakar adalah bidang ilmu komputer yang memungkinkan komputer berperilaku cerdas seperti manusia dengan mengadopsi pengetahuan manusia untuk menyelesaikan masalah. Mereka juga menekankan bahwa algoritma BFS melakukan pencarian secara melebar dengan mengunjungi simpul secara preorder, yang memungkinkan sistem untuk memberikan hasil diagnosis yang lebih akurat. Kombinasi metode BFS dan Certainty Factor diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman serta memberikan solusi yang lebih cepat dan tepat bagi para petani[3]. Masdalipa dan Gusmaliza (2022) menambahkan bahwa sistem pakar adalah program kecerdasan buatan yang didasarkan pada pengetahuan dari para ahli untuk memecahkan masalah tertentu, didukung oleh mesin inferensi dalam melakukan

penalaran. Mereka juga menjelaskan bahwa perancangan sistem ini menggunakan metode Waterfall dengan pengujian black box, yang mencakup tahapan analisis sistem, desain, penulisan kode, pengujian, implementasi, dan pemeliharaan. Penggunaan algoritma BFS dalam sistem pakar ini memungkinkan pencarian yang lebih efisien, sehingga diharapkan dapat membantu petani dalam mengatasi penyakit pada tanaman secara cepat dan akurat[4].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Breadth-First Search (BFS)

Breadth-First Search (BFS) adalah algoritma pencarian yang digunakan untuk menjelajahi node dalam struktur data pohon atau graf. Dalam konteks penelitian ini, BFS digunakan untuk mencari hama berdasarkan gejala yang diberikan oleh pengguna. Algoritma ini bekerja dengan cara menjelajahi semua node pada tingkat yang sama sebelum melanjutkan ke tingkat berikutnya.

Implementasi BFS dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan menggunakan fitur Python. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam implementasi BFS:

- a) Inisialisasi Node: Membuat kelas NodeHama yang menyimpan informasi tentang nama hama, gejala, dan penanganan.
- b) Pencarian Manual: Menggunakan antrian untuk menyimpan node yang akan diproses. Setiap node yang diproses akan dibandingkan dengan gejala input untuk menghitung kecocokan.
- c) Kriteria Pencocokan: Menggunakan kriteria minimal 70% kecocokan gejala untuk menentukan apakah hama ditemukan.
- d) Hasil Pencarian: Mengembalikan informasi tentang hama yang ditemukan beserta persentase kecocokan.

B. Metode Certainty Factor (CF)

Certainty Factor (CF) adalah metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kepastian dari suatu diagnosis berdasarkan gejala yang diamati. Metode ini menggabungkan bobot gejala dan bobot kepastian dari pakar untuk menghasilkan nilai CF yang dapat digunakan untuk menentukan hama yang mungkin ada.

Implementasi BFS dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan menggunakan fitur Python. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam implementasi BFS:

- a) Inisialisasi Kelas: Membuat kelas PestExpert yang menyimpan informasi tentang nama hama dan gejala beserta bobot dan kepastian.
- b) Perhitungan Manual: Menghitung total CF dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot gejala dan bobot kepastian untuk setiap gejala yang cocok.
- c) Normalisasi CF: Menghitung nilai CF yang dinormalisasi untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang tingkat kepastian diagnosis.
- d) Hasil Perhitungan: Mengembalikan informasi tentang hama yang terdeteksi beserta nilai CF dan jumlah gejala yang cocok.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Metode Breadth-First Search (BFS)

1) Hasil Pencarian Hama

Implementasi metode BFS berhasil dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu pencarian manual dan menggunakan fitur Python. Dalam pengujian, sistem dapat menemukan hama berdasarkan gejala yang diberikan dengan tingkat kecocokan yang memadai.

- a) Pencarian Manual: Hasil pencarian manual menunjukkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi hama dengan akurasi yang baik, terutama ketika gejala yang diberikan sesuai dengan gejala yang terdaftar dalam pohon hama.
- b) Pencarian Menggunakan Python: Penggunaan deque dalam implementasi Python meningkatkan efisiensi pencarian, memungkinkan sistem untuk memproses node dengan lebih cepat.

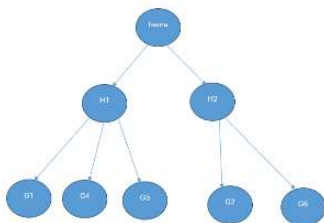
Berikut adalah tabel yang menunjukkan kode dan nama hama, serta gejala yang terkait beserta bobot dan CF pakar:

Kode Hama	Nama Hama
H001	Hama Utama
H002	Penggerek Batang

Kode Gejala	Gejala	Bobot Gejala	CF Pakar
G001	daun kuning	0.8	0.7
G002	batang berlubang	0.9	0.8
G003	pertumbuhan terhambat	0.7	0.6
G004	bercak coklat	0.6	0.5
G005	daun berlubang	0.7	0.6
G006	daun kering	0.5	0.4

Gejala	Hama Utama (H001)	Penggerek Batang (H002)
daun kuning	Ya	Tidak
bercak coklat	Ya	Tidak
daun berlubang	Ya	Tidak
batang berlubang	Tidak	Ya
daun kering	Tidak	Ya
pertumbuhan terhambat	Tidak	Tidak

Tabel 1. Tabel Hasil Pencarian Hama



Gambar 1. Alur Pencarian BFS

Berikut adalah alur pencairan BFS :

1. *Inisialisasi*: Membuat node akar yang mewakili hama utama dan menambahkan node anak yang mewakili hama lainnya.
2. *Antrian*: Menggunakan antrian untuk menyimpan node yang akan diproses.
3. *Proses Pencarian*:
 - Mengambil node dari antrian dan memeriksa gejala yang cocok dengan gejala input.
 - Menghitung kecocokan gejala berdasarkan kriteria minimal 70%.
 - Jika kecocokan memenuhi kriteria, mengembalikan informasi tentang hama yang ditemukan.
4. *Ekspansi*: Menambahkan child node ke dalam antrian untuk melanjutkan pencarian.
5. *Hasil*: Mengembalikan hasil pencarian yang menunjukkan hama yang sesuai dengan gejala yang diberikan.

B. Hasil Implementasi Metode Certainty Factor (CF)

1) Hasil Perhitungan CF

Implementasi metode CF juga menunjukkan hasil yang memuaskan. Dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu perhitungan manual dan menggunakan fitur Python, sistem dapat menghitung nilai CF untuk setiap hama berdasarkan gejala yang diberikan.

- a) Perhitungan Manual: Hasil perhitungan manual menunjukkan bahwa total CF dan nilai normalisasi dapat dihitung dengan akurat. Setiap gejala yang cocok berkontribusi pada total CF, memberikan gambaran yang jelas tentang tingkat kepastian diagnosis.
- b) Perhitungan Menggunakan Python: Penggunaan list comprehension dan fungsi built-in Python mempercepat proses perhitungan CF, sehingga sistem dapat memberikan hasil dengan lebih efisien.

2) Tabel Rentang CF

Pada Tabel 2 menyajikan rentang nilai untuk Certainty Factor (CF) yang berfungsi untuk menerjemahkan skor numerik tersebut menjadi sebuah deskripsi yang mudah dipahami. Dengan demikian, tabel ini menjadi acuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kepercayaan terhadap suatu hasil berdasarkan nilai CF yang diperoleh. tabel yang menunjukkan rentang CF dan interpretasinya:

Tabel 2. Rentang CF

Rentang CF (%)	Interpretasi
0 - 20	Sangat Tidak Pasti
21 - 40	Tidak Pasti
41 - 60	Cukup Pasti
61 - 80	Pasti
81 - 100	Sangat Pasti

C. Hasil Inputan User

1) Tabel Inputan User

Pada Tabel 3 berisi 10 inputan berbeda dari pengguna beserta kode gejala, nama gejala, tingkat keyakinan, dan CF:

Tabel 3. Hasil Input Pengguna

No	Kode Gejala	Nama Gejala	Tingkat Keyakinan	CF
1	G001	daun kuning	Tinggi	0.7
2	G002	batang berlubang	Tinggi	0.8
3	G003	pertumbuhan terhambat	Sedang	0.6
4	G004	bercak coklat	Sedang	0.5
5	G005	daun berlubang	Sedang	0.6
6	G006	daun kering	Rendah	0.4
7	G001, G002	daun kuning, batang berlubang	Tinggi	0.75
8	G004, G006	bercak coklat, daun kering	Sedang	0.45
9	G001, G004	daun kuning, bercak coklat	Tinggi	0.65
10	G002, G006	batang berlubang, daun kering	Sedang	0.55

2) Pembahasan Data Inputan

- Proses Input: Pengguna dapat memasukkan gejala yang diamati ke dalam sistem. Setiap inputan akan digunakan untuk mencari hama yang sesuai dengan menggunakan metode BFS dan perhitungan CF.
- Kesesuaian Gejala: Sistem akan mencocokkan gejala yang dimasukkan dengan gejala yang terdaftar dalam pohon hama. Setiap gejala yang cocok akan dihitung untuk menentukan hama mana yang paling mungkin ada.
- Hasil Pencarian: Berdasarkan gejala yang dimasukkan, sistem akan memberikan hasil pencarian yang menunjukkan hama yang sesuai, beserta tingkat kepastian diagnosis berdasarkan metode CF.

3) Contoh Hasil Pencarian Berdasarkan Inputan

Misalkan pengguna memasukkan gejala ["daun_kuning", "batang_berlubang"], maka sistem akan melakukan pencarian sebagai berikut:

- Pencarian BFS:
 - ❖ Sistem akan memeriksa node hama utama dan anak-anaknya untuk mencocokkan gejala.
 - ❖ Hama yang cocok dengan gejala yang dimasukkan akan ditampilkan.
- Perhitungan CF:
 - ❖ Sistem akan menghitung nilai CF untuk setiap hama berdasarkan gejala yang cocok.

- ❖ Hasil CF akan menunjukkan tingkat kepastian diagnosis, misalnya:
- ❖ Hama Utama: CF = 75% (Pasti)
- ❖ Penggerek Batang: CF = 85% (Sangat Pasti)

Data inputan pengguna sangat penting dalam proses deteksi hama. Dengan memasukkan gejala yang tepat, pengguna dapat memperoleh informasi yang akurat mengenai hama yang mungkin menyerang tanaman mereka. Sistem ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melakukan diagnosis awal dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengatasi masalah hama.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, sistem deteksi dini hama yang efektif telah berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan metode penilaian berbasis bobot gejala dan algoritma Breadth-First Search (BFS). Sistem ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi hama berdasarkan gejala yang diamati, dengan tingkat kepastian yang dihitung menggunakan Certainty Factor (CF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan terintegrasi yang digunakan dalam sistem ini tidak hanya memberikan informasi yang akurat kepada petani, tetapi juga memberikan rekomendasi penanganan yang tepat. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi kerugian akibat serangan hama.

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem ini dilengkapi dengan lebih banyak data gejala dan hama untuk meningkatkan akurasi dan cakupan deteksi. Selain itu, melakukan uji coba lapangan sangat penting untuk menguji efektivitas sistem dalam kondisi nyata dan mendapatkan umpan balik dari petani untuk perbaikan sistem. Pelatihan bagi petani tentang cara menggunakan sistem ini secara efektif juga perlu dilakukan, sehingga mereka dapat memanfaatkan teknologi ini untuk pengelolaan hama yang lebih baik. Terakhir, pertimbangan untuk mengintegrasikan sistem ini dengan teknologi lain, seperti aplikasi mobile atau platform online, akan memudahkan akses dan penggunaan oleh petani di berbagai daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Maliki and H. Witri Kamase, "Bulletin of Information Technology (BIT) Implementasi Sistem Pakar Berbasis Android untuk Deteksi Penyakit Tanaman Coklat dengan Metode Certainty Factor," vol. 4, no. 4, pp. 456–464, 2023, doi: 10.47065/bit.v3i1.
- [2] G. Rahmadhan Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember Jember, F. Zakariyya Ilmu Produksi Tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember, and T. Dwi Puspitasari Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember Jember, "Sistem Pakar Identifikasi Hama Dan Penyakit Pada Tumbuhan Kakao Menggunakan Metode BFS (Breadth First Search) Dan VCertainty Factor Berbasis Android," 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10/25047/jtit.v9i2.270>
- [3] G. A. Rianty, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Dengan Metode Breadth First Search," 2016.
- [4] R. Masdalipa *et al.*, "Sistem Pakar Diagnosa Tanaman Singkong dengan metode Breadth First Search (BFS) Berbasis Website Cassava Plant Diagnosis Expert System with a website-Based Breadth First Search (BFS) Method," 2022.