

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan ekonomi dan ketahanan pangan nasional di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) per Februari 2024, lebih dari 40 juta penduduk Indonesia bekerja di bidang pertanian, kehutanan, dan perikanan, atau sekitar 28% dari total angkatan kerja nasional (Manggala putra et al., 2023).. Angka ini menunjukkan bahwa pertanian memiliki peranan strategis dalam mendukung kesejahteraan masyarakat serta keberlanjutan perekonomian, terutama di wilayah pedesaan.

Salah satu komoditas unggulan yang memiliki kontribusi signifikan dalam ekspor nasional adalah kopi. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia, dengan berbagai varietas unggul seperti Arabika Gayo, Robusta Lampung, dan lainnya. Namun, di balik potensi ekonomi yang besar tersebut, petani kopi menghadapi tantangan serius, terutama yang berkaitan dengan serangan hama dan penyakit tanaman yang dapat menurunkan produktivitas secara drastis (Motisi et al., 2022). Beberapa jenis penyakit yang umum menyerang tanaman kopi meliputi karat daun (*Hemileia vastatrix*), penyakit bercak daun, jamur upas, serta infeksi akar oleh nematoda atau jamur tanah seperti *Fusarium* spp (Agus Supriyanto et al., 2023).

Permasalahan utama yang menyebabkan keterlambatan penanganan penyakit tanaman kopi adalah keterbatasan pengetahuan petani terhadap gejala awal serta minimnya akses ke tenaga ahli atau penyuluh pertanian, terutama di daerah terpencil (Anamisa et al., 2021; Istriningsih et al., 2022). Akibatnya, deteksi dini penyakit kerap terabaikan, dan tindakan pengendalian pun dilakukan secara terlambat atau tidak tepat sasaran (Amalia & Firmansyah, 2021). Hal ini berdampak langsung terhadap penurunan hasil panen, kerugian ekonomi, dan gangguan terhadap rantai pasok kopi nasional (Wallelign et al., 2018).

Dalam era digital dan perkembangan teknologi informasi yang pesat, pendekatan konvensional dalam menangani permasalahan pertanian tidak lagi cukup.

Diperlukan solusi inovatif berbasis teknologi yang mampu memberikan bantuan diagnostik secara cepat, tepat, dan mudah diakses (Raj et al., 2021). Salah satu solusi potensial adalah pengembangan sistem pakar berbasis web, yaitu sebuah sistem kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar manusia dalam suatu bidang tertentu.

Berbagai studi telah menunjukkan keberhasilan penerapan sistem pakar dalam bidang pertanian. Sistem telah dikembangkan untuk mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman padi, bawang merah, dan cabai, serta memberikan rekomendasi pengelolaan tanaman (Ariesta Indarwati & Susilawati, 2022; Kholifah, 2023; Sitepu et al., 2021; Wang et al., 2021). Dalam konteks budidaya kopi, sistem pendukung keputusan telah digunakan untuk memantau faktor risiko penyakit dan menyusun strategi pengendalian (Rodríguez-García et al., 2021).

Salah satu terobosan penting dalam sistem pakar adalah integrasi Bayesian Networks (BN) yang memungkinkan proses penalaran probabilistik. BN merupakan model graf berbasis teori probabilitas yang menggambarkan hubungan ketergantungan antara variabel dalam bentuk graf berarah tanpa siklus. Pendekatan ini sangat efektif untuk memodelkan ketidakpastian dan hubungan kausal dalam domain kompleks seperti diagnosis penyakit tanaman (Aqil Burney & Naseem, 2018; Kumar & Jindal, 2022).

Selain penalaran probabilistik, algoritma pencarian dan penelusuran yang efisien juga memainkan peran penting dalam memastikan respons sistem pakar yang cepat dan akurat. Algoritma Breadth-First Search (BFS), yang umum digunakan dalam teori graf, memungkinkan penelusuran hubungan antara gejala dan penyakit secara menyeluruh dengan pendekatan lapis per lapis. Pendekatan ini menjamin bahwa setiap kemungkinan hubungan diperiksa secara sistematis dan membantu mengoptimalkan jalur pencarian untuk mempercepat proses inferensi (R. Lumbanraja et al., 2020)

Sistem pakar dapat dimanfaatkan untuk mendiagnosis penyakit tanaman berdasarkan gejala yang diamati oleh pengguna (petani) secara mandiri. Dengan mengintegrasikan model probabilistik seperti Bayesian Network **dan** algoritma pencarian graf seperti Breadth-First Search (BFS) (Arianto et al., 2025), sistem pakar dapat menganalisis gejala dengan pendekatan statistik serta melakukan eksplorasi struktur pengetahuan secara sistematis (Wang et al., 2021). Pendekatan ini dianggap lebih adaptif dalam menangani ketidakpastian dan kompleksitas hubungan gejala-penyakit, dibandingkan metode berbasis aturan (rule-based) yang cenderung kaku dan kurang fleksibel (Kumar & Jindal, 2022).

Dengan mempertimbangkan kebutuhan mendesak akan solusi diagnosis penyakit tanaman kopi yang efisien dan terjangkau, serta peluang yang ditawarkan oleh kemajuan teknologi web dan kecerdasan buatan, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem pakar berbasis web yang mampu membantu petani dalam mengenali penyakit tanaman kopi secara mandiri dan cepat. Sistem ini diharapkan menjadi alat bantu strategis dalam menjaga produktivitas kebun kopi, khususnya di wilayah-wilayah yang minim tenaga penyuluh lapangan.

1.2 BATASAN MASALAH

Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pakar berbasis web menggunakan Bayesian Network dan Breadth-First Search untuk mendiagnosis penyakit tanaman kopi secara akurat dan efisien?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengembangkan sistem pakar berbasis web yang mampu memberikan diagnosis penyakit tanaman kopi berdasarkan gejala yang diamati, dengan menggabungkan pendekatan Bayesian Network dan Breadth-First Search.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam rangka menjaga focus penelitian, beberapa Batasan masalah yang diterapkan adalah:

1. Penelitian ini hanya mencakup diagnosis penyakit pada tiga komoditas pertanian, yaitu cabai, bawang merah, dan kopi.

2. Gejala yang digunakan dalam proses diagnosis bersumber dari input gejala verbal berdasarkan pengetahuan pakar, bukan dari data visual atau citra daun.
3. Sistem dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web, tanpa mencakup platform mobile maupun desktop.
4. Metode yang digunakan terbatas pada *Bayesian Network* untuk proses inferensi dan *Breadth-First Search (BFS)* untuk penelusuran gejala.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan solusi teknologi berbasis web yang dapat membantu petani dalam mendiagnosis penyakit tanaman cabai, bawang merah, dan kopi secara cepat, akurat, dan mudah diakses.
2. Mendukung peningkatan produktivitas pertanian dan transformasi digital di sektor pertanian melalui penerapan sistem pakar berbasis *Bayesian Network* dan algoritma *Breadth-First Search*.