

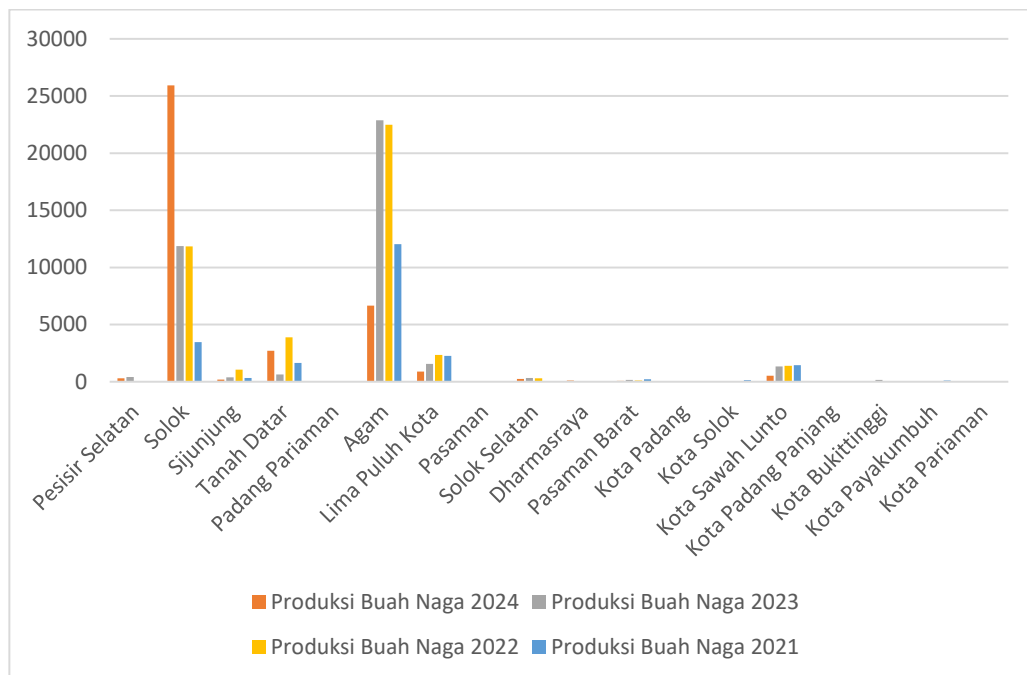
BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama dalam perekonomian Indonesia, khususnya pada subsektor hortikultura. Salah satu komoditas hortikultura yang mengalami peningkatan permintaan pasar adalah buah naga (*Hylocereus spp.*), baik untuk konsumsi domestik maupun kebutuhan ekspor. Tingginya minat masyarakat terhadap buah naga dipengaruhi oleh nilai ekonomis yang relatif tinggi serta kandungan gizi dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan (Adellia dkk., 2022). Kondisi tersebut mendorong perluasan lahan budidaya buah naga di berbagai daerah, termasuk di Provinsi Sumatera Barat, dengan harapan tercapainya peningkatan produktivitas dan kesejahteraan petani.

Namun demikian, kondisi ideal tersebut belum sepenuhnya tercapai. Data produksi buah naga di Provinsi Sumatera Barat menunjukkan adanya fluktuasi hasil panen antarwilayah dan antar periode waktu. Beberapa daerah sentra produksi mengalami penurunan produksi yang cukup signifikan pada tahun-tahun tertentu. Kondisi ini mengindikasikan adanya permasalahan dalam proses budidaya yang berdampak langsung terhadap hasil panen dan kualitas buah. Data dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Jumlah Produksi Buah Naga di Sumatra Barat 2021-2024

Sumber : (BPS, 2025)

Gambar 1.1 menunjukkan perkembangan jumlah produksi buah naga di Provinsi Sumatera Barat pada periode 2021–2024. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat adanya fluktuasi produksi antarwilayah dan antarperiode waktu, Fluktuasi ini mengindikasikan adanya permasalahan dalam proses budidaya yang berdampak langsung terhadap ketidakstabilan hasil panen dan kualitas buah, sehingga berpotensi menurunkan pendapatan petani serta menghambat keberlanjutan usaha tani buah naga.

Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap fluktuasi produksi tersebut adalah serangan hama dan penyakit tanaman. Tanaman buah naga rentan terhadap berbagai jenis penyakit yang disebabkan oleh jamur dan bakteri, serta serangan hama yang dapat merusak jaringan tanaman. Serangan organisme pengganggu tanaman yang tidak ditangani secara tepat dapat menyebabkan penurunan produktivitas yang signifikan, bahkan pada kondisi tertentu berpotensi menurunkan hasil panen lebih dari 30% (Ardina, 2025).

Berdasarkan hasil kajian pustaka, tanaman buah naga diketahui rentan terhadap berbagai jenis hama dan penyakit yang berpotensi menurunkan

pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Beberapa penyakit yang umum dijumpai antara lain busuk cokelat yang diakibatkan oleh *Fusarium* sp., antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp., kudis yang ditimbulkan oleh *Pestalotiopsis* sp., busuk batang akibat *Erwinia* sp., serta puru akar yang muncul akibat serangan *Meloidogyne* sp. Di samping itu, tanaman buah naga juga rentan terhadap serangan hama, seperti bekicot (*Achatina fulica*), kutu putih (*mealybug*), tungau (*Tetranychus* sp.), kumbang (*Hypomeces squamosus*), dan belalang (*Aularches miliaris*). (Marbun & Anwar, 2020; Nurhafizhah dkk., 2020). Keberagaman jenis hama dan penyakit tersebut menunjukkan kompleksitas permasalahan dalam proses diagnosis di lapangan. Kondisi tersebut ditemukan pada praktik pertanian di wilayah penelitian.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala BPP kecamatan setempat serta didukung oleh informasi dari literatur pada website Nagari Magek, diketahui bahwa proses identifikasi hama dan penyakit tanaman di tingkat petani masih dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan pengalaman pribadi maupun pertukaran informasi antar petani. Penentuan jenis hama dan penyakit umumnya hanya didasarkan pada gejala visual yang tampak pada tanaman, tanpa adanya panduan diagnosis yang terstruktur. Padahal, sejumlah gejala memiliki karakteristik yang mirip satu sama lain, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan dalam proses identifikasi.

Temuan tersebut diperkuat oleh hasil wawancara tidak terstruktur dengan 2–3 orang petani buah naga di Jorong Kotomarapak, Kecamatan Kamang Magek, yang dilakukan peneliti untuk memastikan kesesuaian permasalahan yang ditemukan di lapangan dengan hasil wawancara bersama Kepala BPP setempat. Petani yang diwawancarai mengungkapkan bahwa kesulitan utama bukan pada mengenali adanya gejala, melainkan pada memastikan jenis penyakit yang sebenarnya menyerang tanaman. Gejala seperti bercak pada batang, perubahan warna, atau pembusukan sering kali diasumsikan sebagai satu jenis penyakit tertentu, namun setelah dilakukan penyemprotan, kondisi tanaman tidak menunjukkan perbaikan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa

proses diagnosis yang dilakukan petani secara mandiri masih bersifat perkiraan dan coba-coba. Selain itu, petani juga menyampaikan bahwa akses terhadap penyuluh atau tenaga ahli tidak selalu tersedia pada saat serangan terjadi, sehingga keputusan penanganan harus diambil secara mandiri dengan pengetahuan yang terbatas.

Keterbatasan pengetahuan teknis serta terbatasnya pendampingan tersebut menyebabkan penanganan yang dilakukan sering kali tidak tepat dan tidak segera, sehingga memperparah tingkat serangan dan berdampak pada penurunan hasil panen. Situasi ini menegaskan bahwa permasalahan utama bukan hanya keberadaan hama dan penyakit, tetapi ketidakakuratan serta keterlambatan dalam proses diagnosis awal. Dengan demikian, kebutuhan petani terhadap sistem diagnosis yang cepat, akurat dan mudah diakses belum terpenuhi secara optimal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang mampu membantu proses diagnosis secara lebih sistematis dan berbasis pengetahuan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi informasi melalui pengembangan sistem pakar. Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meniru proses berpikir dan pengambilan keputusan seorang pakar dengan memanfaatkan basis pengetahuan dan aturan inferensi tertentu. Dalam konteks pertanian, sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan diagnosis awal terhadap hama dan penyakit tanaman berdasarkan gejala yang diamati, sehingga petani dapat memperoleh informasi serta rekomendasi penanganan secara lebih cepat, tepat, dan terarah.

Proses diagnosis hama dan penyakit tanaman pada kenyataannya mengandung unsur ketidakpastian, karena tidak semua gejala selalu muncul secara lengkap dan jelas pada setiap kasus. Selain itu, tingkat kemunculan gejala dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi lingkungan dan tingkat serangan. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme inferensi yang tidak hanya mampu

menelusuri gejala secara sistematis, tetapi juga mampu merepresentasikan tingkat keyakinan terhadap suatu diagnosis.

Dalam sistem pakar, mekanisme inferensi yang digunakan untuk menelusuri fakta menuju kesimpulan disebut sebagai *inference engine*. Salah satu strategi inferensi yang umum diterapkan pada sistem diagnosis adalah *Forward Chaining*. Metode ini bekerja dengan cara menelusuri fakta atau gejala yang diketahui terlebih dahulu, kemudian secara bertahap mencocokkannya dengan aturan-aturan yang ada dalam basis pengetahuan hingga diperoleh suatu kesimpulan diagnosis. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk sistem diagnosis berbasis gejala, karena pengguna umumnya mengetahui gejala yang tampak pada tanaman terlebih dahulu sebelum mengetahui jenis hama atau penyakit yang menyerang Darussalam & Yulianton, (2023). Namun demikian, *Forward Chaining* tidak secara langsung menangani unsur ketidakpastian yang melekat dalam proses diagnosis. Oleh karena itu, metode ini dikombinasikan dengan *Certainty Factor* (CF) yang mampu mengakomodasi ketidakpastian tersebut dengan memberikan nilai tingkat keyakinan terhadap hubungan antara gejala dan jenis hama atau penyakit, berdasarkan pengetahuan pakar. Dengan menggabungkan kedua metode ini, sistem dapat menelusuri gejala secara terarah melalui *Forward Chaining* sekaligus menghasilkan nilai kepercayaan diagnosis yang terukur melalui *Certainty Factor*, sehingga hasil diagnosis menjadi lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem pakar mampu membantu proses diagnosis hama dan penyakit tanaman secara efektif. Darussalam & Yulianton, (2023) membuktikan bahwa metode *Forward Chaining* efektif digunakan dalam sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi, di mana penelusuran dimulai dari gejala yang diketahui petani menuju kesimpulan diagnosis. Di sisi lain, Rhido Rezwana dkk., (2024) menerapkan metode *Certainty Factor* pada sistem pakar pendeteksi penyakit tanaman jamur tiram berbasis web dan berhasil memperoleh akurasi sebesar 95% berdasarkan 15 data uji, membuktikan bahwa CF mampu menghasilkan diagnosis yang

terukur meskipun mengandung unsur ketidakpastian. Selanjutnya, Nurhafizhah dkk., (2020) mengkombinasikan *Forward Chaining* dengan *Certainty Factor* pada sistem identifikasi hama tanaman buah naga yang mencakup 7 jenis hama dengan 37 gejala, dan berhasil menghasilkan nilai CF hingga 84,17%. Adellia., (2022) menerapkan kombinasi yang sama pada tanaman tomat dengan 14 jenis hama dan penyakit dari 37 gejala, memperoleh akurasi sebesar 90% berdasarkan 20 data kasus lapangan.

Secara khusus pada tanaman buah naga, Marbun & Anwar, (2020) mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit menggunakan metode *Certainty Factor*. Penelitian ini mengidentifikasi 5 jenis hama dan penyakit dengan 15 gejala, dan sistem mampu memberikan hasil diagnosis dengan nilai CF hingga 96,884%. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan berupa cakupan basis pengetahuan yang masih terbatas, belum disertai rekomendasi solusi penanganan yang aplikatif, serta tidak mempertimbangkan kondisi agroekologi lokal secara spesifik. Keterbatasan-keterbatasan inilah yang menjadi dasar pengembangan penelitian ini.

Berdasarkan kajian pustaka terhadap penelitian-penelitian terdahulu, masih ditemukan beberapa celah penelitian dalam pengembangan sistem pakar diagnosis hama dan penyakit tanaman buah naga. Penelitian oleh Marbun & Anwar (2020) memiliki keterbatasan pada cakupan basis pengetahuan yang hanya mencakup 5 jenis hama dan penyakit dengan jumlah gejala yang relatif terbatas, sementara dalam praktik budidaya di lapangan terdapat lebih banyak jenis hama dan penyakit dengan variasi gejala yang kompleks dan saling tumpang tindih. Selain itu, sebagian besar penelitian sistem pakar, termasuk A. Nurhafizhah dkk., (2020) dan Marbun & Anwar (2020) masih berfokus pada proses identifikasi atau diagnosis tanpa disertai rekomendasi solusi penanganan yang dapat langsung diterapkan oleh petani, padahal tujuan utama diagnosis adalah untuk memperoleh panduan penanganan yang tepat dan cepat.

Berdasarkan celah tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem pakar terintegrasi dengan basis pengetahuan yang lebih

komprehensif, mencakup 6 jenis penyakit dan 7 jenis hama tanaman buah naga atau total 13 objek diagnosis, yang disusun berdasarkan hasil studi literatur dan wawancara dengan pakar serta divalidasi melalui data lapangan. Sistem yang dikembangkan tidak hanya melakukan diagnosis, tetapi juga memberikan rekomendasi penanganan awal yang spesifik dan aplikatif untuk setiap jenis hama dan penyakit yang teridentifikasi, dengan penerapan metode *Certainty Factor* yang disesuaikan untuk menangani kompleksitas gejala tumpang tindih sehingga meningkatkan akurasi hasil diagnosis.

Pengetahuan mengenai gejala hama dan penyakit pada tanaman buah naga sangat penting agar petani dapat melakukan penanganan yang tepat sejak dini. Namun dalam praktiknya, proses identifikasi sering kali masih bergantung pada pengalaman petani atau bantuan dari pihak yang lebih ahli, sehingga diagnosis tidak selalu dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Kondisi ini menunjukkan perlunya suatu sistem yang mampu mengadopsi pengetahuan pakar ke dalam bentuk sistem komputer sehingga dapat membantu pengguna dalam mengenali kemungkinan hama dan penyakit berdasarkan gejala yang muncul. Dengan memanfaatkan mekanisme *Forward Chaining* sebagai strategi inferensi dan metode *Certainty Factor* untuk menangani ketidakpastian, sistem dapat menelusuri gejala yang diinputkan pengguna secara sistematis kemudian mengolah tingkat keyakinan terhadap setiap gejala untuk menghasilkan tingkat kepercayaan terhadap suatu diagnosis. Melalui pendekatan tersebut, sistem diharapkan dapat membantu proses diagnosis awal secara lebih cepat, sistematis, dan terukur sehingga mendukung upaya pengendalian hama dan penyakit serta menjaga produktivitas tanaman buah naga.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem pakar untuk mendiagnosis hama dan penyakit pada tanaman buah naga menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* (CF)?
2. Bagaimana menerapkan metode *Forward Chaining* sebagai mekanisme

inferensi dan *Certainty Factor* (CF) untuk menangani ketidakpastian dalam sistem pakar diagnosis hama dan penyakit tanaman buah naga?

3. Bagaimana tingkat kesesuaian hasil diagnosis sistem pakar dengan hasil diagnosis pakar pertanian?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman buah naga menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* (CF).
2. Untuk menerapkan metode *Forward Chaining* sebagai mekanisme inferensi dan *Certainty Factor* (CF) dalam sistem pakar diagnosis hama dan penyakit tanaman buah naga.
3. Untuk mengetahui tingkat kesesuaian hasil diagnosis sistem pakar dengan hasil diagnosis pakar pertanian.

D. Batasan Masalah

Supaya penelitian ini dapat berjalan secara terarah, fokus, dan tidak melenceng dari tujuan yang telah dirumuskan, maka ditetapkan batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas diagnosa hama dan penyakit pada tanaman buah naga (*Hylocereus spp.*) yang umum ditemukan di wilayah Sumatera Barat, khususnya Kecamatan Kamang Magek Kabupaten Agam.
2. Jenis hama dan penyakit yang dianalisis dibatasi pada hama dan penyakit yang telah ditentukan berdasarkan literatur dan hasil wawancara dengan pakar, serta dimasukkan ke dalam basis pengetahuan sistem.
3. Sistem pakar yang dikembangkan hanya digunakan sebagai alat bantu diagnosa awal dan tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran pakar secara langsung.
4. Metode yang digunakan dalam sistem pakar ini dibatasi pada metode *Forward Chaining* sebagai mekanisme inferensi dan *Certainty Factor* (CF) sebagai metode penanganan ketidakpastian.

5. Pengujian akurasi sistem dilakukan menggunakan data uji terbatas sehingga hasil penelitian tidak digeneralisasi secara luas.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Petani

Memberikan kemudahan dalam memperoleh informasi diagnosa awal hama dan penyakit tanaman buah naga secara cepat dan sistematis, serta membantu dalam menentukan langkah penanganan awal yang tepat.

2. Bagi Instansi Terkait

Menjadi sarana pendukung bagi penyuluh pertanian dalam memberikan edukasi dan pendampingan kepada petani terkait pengendalian hama dan penyakit tanaman buah naga.

3. Bagi Peneliti

Melalui penelitian ini, peneliti memperoleh pengalaman secara langsung dalam mengimplementasikan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* untuk membangun sistem pakar berbasis web, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan basis pengetahuan bersama pakar, hingga pengujian sistem, sekaligus menjadi sarana pengembangan kemampuan akademik dan penerapan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan pada permasalahan nyata di bidang pertanian.