

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan fondasi penting bagi ketahanan pangan nasional Indonesia[1]. Sebagai negara agraris, sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup pada hasil pertanian. Keberhasilan sektor ini tidak hanya menentukan ketersediaan pangan, tetapi juga memengaruhi stabilitas ekonomi, kesejahteraan petani, dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan jenis tanaman yang tepat sesuai dengan kondisi lahan menjadi faktor krusial dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko gagal panen.

Kenyataan di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan antara praktik ideal tersebut dengan metode yang diterapkan petani. Berdasarkan wawancara dengan seorang petani ubi di Kecamatan Ujungbatu, Kabupaten Rokan Hulu (14 Agustus 2025), proses penentuan komoditas masih sangat bergantung pada kebiasaan turun-temurun. Petani yang diwawancara menceritakan pengalamannya menanam varietas ubi unggul di lahan gambut yang ternyata memiliki tingkat keasaman tinggi (tanah masam). Akibatnya, tanaman tumbuh kerdil, daunnya menguning karena penyerapan unsur hara terhambat, dan umbi yang dihasilkan sangat sedikit dan berkualitas rendah. “Belum punya data tanah yang jelas. Kalau mau uji tanah harus kirim sampel ke kecamatan, tapi sering terkendala waktu dan biaya,” ujarnya menyoroti bahwa tanpa panduan berbasis data akurat seperti pH tanah, risiko kegagalan panen akibat ketidaksesuaian lahan menjadi sangat besar.

Kasus tersebut merefleksikan masalah yang lebih luas, di mana metode pertanian konvensional yang mengandalkan intuisi dan pengalaman semakin tidak relevan di tengah tantangan perubahan iklim dan meningkatnya keragaman karakteristik lahan di Indonesia[2]. Ketergantungan pada praktik lama ini memperbesar risiko kegagalan panen dan menghambat optimalisasi potensi lahan pertanian.

Permasalahan ini berakar pada keterbatasan akses informasi yang akurat. Setiap lahan memiliki karakteristik unik, mulai dari jenis dan tekstur tanah, kandungan unsur hara, tingkat keasaman (pH), hingga faktor iklim mikro seperti curah hujan, suhu, dan kelembapan[3]. Tanpa panduan yang berbasis data, proses penanaman menjadi bersifat spekulatif atau coba-coba, yang berisiko menimbulkan kerugian finansial dan pemborosan sumber daya seperti pupuk, air, dan tenaga kerja.

Untuk menjawab tantangan tersebut, pemanfaatan teknologi informasi menjadi solusi yang menjanjikan. Melalui pengembangan sistem rekomendasi berbasis web, petani dapat dengan mudah memasukkan data kondisi lahan dan memperoleh rekomendasi tanaman yang paling sesuai secara cepat dan akurat. Pendekatan ini mengubah proses pengambilan keputusan dari yang sebelumnya berbasis perkiraan menjadi berbasis data, sehingga hasil pertanian dapat lebih optimal, efisien, dan berkelanjutan.

Dalam penelitian ini, metode *Naïve Bayes* akan digunakan sebagai mesin utama dalam sistem rekomendasi. Metode ini dipilih karena kemampuannya yang andal dalam melakukan klasifikasi berdasarkan probabilitas, serta efisien dalam

mengolah berbagai variabel seperti jenis tanah, curah hujan, dan suhu. Dengan melatih algoritma menggunakan data historis keberhasilan tanam, sistem dapat memprediksi tanaman mana yang memiliki peluang keberhasilan tertinggi untuk suatu lokasi baru.

Penerapan metode rekomendasi untuk pengambilan keputusan di bidang pertanian telah banyak dilakukan, dengan *Naïve Bayes* menjadi salah satu algoritma yang populer karena kesederhanaan komputasi dan performa yang andal. Beberapa penelitian terdahulu menjadi landasan penting bagi penelitian ini, sekaligus menunjukkan celah yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

Penelitian yang dilakukan oleh Bravo dkk pada tahun 2023 mengenai penerapan metode *Naïve Bayes* untuk penentuan bibit kelapa sawit menjadi bukti konsep yang relevan. Studi mereka berhasil membangun dan membandingkan beberapa model *Naïve Bayes*, dan menyimpulkan bahwa model *Gaussian Naïve Bayes* mampu memberikan rekomendasi bibit yang sesuai dengan kondisi daerah tanam dan pola perawatan. Keberhasilan ini mengindikasikan bahwa parameter agronomis lokal di Indonesia dapat secara efektif dikuantifikasi dan diolah menggunakan pendekatan probabilistik *Naïve Bayes* untuk menghasilkan keputusan yang lebih baik daripada sekadar intuisi[4].

Selanjutnya, penelitian oleh Elsa Damayanti dkk pada tahun 2025 semakin memperkuat justifikasi penggunaan *Naïve Bayes* dengan fokus pada rekomendasi bibit unggul kelapa sawit. Penelitian ini mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu 95%, yang menunjukkan kekuatan prediksi algoritma ini dalam membedakan kelas unggul dan tidak unggul secara efisien. Namun, yang lebih

penting dari sekadar angka akurasi, penelitian tersebut juga secara jujur mengungkapkan beberapa tantangan praktis. Ditemukan bahwa ketidakseimbangan kelas dalam *dataset* dimana data bibit tidak unggul jauh lebih sedikit dapat menyebabkan model menjadi bias dan kurang andal dalam mengenali kelas minoritas. Selain itu, ditekankan pula bahwa kualitas dan kelengkapan data input merupakan faktor krusial yang secara langsung memengaruhi performa model[5].

Meskipun kedua penelitian tersebut memberikan validasi yang kuat terhadap metode *Naïve Bayes*, fokus keduanya sangat spesifik pada satu jenis komoditas perkebunan, yaitu kelapa sawit. Sistem yang mereka bangun ditujukan untuk membantu manajer perkebunan dalam seleksi bibit, sebuah konteks yang berbeda dengan kebutuhan petani skala kecil hingga menengah.

Oleh karena itu, posisi dan kebaruan penelitian ini adalah mengalihkan penerapan metode yang sudah teruji ini ke domain yang berbeda namun sangat krusial bagi ketahanan pangan, yaitu rekomendasi tanaman pangan utama. Penelitian ini tidak akan merekomendasikan berbagai jenis tanaman secara umum, melainkan berfokus pada komoditas strategis seperti padi, jagung, dan ubi. Dengan demikian, penelitian ini mengisi celah dengan merancang alat bantu yang ditujukan langsung bagi petani tanaman pangan, menjawab permasalahan spesifik mereka dalam optimasi lahan. Selain itu, dengan belajar dari temuan Damayanti dkk., penelitian ini sejak awal akan mengantisipasi pentingnya penggunaan *dataset* yang bersih dan representatif untuk menghindari bias pada hasil rekomendasi[5].

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: “Rancang Bangun Aplikasi Rekomendasi Tanaman Berdasarkan Jenis Tanah dan Iklim Menggunakan Metode *Naïve Bayes* Berbasis *Web*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun aplikasi rekomendasi tanaman berdasarkan jenis tanah dan iklim menggunakan metode *Naïve bayes* berbasis *web*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah sistem aplikasi rekomendasi tanaman berdasarkan jenis tanah dan iklim menggunakan metode *Naïve bayes* berbasis *web*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan dalam sistem rekomendasi tanaman ini adalah *Naïve Bayes*.
2. Data yang menjadi masukan sistem meliputi delapan kriteria: warna tanah, tekstur tanah, lokasi ketinggian, cuaca harian, ketersediaan air, intensitas hujan, kondisi sinar matahari, dan pengalaman tanaman lama. Seluruh data numerik dipetakan ke kategori.

3. Sistem memberikan rekomendasi untuk sepuluh jenis komoditas pertanian, yaitu: Jagung, Kacang Polong, Ubi Jalar, Kedelai, Cabai, Tomat, Singkong, Padi, Bayam, dan Sagu.
4. Keluaran dari aplikasi ini adalah berupa rekomendasi tanaman yang paling sesuai beserta nilai probabilitasnya, dan tidak mencakup panduan teknis budidaya secara mendetail.
5. Model akan dilatih menggunakan data sekunder yang diperoleh dari literatur, jurnal, maupun basis data pertanian yang sudah ada, bukan melalui pengambilan data primer di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Bagi Peneliti:

1. Menerapkan ilmu teoritis yang telah diperoleh selama masa perkuliahan, khususnya dalam bidang kecerdasan buatan, basis data, dan rekayasa perangkat lunak, ke dalam sebuah proyek nyata.
2. Mendapatkan pengalaman dan wawasan mendalam mengenai implementasi algoritma *machine learning*, terutama *Naïve Bayes*, untuk menyelesaikan permasalahan di sektor pertanian.

B. Bagi Objek Penelitian:

1. Menyediakan alat bantu praktis bagi petani tanaman pangan untuk membuat keputusan pemilihan tanaman yang lebih objektif dan berbasis data, sehingga mengurangi risiko gagal panen.

2. Memperkenalkan dan mendorong adopsi teknologi digital di kalangan petani sebagai sarana modernisasi sektor pertanian di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari proposal ini terdiri dari enam bagian utama, sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan umum penelitian. Bagian ini mencakup latar belakang yang mendasari pentingnya penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, batasan masalah untuk menjaga fokus penelitian, serta sistematika penulisan ini sendiri.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori fundamental yang menjadi dasar penelitian. Pembahasan mencakup konsep sistem rekomendasi, teori klasifikasi, penjelasan mendalam mengenai algoritma *Naïve Bayes*, serta tinjauan pustaka mengenai karakteristik tanaman pangan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah kerja yang sistematis dalam melakukan penelitian. Cakupannya meliputi kerangka kerja penelitian, metode pengumpulan data sekunder, alat dan bahan (perangkat lunak dan keras) yang digunakan, serta model pengembangan sistem yang memandu proses dari awal hingga akhir.

BAB 4 ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berfokus pada tahap analisis dan perancangan aplikasi. Dimulai dengan analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem, kemudian dilanjutkan dengan perancangan arsitektur sistem, pemodelan proses bisnis menggunakan use case diagram, perancangan basis data, hingga perancangan antarmuka pengguna.

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini memaparkan hasil implementasi dari rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Bagian ini akan menunjukkan proses penerjemahan desain ke dalam kode program, penerapan algoritma *Naïve Bayes* pada data, serta pengujian sistem yang mencakup pengujian *blackbox* untuk fungsionalitas dan pengujian akurasi model rekomendasi.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini merupakan bagian penutup dari laporan penelitian. Isinya adalah kesimpulan yang menjawab rumusan masalah berdasarkan hasil penelitian, serta saran untuk pengembangan sistem di masa depan agar dapat menjadi lebih baik dan memiliki cakupan yang lebih luas.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 *Data Mining*

Data mining adalah proses untuk menemukan pola, hubungan, dan informasi yang berguna dari kumpulan data yang besar dengan memanfaatkan teknik statistik, matematika, dan kecerdasan buatan[6]. Proses ini tidak hanya berfokus pada pengumpulan data, tetapi juga pada penggalian pengetahuan yang dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan. *Data mining* melibatkan tahapan seperti pembersihan data, integrasi data, seleksi data, transformasi data, evaluasi pola, dan penyajian data[7]. Dalam konteks sistem rekomendasi, *data mining* digunakan untuk menganalisis data historis atau data masukan pengguna, kemudian mengidentifikasi pola yang dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi yang relevan. Teknik *data mining* mencakup berbagai metode seperti klasifikasi, regresi, clustering, asosiasi, dan deteksi anomali. Metode klasifikasi, seperti *Naïve Bayes*, digunakan untuk memetakan data input ke dalam kategori tertentu berdasarkan probabilitas.

2.2 *Sistem Rekomendasi*

Sistem rekomendasi dalam konteks sistem informasi merupakan hasil dari proses analisis data yang bertujuan untuk memberikan saran atau keputusan terbaik kepada pengguna berdasarkan kebutuhan, preferensi, atau kondisi tertentu [8]. Sistem rekomendasi bekerja dengan mengolah informasi input pengguna dan membandingkannya dengan data historis atau pola yang telah dipelajari sebelumnya untuk menghasilkan output yang relevan. Sistem rekomendasi adalah

alat bantu yang dirancang untuk membantu pengguna dalam proses pengambilan keputusan, terutama dalam situasi yang kompleks atau ketika pilihan sangat beragam [9]. Teknologi ini telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang seperti e-commerce, media digital, kesehatan, dan juga pertanian.

Dalam sektor pertanian, sistem rekomendasi memiliki peran strategis, terutama dalam mendukung petani membuat keputusan yang lebih tepat terkait pemilihan tanaman, penggunaan pupuk, waktu tanam, hingga pengelolaan lahan [10].

2.2.1 Kriteria Sistem Rekomendasi

Kriteria sistem rekomendasi adalah faktor-faktor yang digunakan sebagai dasar analisis dalam menentukan jenis tanaman yang paling sesuai dengan kondisi suatu lahan. Pada penelitian ini, kriteria dipilih berdasarkan parameter agronomi yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman, mudah diperoleh datanya, serta dapat diolah dengan metode *Naïve Bayes*.

Kriteria yang digunakan antara lain:

1. Warna Tanah

Menggambarkan indikator visual kesuburan tanah yang sering dikaitkan dengan kandungan bahan organik atau mineral tertentu [25].

2. Tekstur Tanah

Mengacu pada kondisi fisik butiran tanah yang mempengaruhi kemampuan menahan air dan aerasi akar. Kategori input meliputi kondisi seperti Berpasir, Gembur, atau Liat [26].

3. Lokasi Ketinggian

Menentukan posisi lahan berdasarkan ketinggian dari permukaan laut (mdpl). Ketinggian mempengaruhi suhu dan tekanan udara yang vital bagi tanaman tertentu [25].

4. Cuaca Harian

Menggambarkan kondisi suhu atau atmosfer rata-rata harian di lokasi lahan yang dirasakan secara umum. Kategori yang digunakan meliputi kondisi seperti Sejuk/Dingin atau Panas [25].

5. Ketersediaan Air

Faktor yang menunjukkan kondisi kelembaban tanah atau ketersediaan sumber air di lahan tersebut. Variabel ini dinilai dengan kategori seperti Lembab, Kering, atau Basah [25].

6. Intensitas Hujan

Mengukur frekuensi turunnya hujan dalam periode satu bulan, bukan volume mm/tahun. Hal ini untuk memudahkan estimasi pola pengairan. Contoh kategori input adalah Hujan Sedang (5-15 hari/bulan) atau Hujan Jarang.

7. Kondisi Sinar Matahari

Menjelaskan tingkat paparan cahaya matahari yang diterima lahan, apakah terbuka penuh atau tertutup naungan. Kategori input meliputi Teduh/Banyak Pohon atau Terbuka.

8. Pengalaman Tanaman Lama

Merupakan riwayat penggunaan lahan atau vegetasi yang tumbuh sebelumnya di lahan tersebut. Faktor ini digunakan untuk mengetahui

kondisi awal hara tanah. Contoh kategori meliputi lahan semak, bekas sawah, atau lahan kosong.

2.2.2 Alternatif Sistem Rekomendasi

Alternatif dalam sistem rekomendasi adalah pilihan atau opsi yang akan dipilih sebagai hasil akhir dari proses analisis. Pada penelitian ini, alternatif yang direkomendasikan adalah jenis tanaman pangan yang umum dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Alternatif tersebut adalah:

1. Padi

- a. Pengertian: Tanaman pangan utama penghasil beras.
- b. Karakteristik Lahan: Sesuai untuk dataran rendah dengan intensitas hujan sedang. Tanaman ini cocok pada tanah berwarna coklat dan lahan bekas semak. Padi tidak cocok pada tekstur tanah berpasir (membutuhkan tanah liat/lumpur) dan tidak cocok pada kondisi sekadar lembab (membutuhkan kondisi basah/tergenang) [27].

2. Jagung

- a. Pengertian: Tanaman pangan yang adaptif di berbagai kondisi lahan, sering menjadi prioritas rekomendasi pada lahan kering.
- b. Karakteristik Lahan : Sangat cocok ditanam pada tanah coklat dengan tekstur berpasir/gembur. Tumbuh optimal di dataran rendah dengan kondisi lembab dan intensitas hujan sedang. Jagung juga cocok ditanam pada lahan bekas semak , namun membutuhkan sinar matahari terbuka (tidak cocok di tempat teduh) [28].

3. Kacang Polong

- a.Pengertian: Sayuran polong dengan kandungan protein dan serat.
- b.Karakteristik Lahan: Cocok pada tanah coklat bertekstur berpasir/gembur. Berbeda dengan jagung, kacang polong cocok pada cuaca Sejuk dan umumnya membutuhkan dataran yang lebih tinggi. Tanaman ini membutuhkan kondisi lembab dan intensitas hujan sedang [29].

4. Ubi Jalar

- a.Pengertian: Umbi sumber karbohidrat alternatif.
- b.Karakteristik Lahan: Cocok pada tanah coklat bertekstur berpasir/gembur di dataran rendah. Tanaman ini memiliki toleransi terhadap curah hujan, cocok pada intensitas hujan sedang dan lahan bekas semak. Tanaman ini cenderung lebih menyukai kondisi kering dibanding lembab [30].

5. Sagu

- a.Pengertian: Tanaman pangan sumber karbohidrat utama.
- b.Karakteristik Lahan: Sangat cocok pada lahan rawa atau area yang memiliki ketersediaan air yang sangat tinggi (daerah aliran sungai). Sagu dapat tumbuh optimal di lahan dengan drainase buruk yang biasanya sulit ditanami tanaman lain. Sagu juga membutuhkan intensitas cahaya matahari yang cukup untuk proses pembentukan pati di batangnya [31].

6. Kedelai

- a.Pengertian: Legum pangan sumber protein nabati.

b.Karakteristik Lahan: Memiliki karakteristik lahan yang mirip dengan jagung, yaitu cocok pada tanah coklat, tekstur berpasir/gembur, di dataran rendah. Tanaman ini membutuhkan ketersediaan air lembab dengan intensitas hujan sedang [32].

7. Cabai

a.Pengertian: Komoditas hortikultura utama yang digemari karena rasa pedasnya dan menjadi bumbu dalam berbagai masakan.

b.Karakteristik Lahan: Tumbuh baik pada tanah coklat bertekstur berpasir/gembur di dataran rendah. Membutuhkan kelembaban tanah (Lembab) dan intensitas Hujan Sedang. Cabai sangat membutuhkan sinar matahari penuh dan tidak cocok di tempat teduh [33].

8. Tomat

a.Pengertian: Sayuran buah multiguna untuk pasar segar/olah.

b.Karakteristik Lahan: Cocok pada tanah coklat bertekstur berpasir/gembur. Tomat spesifik membutuhkan cuaca sejuk dan umumnya tidak cocok di dataran rendah murni. Membutuhkan kondisi lembab dan intensitas hujan sedang [34].

9. Singkong

a.Pengertian: Tanaman umbi yang menjadi sumber karbohidrat.

b.Karakteristik Lahan: Sangat toleran, cocok pada tanah coklat bertekstur berpasir/gembur di dataran rendah. Mampu tumbuh pada intensitas hujan sedang dan lahan bekas semak. Seperti ubi jalar, singkong cenderung lebih toleran kondisi kering [35].

10. Bayam

- a. Pengertian: Sayuran daun cepat panen yang membutuhkan banyak air.
- b. Karakteristik Lahan: Cocok di dataran rendah dengan kondisi lembab dan intensitas hujan sedang [36].

2.3 *Naïve Bayes*

Naïve Bayes adalah salah satu algoritma klasifikasi yang didasarkan pada *Teorema Bayes*. Algoritma ini disebut *Naïve* (naif) karena mengasumsikan bahwa setiap fitur (atribut) bersifat independen satu sama lain terhadap kelas target padahal dalam kenyataannya, atribut-atribut tersebut sering kali saling berkaitan [11]. Meskipun asumsi ini sederhana dan sering tidak realistis, algoritma *Naïve Bayes* justru dikenal memiliki performa yang sangat baik, terutama pada dataset besar dan beragam.

Inti dari algoritma ini adalah *Teorema Bayes*, yang secara matematis menghitung probabilitas suatu hipotesis berdasarkan bukti atau data yang telah ada. Rumus dasarnya adalah [12]:

$$P(H | X) = \frac{P(X | H) \cdot P(H)}{P(X)}$$

Keterangan:

1. $P(H|X)$ adalah probabilitas hipotesis H (kelas) diberikan data X. Fitur-fitur ini yang ingin diprediksi.
2. $P(X|H)$ adalah probabilitas data X terjadi jika diketahui hipotesis H benar.
3. $P(H)$ adalah probabilitas awal dari hipotesis H (probabilitas kelas).
4. $P(X)$ adalah probabilitas awal dari data X.

Salah satu tantangan dalam implementasi *Naïve Bayes* adalah ketika algoritma menemukan kategori data yang belum pernah ada sebelumnya pada data latih atau basis pengetahuan. Hal ini dapat menyebabkan nilai probabilitas menjadi nol, yang akan menggagalkan seluruh perhitungan. Untuk mengatasi masalah ini, digunakan sebuah teknik bernama *Laplace Smoothing*. Teknik ini mencegah adanya probabilitas nol dengan menambahkan sejumlah kecil nilai pada perhitungan. Rumus dasarnya adalah [12]:

$$P(X|H) = (n_c + \alpha) / (n + k)$$

Keterangan:

1. n_c : jumlah kemunculan kategori x pada kelas H
2. n : total data/aturan untuk kelas H
3. k : banyaknya kategori berbeda pada kriteria
4. α : konstanta *smoothing*

2.4 *Unified Modeling Language (UML)*

Unified Modeling Language (UML) merupakan bahasa pemodelan visual standar yang digunakan untuk menggambarkan, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak, khususnya dalam pengembangan berbasis objek [13]. UML menyediakan beragam simbol grafis yang memudahkan para pengembang dalam memvisualisasikan struktur serta perilaku sistem sebelum proses implementasi dilakukan [14]. Dengan adanya pemodelan ini, komunikasi antara tim pengembang, analis, dan pemangku kepentingan menjadi lebih jelas karena semua pihak dapat memahami rancangan sistem melalui representasi visual yang konsisten dan sistematis.

Secara umum, UML terbagi menjadi dua jenis diagram utama. Pertama, diagram struktur yang menunjukkan bagian statis dari sistem, seperti *Use Case Diagram* (menjelaskan hubungan antara aktor dan sistem), *Class Diagram* (menampilkan relasi antar kelas), dan diagram komponen lainnya. Kedua, diagram perilaku, yang menggambarkan alur dan dinamika sistem, seperti *Activity Diagram* (alur proses), *Sequence Diagram* (urutan interaksi objek), serta *State Diagram*. Dalam pengembangan aplikasi rekomendasi tanaman berbasis web ini, UML digunakan untuk menggambarkan kebutuhan fungsional, alur sistem, serta interaksi pengguna dengan sistem. Diagram seperti *Use Case*, *Activity*, *Class*, dan *Sequence* dipilih untuk membantu memvisualisasikan proses dari input data lahan hingga keluarnya hasil rekomendasi, sehingga pengembangan aplikasi dapat berlangsung secara terstruktur dan terdokumentasi dengan baik.

2.2.3 *Use Case Diagram*

Use Case Diagram merupakan salah satu komponen dari *Unified Modeling Language (UML)* yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dengan sistem berdasarkan fungsionalitas yang disediakan [15]. Diagram ini menekankan pada apa saja layanan atau fungsi yang harus dimiliki sistem tanpa menjelaskan bagaimana layanan tersebut dijalankan secara teknis.

Unsur utama dalam *Use Case Diagram* meliputi aktor, yaitu entitas yang berinteraksi dengan sistem, baik manusia, perangkat, maupun sistem lain; use case, yaitu representasi layanan atau fungsi yang diberikan sistem kepada aktor; serta hubungan atau *relationship* yang menghubungkan aktor dengan use case, yang dapat berupa *association*, *include*, maupun *extend*. Sebagai ilustrasi, pada

sistem rekomendasi tanaman berbasis web, aktor dapat terdiri dari pengguna dan admin, sementara use case meliputi proses login, pengisian data lahan, penampilan hasil rekomendasi tanaman, pengelolaan data tanaman, hingga proses logout [15].

2.2.4 Class Diagram

Class diagram merupakan salah satu jenis diagram dalam *Unified Modeling Language (UML)* yang berfungsi untuk menggambarkan struktur dan hubungan antar kelas dalam sistem. Diagram ini menjelaskan secara rinci masing-masing kelas yang ada, termasuk atribut (variabel) dan metode (fungsi) yang dimilikinya, serta bagaimana relasi antar kelas tersebut terbentuk. *Class diagram* menjadi representasi visual dari desain sistem berbasis objek dan membantu dalam memahami bagaimana setiap entitas berperan dan berinteraksi dalam sistem [15].

Diagram ini menampilkan elemen-elemen utama dari sebuah kelas, yaitu nama kelas yang terletak di bagian atas, diikuti oleh daftar atribut di bagian tengah, dan metode di bagian bawah. Setiap kelas digambarkan dalam bentuk persegi panjang, dan diagram ini juga menunjukkan bagaimana kelas-kelas tersebut saling berhubungan melalui asosiasi, generalisasi, atau agregasi. Dalam konteks pengembangan perangkat lunak berorientasi objek, class diagram sangat penting karena menjadi dasar dalam proses perancangan serta implementasi sistem yang efisien dan terstruktur [15].

2.2.5 Activity Diagram

Class Diagram merupakan salah satu diagram dalam *Unified Modeling Language (UML)* yang digunakan untuk memvisualisasikan struktur statis suatu sistem [16]. Diagram ini menampilkan kelas-kelas beserta atribut, metode, dan hubungan yang menghubungkan antar kelas. Tujuannya adalah memberikan gambaran logis mengenai komponen-komponen sistem sehingga memudahkan proses analisis dan perancangan perangkat lunak.

Elemen utama *Class Diagram* mencakup kelas yang merepresentasikan entitas, atribut sebagai data atau karakteristik kelas, metode yang menjelaskan fungsi atau perilaku kelas, serta *relasi* seperti *association*, *inheritance*, dan *dependency* [17].

2.2.6 Sequence Diagram

Sequence Diagram merupakan jenis diagram pada *Unified Modeling Language (UML)* yang berfungsi untuk menggambarkan urutan interaksi antar objek dalam suatu sistem berdasarkan aliran waktu. Diagram ini menampilkan proses pertukaran pesan atau informasi dari awal hingga akhir, sehingga hubungan komunikasi antar objek dapat terlihat jelas [18].

Objek dalam *Sequence Diagram* digambarkan dengan *lifeline* (garis vertikal) yang menunjukkan keberadaannya selama proses berlangsung, sedangkan panah horizontal mewakili pesan yang dikirimkan. Alur waktu berjalan dari atas ke bawah. Diagram ini membantu menganalisis langkah-langkah proses secara kronologis, menemukan potensi hambatan, dan mempermudah pengembangan sistem [18].

2.5 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman merupakan seperangkat aturan sintaksis dan semantik yang berfungsi untuk memberikan instruksi kepada komputer dalam menjalankan suatu tugas [19]. Melalui bahasa ini, seorang pengembang perangkat lunak dapat menulis kode program yang selanjutnya akan diterjemahkan oleh *compiler* atau *interpreter* menjadi bahasa mesin sehingga dapat diproses oleh komputer. Bahasa pemrograman digunakan dalam pengembangan berbagai jenis perangkat lunak, mulai dari aplikasi, situs web, hingga sistem operasi.

Secara umum, bahasa pemrograman dibedakan menjadi bahasa tingkat rendah (*low-level language*) yang memiliki kedekatan dengan bahasa mesin, dan bahasa tingkat tinggi (*high-level language*) yang lebih mudah dipahami oleh manusia. Beberapa contoh bahasa pemrograman tingkat tinggi antara lain Python, Java, C++, dan JavaScript. Pemilihan bahasa pemrograman biasanya mempertimbangkan tujuan pengembangan, kemudahan implementasi, serta performa yang dihasilkan.

2.6 PHP (*Hypertext Preprocessor*)

PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah bahasa pemrograman *server-side* yang digunakan untuk membangun aplikasi web dinamis. Kode PHP dijalankan di server, lalu hasilnya dikirim ke browser dalam bentuk HTML [20].

PHP mudah dipelajari, mendukung berbagai basis data seperti MySQL dan PostgreSQL, serta bersifat *open-source*. Bahasa ini kompatibel di banyak platform dan memiliki berbagai *framework* seperti Laravel dan CodeIgniter yang memudahkan pengembangan [20]. Karena fleksibilitas dan dukungan

komunitasnya yang besar, PHP sering dipakai untuk membuat website, sistem manajemen konten, hingga aplikasi web yang kompleks.

2.7 *MYSQL*

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional berbasis SQL yang bersifat *open-source* dan banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi [21]. Database ini menyimpan data dalam tabel yang saling terhubung, mendukung berbagai bahasa pemrograman, dan dapat dijalankan di berbagai sistem operasi. Kecepatan, keamanan, dan dukungan komunitas yang luas menjadikannya populer di berbagai proyek.

2.7.1 *Visual Studio Code (VSC)*

Visual Studio Code (VSC) adalah editor kode sumber yang dikembangkan oleh Microsoft dan dapat digunakan secara gratis [22]. Editor ini mendukung berbagai bahasa pemrograman, memiliki fitur seperti *syntax highlighting*, *debugging*, integrasi *Git*, dan ekstensi yang dapat memperluas fungsinya. VSC dikenal ringan, cepat, dan dapat digunakan di berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux.

2.7.2 *Web*

Web merupakan sekumpulan halaman yang saling terhubung dan dapat diakses melalui jaringan internet dengan menggunakan aplikasi peramban (*web browser*). Setiap halaman pada web biasanya dibuat dengan bahasa markup seperti HTML, dipadukan dengan CSS untuk mengatur tampilan, serta JavaScript untuk menambahkan interaktivitas [23]. Konten yang disajikan bisa berupa teks, gambar, video, audio, maupun elemen multimedia lainnya. Web sendiri dapat

diakses secara global oleh pengguna di berbagai belahan dunia selama terhubung dengan jaringan internet.

2.8 Blackbox Testing

Blackbox Testing merupakan teknik pengujian perangkat lunak yang menilai fungsi sistem berdasarkan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) tanpa memperhatikan bagaimana proses internal atau kode program dijalankan. Dalam metode ini, penguji hanya berperan sebagai pengguna yang mencoba memastikan setiap fitur berjalan sesuai spesifikasi yang telah dibuat [24]. Proses ini membantu mengidentifikasi apakah hasil yang diberikan sistem sudah benar dan sesuai dengan harapan, tanpa perlu memahami struktur internal atau logika pemrogramannya.

Pengujian jenis ini umumnya diterapkan pada tahap akhir pengembangan untuk mengevaluasi sistem dari sudut pandang pengguna akhir. Keunggulan Blackbox Testing adalah penguji tidak memerlukan keterampilan teknis mendalam dalam pemrograman, sehingga fokus pengujian dapat diarahkan pada kelengkapan fitur, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian fungsi dengan kebutuhan pengguna. Dengan pendekatan ini, kualitas perangkat lunak dapat dinilai secara objektif berdasarkan performa yang terlihat [24].

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Tahun	Judul	Hasil
1.	Moh Farih Fauzi, Patmi Kasih, Intan Nur Farida	2024	Perancangan Sistem Rekomendasi Tanaman Hortikultura	Dari hasil perancangan dan simulasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode TOPSIS dalam sistem

			Pekarangan Menggunakan TOPSIS	pemilihan tanaman hortikultura dapat dijadikan sebagai alternatif sistem yang membantu dalam memilih tanaman yang sesuai untuk pekarangan rumah.
2.	Andhika Pratama Putra, Entus Azi Bachtiar, Rohmat Hidayatulloh, Amelia Sacio Ramadhani, Khaera Ummah, Walidatush Sholihah	2024	Perancangan Sistem Rekomendasi Komoditas Pertanian Berdasarkan Lokasi Geografis Untuk Meningkatkan Produktivitas Petani	Penelitian ini menjelaskan mengenai perancangan sistem rekomendasi komoditas pertanian berbasis lokasi geografis dengan tujuan utama meningkatkan produktivitas petani. Melalui analisis terhadap data geografis dan karakteristik tanah, sistem ini mampu memberikan rekomendasi yang tepat dan relevan terhadap jenis tanaman yang cocok ditanam di lokasi pengguna. Implementasi sistem rekomendasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam efisiensi pengelolaan sumber daya pertanian, meningkatkan hasil panen, dan tentunya meningkatkan kesejahteraan petani. Dengan terus mengembangkan teknologi ini, diharapkan dapat membuka peluang baru untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan memastikan ketahanan pangan di masa depan.
3.	Prakoso Ramadhan Pradana Twenty	2023	Sistem Pendukung Keputusan untuk	Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk optimasi pemilihan tanaman

	One, Setyo Pertiwi		Optimasi Pemilihan Tanaman Hortikultura pada Lahan Pertanian	hortikultura pada lahan pertanian telah berhasil dikembangkan sebagai sistem aplikasi berbasis web dengan mencocokkan kualitas dan karakteristik lahan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan berdasarkan persyaratan penggunaan atau persyaratan tumbuh tanaman. Penilaian tingkat kesesuaian dilakukan dengan metode MOORA. Pada tahap awal basis data dan informasi tanaman dibatasi pada 25 jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, banyak ditanam, dan hasilnya banyak dikonsumsi oleh masyarakat, sementara data agroekologi, khususnya iklim, masih dibatasi untuk wilayah Jawa Barat dan sekitarnya. Luaran dari SPK berupa daftar lima tanaman hortikultura yang direkomendasikan, disusun sesuai peringkat, masing-masing untuk kategori tanaman semusim maupun tanaman tahunan. Analisis kelayakan finansial dibuat untuk setiap tanaman yang masuk dalam daftar tanaman yang direkomendasikan. SPK telah diuji coba secara sistematis dengan dua set data dari Kecamatan Panyingkiran Majalengka dan dari Kecamatan Cikalongkulon Cianjur, memberikan hasil rekomendasi yang tepat
--	--------------------	--	--	--

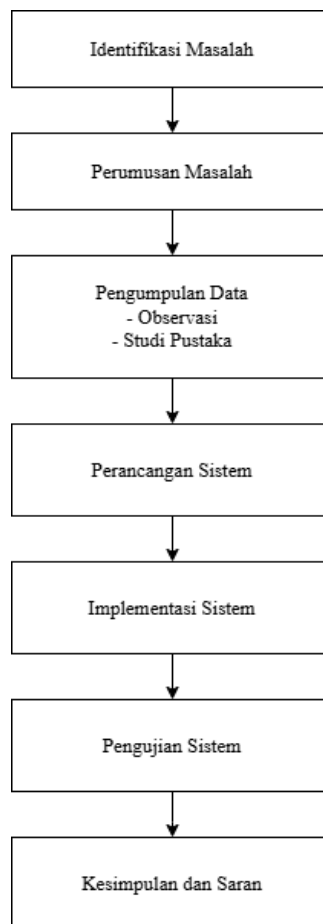
				sesuai kondisi lapangan. Evaluasi SPK oleh pengguna menggunakan metode pengujian SUS menghasilkan skor rata-rata sebesar 72 di mana 91% pengguna menyatakan rekomendasi sistem sesuai hingga sangat sesuai dengan daerah pengguna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa SPK memiliki usability baik. Untuk penggunaan yang lebih luas, cakupan penyediaan data agroekologi perlu diperluas, begitu pula dengan data tanaman, perlu diperbanyak.
4.	Ken Bagus Panuluh Yudha Perkasa, Febry Eka Purwiantono	2022	Sistem Rekomendasi Jurusan Menggunakan Algoritma Naïve bayes Gaussian berbasis web	Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem rekomendasi jurusan berbasis web dengan menggunakan algoritma Naïve Bayes Gaussian sebagai solusi atas permasalahan kebingungan siswa dalam memilih jurusan di STIKI Malang. Dengan keterbatasan informasi dan bimbingan karir, lulusan SMA/K sering mengalami kesulitan dalam menentukan jurusan yang sesuai dengan minat dan potensinya. Sistem rekomendasi ini mampu memberikan solusi dengan tingkat akurasi 87,85% dalam mengidentifikasi jurusan yang sesuai, berdasarkan atribut seperti jenis kelamin, jurusan sebelumnya, keterampilan, hobi, alasan kuliah, alasan memilih program studi, minat terhadap matematika, dan minat terhadap bahasa

				Inggris.
5.	Aji Dwi Setyabudi, Hindayati Mustafidah	2020	Menentukan Jenis Tanaman Pertanian Palawija Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) dan Weighted Product (WP)	Kedua metode SPK yaitu SAW dan WP dengan menggunakan masukan kriteria dan data masukan yang sama, menghasilkan perbandingan yang tidak berbeda. Hasil perbandingan dari kedua metode adalah menghasilkan alternatif peringkat pertama yang sama sehingga kedua metode tersebut dapat diterapkan untuk membantu petani dalam mengambil keputusan dalam memilih tanaman palawija yang cocok dengan kondisi lahannya. Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, disarankan untuk bisa dikembangkan aplikasi atau sistem berbasis android sehingga lebih mudah dan fleksibel digunakan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah serangkaian langkah, prosedur, dan teknik yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data dalam rangka menjawab pertanyaan penelitian. Proses penelitian dapat berjalan secara sistematis dan hasil yang diperoleh menjadi lebih valid serta dapat dipertanggungjawabkan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Tahapan Metodologi Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah proses awal dalam penelitian yang bertujuan untuk menemukan, memahami, dan merumuskan permasalahan yang akan dikaji. Langkah ini dilakukan dengan mengamati fenomena, menganalisis kondisi yang ada, serta membandingkannya dengan kondisi ideal yang diharapkan. Melalui proses ini, peneliti dapat menentukan fokus penelitian secara lebih spesifik sehingga tidak menyimpang dari tujuan utama.

Tahap identifikasi masalah juga membantu peneliti untuk mengenali faktor-faktor yang memengaruhi permasalahan tersebut. Dengan demikian, peneliti dapat menyusun rumusan masalah yang jelas, terukur, dan relevan. Proses ini menjadi landasan penting dalam penelitian karena rumusan masalah yang tepat akan mempengaruhi arah, metode, serta hasil penelitian yang dihasilkan.

3.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah tahap penting dalam penelitian yang bertujuan untuk menyatakan secara jelas dan terperinci inti permasalahan yang akan diteliti. Rumusan masalah biasanya disusun dalam bentuk pertanyaan atau pernyataan yang fokus, spesifik, dan mudah dipahami. Proses ini dilakukan setelah peneliti melakukan identifikasi masalah, sehingga rumusan yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan tujuan penelitian.

Dengan perumusan masalah yang tepat, peneliti dapat menentukan arah penelitian secara lebih terstruktur dan sistematis. Rumusan masalah juga berfungsi sebagai panduan dalam memilih metode penelitian, menentukan jenis data yang diperlukan, serta mempermudah penarikan kesimpulan di akhir penelitian.

Semakin jelas dan terukur perumusan masalah, semakin efektif pula penelitian yang akan dilakukan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses mengumpulkan informasi atau fakta yang relevan dengan tujuan penelitian, baik melalui sumber primer maupun sekunder. Sumber primer biasanya diperoleh langsung dari responden atau objek penelitian melalui observasi, wawancara, atau kuesioner. Sementara itu, sumber sekunder didapatkan dari literatur, dokumen, atau data yang telah tersedia sebelumnya. Proses ini memerlukan perencanaan yang matang agar data yang dikumpulkan valid, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Pengumpulan data yang baik akan memberikan dasar yang kuat bagi analisis penelitian. Pemilihan metode pengumpulan data harus disesuaikan dengan jenis penelitian, karakteristik masalah, serta sumber daya yang tersedia. Dengan data yang lengkap dan relevan, peneliti dapat mengolah serta menganalisis informasi secara lebih efektif untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan.

3.3.1 Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung objek atau fenomena yang menjadi fokus penelitian. Teknik ini memungkinkan peneliti mendapatkan informasi faktual dan detail mengenai perilaku, situasi, atau kondisi tertentu tanpa harus mengandalkan laporan dari pihak ketiga. Observasi dapat dilakukan secara terbuka, di mana objek

mengetahui bahwa sedang diamati, atau secara tertutup, di mana objek tidak mengetahui proses pengamatan berlangsung.

Metode observasi sering digunakan karena mampu memberikan gambaran nyata yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Agar hasilnya optimal, peneliti perlu menyiapkan instrumen pengamatan, menentukan fokus yang diamati, serta mencatat temuan secara sistematis. Data yang diperoleh melalui observasi biasanya bersifat aktual, sehingga sangat membantu dalam menganalisis dan menarik kesimpulan yang relevan terhadap tujuan penelitian.

3.3.2 *Study Pustaka*

Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan informasi dengan cara mempelajari berbagai referensi tertulis yang berkaitan dengan topik penelitian. Sumber-sumber ini dapat berupa buku, jurnal, artikel, dokumen resmi, maupun laporan ilmiah yang relevan. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mendapatkan pemahaman teori dan konsep yang menjadi dasar penelitian, sekaligus mendukung analisis yang akan dilakukan.

Dengan melakukan studi pustaka, peneliti dapat mengetahui hasil-hasil penelitian sebelumnya, menemukan celah penelitian yang masih dapat dikaji, serta memastikan bahwa topik yang dipilih memiliki kontribusi baru. Proses ini dilakukan secara terstruktur, mulai dari memilih referensi yang terpercaya, menelaah isi, hingga menyusunnya menjadi landasan teori yang selaras dengan fokus penelitian.

3.4 Analisa Sistem

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis sistem atau metode yang digunakan sebelumnya serta mendefinisikan rancangan sistem baru yang akan dikembangkan. Tujuannya adalah mengidentifikasi kelemahan metode lama dan merumuskan solusi melalui perancangan aplikasi berbasis web dengan metode *Naïve Bayes*.

3.4.1 Analisa Sistem Lama

Selama ini, proses penentuan jenis tanaman pangan yang sesuai untuk suatu lahan masih dilakukan secara manual, mengandalkan pengalaman pribadi atau tradisi turun-temurun. Pendekatan ini bersifat subjektif dan sering kali mengabaikan data objektif seperti jenis tanah, curah hujan, suhu rata-rata, dan ketinggian lokasi. Akibatnya, pemilihan tanaman tidak selalu optimal, sehingga berisiko terhadap pertumbuhan yang kurang maksimal atau bahkan gagal panen. Selain itu, tidak adanya sistem terintegrasi yang dapat mengolah data lahan menjadi rekomendasi tanaman membuat proses pengambilan keputusan memakan waktu dan rentan kesalahan.

3.4.2 Analisa Sistem Baru

Sistem baru yang akan dikembangkan adalah aplikasi rekomendasi tanaman pangan berbasis *web* yang memanfaatkan metode *Naïve Bayes*. Aplikasi ini dirancang untuk menerima masukan berupa parameter lahan jenis tanah, curah hujan, suhu rata-rata, dan ketinggian tempat lalu menghitung probabilitas kecocokan untuk tiga jenis tanaman utama (padi, jagung, kedelai). Hasil perhitungan akan ditampilkan dalam bentuk rekomendasi tanaman dengan nilai

probabilitasnya. Dengan memanfaatkan data historis keberhasilan tanam, sistem ini diharapkan dapat membantu petani membuat keputusan yang lebih akurat, cepat, dan berbasis data, sehingga meminimalkan risiko gagal panen.

3.5 Perancangan Sistem

Tahap perancangan bertujuan untuk menggambarkan secara teknis bagaimana aplikasi akan dibangun berdasarkan hasil analisis sebelumnya. Perancangan meliputi desain arsitektur sistem, alur proses data, struktur basis data, algoritma klasifikasi *Naïve Bayes*, dan antarmuka pengguna.

3.5.1. Perancangan Antarmuka (*Interface*)

Antarmuka aplikasi dirancang agar sederhana, responsif, dan mudah digunakan oleh petani maupun pengguna umum. Form input akan memuat pilihan jenis tanah, nilai curah hujan, suhu, dan ketinggian. Hasil rekomendasi ditampilkan dalam bentuk nama tanaman yang direkomendasikan, disertai nilai probabilitas dan visualisasi pendukung.

3.6 Implementasi Sistem

Implementasi mencakup pembuatan aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan *framework* yang sesuai. Basis data disimpan menggunakan *MySQL*.

3.7 Pengujian Sistem

Pada tahap ini, dilakukan proses pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dengan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini difokuskan sepenuhnya pada evaluasi fungsionalitas dari sudut pandang pengguna, di mana sistem dianggap sebagai "kotak hitam" tanpa perlu melihat

struktur internal atau kode programnya. Proses pengujian dilakukan dengan memberikan serangkaian input kepada sistem dan kemudian memvalidasi apakah output yang dihasilkan sudah benar dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa seluruh fitur berjalan sebagaimana mestinya, menemukan kesalahan fungsional, dan menjamin keandalan serta stabilitas aplikasi sebelum diserahkan kepada pengguna akhir.

3.8 Kesimpulan Dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem. Kesimpulan mencakup sejauh mana tujuan penelitian telah tercapai, tingkat keberhasilan sistem dalam memberikan rekomendasi sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, serta tingkat keandalan dan kemudahan penggunaan aplikasi. Selain itu, disampaikan pula saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan parameter rekomendasi, integrasi dengan sumber data eksternal, atau pengembangan antarmuka yang lebih interaktif. Tahap ini menjadi penutup dari keseluruhan proses penelitian dan pengembangan, yang bertujuan untuk memberikan gambaran utuh mengenai hasil yang telah dicapai serta potensi perbaikan di masa mendatang.