

## **BAB I**

### **PENDAHULUN**

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Indonesia merupakan negara agraris dengan keragaman tanah yang sangat tinggi, baik dari segi sifat fisik maupun kimia, yang disebabkan oleh iklim tropis, bahan induk, topografi, serta berbagai praktik pengelolaan lahan. Variasi ini berarti bahwa suatu lahan mungkin cocok untuk satu jenis tanaman namun tidak cocok untuk tanaman lain, bahkan pada jarak yang cukup dekat. (Bayu Surya et al., 2021; Saputra et al., 2021). Namun, di Indonesia, evaluasi kesesuaian lahan masih didominasi oleh pendekatan deterministik di mana batas-batas kelasnya terlalu ketat dan tidak dapat mewakili dengan baik kondisi tanah yang heterogen serta wilayah-wilayah di zona transisi antarkelas. (Saputra et al., 2021).

Melon cantaloupe merupakan salah satu produk hortikultura dengan nilai ekonomi dan pasar yang tinggi. Melon cantaloupe ditanam secara luas sebagai tanaman bernilai tinggi, karena biaya produksinya yang kompetitif dan harga jualnya di pasar domestik menurut data statistik nasional. (Badan Pusat Statistik, 2023). Melon cantaloupe juga merupakan komoditas buah global dan memainkan peran penting dalam produksi dan perdagangan hortikultura dunia (FAO, 2022). Berbagai studi empiris telah menunjukkan bahwa keuntungan dari budidaya melon sangat ditentukan oleh produktivitas dan kualitas lahan yang diolah (Gül et al., 2023; Nuha et al., 2024). Oleh karena itu, pemilihan melon sebagai objek penelitian ini relevan tidak hanya dari sudut pandang agroekologi, tetapi juga dari aspek ekonomi.

Perkembangan teknologi digital juga menjadi pendorong adopsi sistem pertanian cerdas yang menggabungkan Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (AI), di samping pertimbangan agroekologis dan ekonomi. Kombinasi ini mendukung pemantauan kondisi lahan secara real-time serta pengambilan keputusan berbasis data untuk pengelolaan pertanian yang lebih baik. (Rosadi, A., & Hadi, M. S., 2025)

Selain itu, tanaman melon (*Cucumis melo* L.) diketahui memiliki persyaratan agroekologi yang relatif spesifik, terutama terkait pH tanah, keseimbangan makronutrien seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta kelembaban tanah.(Djuhari et al., 2023). Penyimpangan atau perubahan sekecil apa pun pada parameter-parameter ini dapat sangat memengaruhi pertumbuhan melon, perkembangan buah, dan kualitas panen. Penelitian mengenai lahan penanaman melon di Indonesia juga menunjukkan bahwa perbedaan sifat fisik dan kimia tanah, seperti konduktivitas listrik dan tekstur tanah, memiliki pengaruh langsung terhadap kesesuaian lahan dan produktivitas tanaman melon. (Artamevia et al., 2023).

Metode evaluasi kesesuaian lahan yang banyak digunakan, misalnya metode pencocokan, didasarkan pada klasifikasi diskrit, yang tidak dapat menggambarkan dengan baik kondisi tanah yang sebenarnya—yang bersifat kontinu dan sering kali berada di batas antara kelas-kelas kesesuaian (Saputra et al., 2021). Seiring dengan perkembangan pertanian presisi, pendekatan berbasis data dan teknik pengelompokan semakin banyak digunakan untuk menangani keragaman sifat tanah secara objektif dan adaptif. (Bhagwan et al., 2025). Dalam hal ini, metode pengelompokan lunak dianggap lebih tepat karena dapat menangkap sifat karakteristik tanah yang bertahap tanpa batas kelas yang tajam, sehingga lebih realistis dalam merepresentasikan variasi alami sifat fisik dan kimia tanah (Silva Júnior et al., 2025 Sensor dalam Pertanian Cerdas memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara real-time yang dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis dan pengambilan keputusan.(Integrasi & Buatan, 2025)

Fuzzy C-Means merupakan salah satu algoritma pengelompokan lunak yang paling banyak digunakan, yang memungkinkan setiap titik data tergabung dalam lebih dari satu kluster dengan tingkat keterikatan tertentu, sehingga dapat menggambarkan kondisi tanah di zona transisi. Fuzzy C-Means memiliki struktur algoritmik yang lebih sederhana dan lebih stabil dibandingkan dengan Possibilistic C-Means (PCM), yang lebih tahan terhadap gangguan tetapi memerlukan parameter tambahan dan proses penentuan yang lebih kompleks, serta Gustafson–Kessel, yang dapat membentuk kluster dengan bentuk yang lebih fleksibel tetapi melibatkan perhitungan yang lebih rumit. (Shukla & Sharma, 2023). Selain itu, teknik seperti

Fuzzy Self-Organizing Map umumnya lebih sulit untuk diinterpretasikan. Metode berbasis pembobotan, seperti Fuzzy AHP, memerlukan penetapan bobot yang bersifat subjektif, yang dapat menyebabkan bias (Samasti & Kucukdeniz, 2025). Oleh karena itu, Fuzzy C-Means dipilih karena keefektifannya yang lebih tinggi, kemudahan interpretasi, dan kemampuannya dalam mengolah data karakteristik tanah berbasis sensor untuk analisis kesesuaian lahan pertanian (Silva Júnior et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengelompokan karakteristik fisik dan kimia tanah berdasarkan kesesuaian lahan tanaman melon kantalup menggunakan algoritma Fuzzy C-Means. Data karakteristik tanah diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan sensor tanah, sehingga mencerminkan kondisi aktual lahan. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan pengelompokan kesesuaian lahan yang lebih adaptif dan representatif terhadap kondisi tanah di Indonesia, serta dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan pertanian berbasis data.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah sebelumnya, penelitian ini membuat beberapa rumusan masalah:

1. Bagaimana algoritma Fuzzy C-Means dapat digunakan untuk menganalisis dan mengelompokkan karakteristik tanah berdasarkan parameter kesesuaian lahan untuk tanaman melon kantalup ?
2. Bagaimana hasil dari proses clustering karakteristik tanah menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means dapat diinterpretasikan sebagai rekomendasi kesesuaian lahan untuk tanaman melon kantalup ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditemukan, berikut beberapa tujuan dari penelitian:

1. Menganalisis dan mengelompokkan karakteristik tanah berdasarkan parameter kesesuaian lahan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means

2. Menghasilkan rekomendasi kesesuaian tanah/lahan untuk tanaman melon kantalup berdasarkan hasil clustering karakteristik tanah menggunakan algoritma Fuzzy C-Means.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan awal dalam evaluasi kesesuaian lahan tanaman melon kantalup berdasarkan kondisi tanah aktual berbasis clustering menggunakan algoritma Fuzzy C-Means, khususnya dalam pengelompokan karakteristik fisik dan kimia tanah. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penerapan metode soft clustering dalam analisis karakteristik tanah dan kesesuaian lahan tanaman hortikultura.

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademik dalam penerapan algoritma Fuzzy C-Means untuk analisis kesesuaian lahan berbasis karakteristik tanah.

#### **1.5. Kontribusi dan Orisinalitas Penelitian**

Penelitian ini memiliki unsur orisinalitas karena menerapkan algoritma Fuzzy C-Means untuk mengelompokkan karakteristik fisik dan kimia tanah sebagai dasar penentuan kesesuaian lahan tanaman melon kantalup. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan pendekatan deterministik atau berbasis pembobotan tetap, penelitian ini memanfaatkan pendekatan soft clustering untuk merepresentasikan sifat tanah yang bersifat gradual dan tidak diskrit.

Secara ilmiah, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan metode analisis kesesuaian lahan berbasis data karakteristik tanah dengan pendekatan clustering, serta memperkaya kajian penerapan algoritma Fuzzy C-Means pada konteks pertanian hortikultura.

1. Penelitian ini memperkuat landasan teori mengenai penerapan soft clustering dalam pengolahan karakteristik tanah pada lahan pertanian
2. Penelitian ini juga menyediakan model praktis untuk rekomendasi lahan atau tanah berbasis data

3. Mendukung pengembangan sistem pertanian cerdas (smart agriculture) yang berkelanjutan dan juga efisien.

#### **1.6. Batasan Penelitian**

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak melebar dari fokus utama, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

- a. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan alat sensor tanah, tanpa melakukan pengujian laboratorium, sehingga nilai yang diperoleh merepresentasikan estimasi kondisi tanah aktual dan memiliki keterbatasan presisi dibandingkan dengan analisis laboratorium. Namun, penggunaan sensor dinilai memadai untuk tujuan analisis pola dan clustering karakteristik tanah. Nilai parameter tanah yang diperoleh bersifat hasil pembacaan sensor lapangan dan digunakan sebagai data numerik untuk keperluan analisis clustering.
- b. Parameter tanah yang dianalisis dibatasi pada parameter utama yang paling berpengaruh terhadap kesesuaian lahan tanaman melon kantalup (*Cucumis melo* L.), yaitu pH tanah, kandungan unsur hara utama (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium), tekstur tanah, dan kondisi kelembapan tanah. Parameter lain di luar variabel tersebut tidak dianalisis dalam penelitian ini.
- c. Parameter diukur menggunakan sensor, untuk parameter kimia tanah seperti pH, dan unsur hara tanah diukur menggunakan sensor Soil NPK yang juga bisa digunakan untuk mengukur pH tanah, dan juga kelembapan sedangkan untuk data parameter fisik seperti tekstur tanah tidak diukur secara langsung menggunakan sensor khusus tekstur tanah, melainkan dari estimasi berdasarkan kombinasi nilai konduktivitas listrik (EC), Kelembapan, serta observasi kondisi fisik tanah di lapangan. Oleh karena itu, parameter tekstur tanah digunakan sebagai variabel pendukung dalam proses analisis dan tidak dimasukkan sebagai hasil analisis tekstur tanah laboratorium.
- d. Data sekunder yang digunakan berupa dataset karakteristik tanah ideal untuk tanaman melon kantalup, yang diperoleh dari literatur ilmiah dan

publikasi agronomi. Data sekunder ini tidak digunakan sebagai input algoritma clustering, melainkan sebagai data pembanding (benchmark) untuk menginterpretasikan hasil clustering data primer dan menentukan tingkat kesesuaian lahan.

- e. Penelitian ini tidak memiliki batasan lokasi geografis atau wilayah lahan tertentu, sehingga hasil penelitian tidak ditujukan untuk merepresentasikan kondisi tanah pada lokasi spesifik, melainkan untuk mengkaji pola kesesuaian tanah secara umum berdasarkan karakteristik tanah yang dianalisis.
- f. Fokus penelitian ini dibatasi pada pemberian rekomendasi kesesuaian tanah/lahan untuk tanaman melon kantalup, berdasarkan hasil pengelompokan (clustering) karakteristik tanah. Penelitian ini tidak mencakup aspek budidaya, seperti teknik penanaman, pemupukan, pengairan, pengendalian hama, maupun aspek sosial dan ekonomi pertanian.
- g. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada algoritma Fuzzy C-Means sebagai algoritma utama untuk melakukan clustering karakteristik tanah berdasarkan tingkat kesesuaian lahan. Penelitian ini tidak membahas perbandingan dengan algoritma clustering lain maupun pengembangan atau optimasi lanjutan terhadap algoritma Fuzzy C-Means.
- h. Penelitian ini berfokus pada karakteristik tanah sebagai faktor biofisik utama yang dapat diukur secara langsung menggunakan sensor. Faktor agroklimat seperti curah hujan, suhu, topografi, dan kedalaman efektif tanah tidak dianalisis dalam penelitian ini dan direkomendasikan sebagai pengembangan penelitian lanjutan.

#### **1.7. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dokumen proposal skripsi dibagi menjadi tiga bab:

##### **BAB I Pendahuluan:**

Yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, orisinalitas dan kontribusi penelitian, batasan penelitian,

serta sistematika penulisan. Bab ini menjelaskan dasar pemikiran dan arah penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB II Kajian Pustaka:**

Membahas beberapa teori yang relevan terkait Fuzzy Logic, Fuzzy C-Means, serta konsep kesesuaian lahan pertanian. Bab ini juga mencakup hasil-hasil penelitian terdahulu dan state of the art untuk mengidentifikasi research gap yang akan diisi oleh penelitian ini.

### **BAB III Metodologi Penelitian:**

Menjelaskan pendekatan penelitian yang digunakan, sumber dan jenis data, tahapan pengolahan data, proses clustering menggunakan algoritma Fuzzy C-Means, teknik analisis hasil



