

BAB I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris dengan 200 juta lahan dan 25% digunakan untuk aktivitas pertanian [1]. Kementerian Koordinator bidang perekonomian Republik Indonesia dalam siaran pers tanggal 14 Agustus 2022 menyiarkan tahun 2022 sektor pertanian menunjukkan konsistensi dengan pertumbuhan positif 1,27% dan berkontribusi 12,98% terhadap perekonomian nasional [2]. Berlandaskan PP No.18/2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional tahun 2020-2024, pemerintah Indonesia memiliki komitmen tinggi dan memberi perhatian khusus untuk mengembangkan pertanian modern dengan mengedepankan inovasi teknologi, kelembagaan, sarana dan prasarana secara terintegrasi dan berkelanjutan [3].

Permasalahan pertanian kedepan akan menghadapi tantangan dan tuntutan yang kompleks, beragam dan dinamis, tidak hanya karena deraan perubahan iklim, degradasi dan alih fungsi lahan serta serangan hama penyakit, tetapi juga isu ketidakpastian keberlanjutan produksi pangan dan pertanian, baik di tingkat nasional maupun global [4]. Seperti yang terjadi belakangan ini, sampai Maret 2024 rata-rata harga beras nasional sudah mencapai Rp 16.410/kg, melonjak 21,3% dibanding setahun lalu [5]. Menurut Prof. Subejo, S.P., M.Sc., Ph.D., seorang Guru Besar bidang Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian UGM, menyampaikan salah satu faktor kenaikan harga beras tahun 2024 adalah fenomena El-Nino yang menyebabkan curah hujan minim sehingga produktivitas padi menurun. El-Nino merupakan fenomena alam yang secara ilmiah diartikan dengan meningkatnya suhu muka laut atau *SST (Sea Surface Temperature)* di sekitar Pasifik Tengah dan Timur sepanjang ekuator dari nilai rata-ratanya [6]. Dampak bencana kekeringan yang disebabkan oleh fenomena ini akan menyebabkan degradasi yang berpengaruh terhadap kesuburan lahan karena adanya penurunan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kasus serupa juga terjadi di Pulau Madura, sebagai salah satu daerah penghasil padi di Jawa Timur. Pada tahun 2021 di Kabupaten Pamekasan mengalami gagal panen yang awalnya luas panen padi sebesar 20.169,17 ha di tahun 2019 mengalami penurunan menjadi 19.974,36 ha pada tahun 2020 [7]. Permasalahan ini disebabkan karena ketidaksesuaian parameter kesuburan tanah (pH, kelembaban, suhu, oksigen, N, P, K) terhadap jenis tanaman yang ditanam sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak maksimal. Para petani kurang memiliki pemahaman tentang tingkat kesuburan tanah sehingga tidak sedikit dari mereka salah dalam menentukan jenis tanaman yang tepat

sesuai karakteristik tanah. Mengingat pulau Madura memiliki komposisi tanah yang tidak subur karena terdiri dari batuan kapur, minim sumber air dan kurangnya tanah vulkanis, permasalahan ketidaksesuaian lahan menurut jenis tanaman ini sering dikeluhkan di pulau ini. Permasalahan ini bukan masalah sepele, jika kondisi ini tidak segera ditindaklanjuti tentu akan menjadi ancaman utama terhadap produktivitas dan ketahanan pangan.

Berdasarkan urgensi permasalahan tersebut, kesuburan tanah merupakan faktor yang berperan sangat penting dalam menentukan keberlanjutan produksi komoditas pertanian. Kesuburan tanah dapat diartikan sebagai suatu kondisi dimana sifat kimia, fisik dan biologis berada pada keadaan optimal serta didukung oleh faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman [8]. Setiap lahan memiliki tingkat kesuburan tanah yang berbeda beda dan tergantung dari jenis tanah dan letak geografis lahan [9]. Oleh karenanya, pemanfaatan lahan dengan menyesuaikan kesuburan tanah dan karakteristik jenis tanaman merupakan faktor penting dalam bidang pertanian, karena jika tidak sesuai dapat mengakibatkan tanaman mudah layu, pertumbuhan tanaman tidak maksimal dan bahkan menyebabkan gagal panen. Penentuan kesuburan tanah untuk optimalisasi lahan pertanian dapat dilakukan dengan pengujian parameter kimia tanah yang meliputi pH, kelembaban, suhu [10].

Atas dasar peranan penting mengenai kesesuaian tingkat kesuburan tanah yang berdampak pada ancaman krisis pangan global yang berkepanjangan, maka diperlukan suatu penelitian mengenai deteksi kesuburan tanah yang parameter kesuburan tanah serta rekomendasi jenis tanaman yang tepat diambil dari pH, kelembaban, suhu, sebagai dasar pengambilan keputusan potensi jenis tanaman yang akan ditanam. Solusi ini merupakan langkah awal dalam menerapkan pertanian modern berbasis smart farming yang salah satu implementasinya dalam bentuk pertanian presisi. Dengan sistem pertanian presisi, proses pemanfaatan lahan disesuaikan menurut jenis tanaman secara presisi. Penentuan keputusan rekomendasi jenis tanaman didasarkan pada perhitungan *fuzzyfikasi*, *inferensi* dan *defuzzyfikasi* pada metode *fuzzy Mamdani*. Metode tipe *fuzzy* ini dipilih karena dapat mengatasi data yang nilainya mengandung ketidakpastian (*uncertainty*) dan proses *defuzzyfikasi* yang lebih terperinci dan lebih akurat dengan menggunakan metoda *min max*. Selanjutnya proses deteksi kesuburan tanah dan rekomendasi jenis tanaman, direcord dan ditampilkan menggunakan teknologi *GIS (Geographic Information System)*. *GIS* diartikan sebagai sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan sebuah jenis data geografis [11]. Data pH, kelembaban, suhu tanah dari bacaan sensor dan rekomendasi jenis tanaman dari perhitungan

metode fuzzy mamdani divisualisasikan secara spasial / ruang membentuk pemetaan lahan (*site mapping*).

Dengan solusi ini, para petani dapat dengan mudah mendapatkan informasi tentang tingkat kesuburan tanahnya dan membuat keputusan jenis tanaman yang sesuai dan seharusnya ditanam. Dengan begitu, pertumbuhan tanaman akan maksimal, produktivitas dan profitabilitas meningkat sambil meminimalisasi degradasi lingkungan. Serangkaian teknologi yang dirancang ini digunakan untuk mendukung pertanian presisi (*precision farming*) dalam meningkatkan produktivitas, menjaga stabilitas dan ketahanan pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pendeteksian kesuburan tanah, penentuan keputusan jenis tanaman dan membangun pemetaan lahan (*site mapping*) menggunakan GIS (*Geographic Information System*). Parameter kesuburan tanah yang dideteksi adalah pH, kelembaban dan suhu tanah. Sedangkan jenis tanaman yang dapat direkomendasikan adalah padi, jagung, kacang tanah, kedelai, cabai dan semangka. Pemilihan keenam jenis komoditas pangan ini karena menurut data PPID pertanian, komoditas ini merupakan sumber pangan primer dan paling banyak dibudidaya di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan di atas, maka perumusan masalah yang dapat diambil yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem deteksi kesuburan tanah dan rekomendasi jenis tanaman berbasis *fuzzy mamdani*?
2. Bagaimana merancang & memprogram metode *fuzzy mamdani* untuk merekomendasi jenis tanaman berdasarkan variabel data kesuburan tanah?
3. Bagaimana merancang dan membangun sistem GIS (*Geographic information System*) *site precision mapping*?
4. Bagaimana menganalisis kelayakan dan keefektifan sistem deteksi kesuburan tanah dan rekomendasi jenis tanaman berbasis fuzzy mamdani terintegrasi GIS (*Geographic information System*) *site precision mapping*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat yang diharapkan dengan dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan sistem deteksi kesuburan tanah dan rekomendasi jenis tanaman berbasis *fuzzy mamdani*
2. Menghasilkan program *metode fuzzy mamdani* untuk menentukan tingkat kesuburan tanah dan merekomendasi jenis tanaman berdasarkan variabel data kesuburan tanah

3. Menghasilkan sistem *GIS (Geographic information System) site precision mapping*
4. Mengetahui kelayakan dan keefektifan sistem deteksi kesuburan tanah dan rekomendasi jenis tanaman berbasis *fuzzy mamdani* terintegrasi *GIS (Geographic information System) site precision mapping*)

1.4 Batasan Masalah

Hal yang menjadi batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian yang digunakan adalah lahan sawah
2. Deteksi kesuburan tanah dibatasi pada parameter pH tanah, kelembaban tanah, dan suhu tanah
3. Sensor GPS melakukan plotting berupa data *latitude* dan *longitude*
4. Parameter yang diolah menggunakan *Fuzzy Mamdani* adalah pH tanah, kelembaban tanah, dan suhu tanah
5. Rekomendasi Jenis Tanaman berdasarkan parameter pH, Suhu, Kelembaban Tanah
6. Perangkat memerlukan koneksi internet untuk terhubung pada server
7. Jarak antar titik pengujian menyesuaikan luas lahan sawah

1.5 Metodologi Penelitian Skripsi

Metodologi dalam penyusunan skripsi ini terdiri dari lima tahapan utama. Tahapan-tahapan tersebut meliputi: tahap persiapan, tahap perancangan, pengumpulan dan analisis data, tahap evaluasi, serta penyusunan laporan akhir.r.

1. Studi Literature

Dalam metode ini referensi terkait penelitian akan dihimpun dari buku, artikel jurnal, laporan penelitian, tesis, disertasi, dan sumber-sumber akademis lainnya.

2. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam metodologi penelitian mencakup sejumlah langkah awal yang dilakukan sebelum memasuki proses penelitian. Tahapan ini berperan penting dalam memastikan perencanaan yang matang serta kelancaran pelaksanaan penelitian. Kegiatan yang termasuk dalam tahap ini antara lain: mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti, mengumpulkan dan menganalisis literatur yang relevan untuk memahami konteks serta hasil-hasil penelitian sebelumnya, dan menyusun rencana penelitian secara terperinci, yang mencakup desain penelitian, pengujian, analisis instrumen yang digunakan, serta prosedur pengumpulan data. Tahap ini memiliki peran krusial karena menjadi dasar penentu arah dan mutu dari penelitian yang akan dijalankan.

3. Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan tahapan utama setelah proposal skripsi disetujui, yaitu kegiatan merencanakan dan menyiapkan penelitian sebelum penelitian dilaksanakan. Tahapan ini sangat penting untuk memastikan penelitian berjalan dengan sistematis, efisien, dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

4. Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan dan analisis data adalah dua tahap penting dalam proses penelitian. Keduanya merupakan bagian dari langkah-langkah yang dilakukan setelah perancangan penelitian dan bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Pengumpulan data didapat dari hasil uji coba yang selanjutnya data tersebut akan dianalisa sehingga akan menghasilkan suatu kesimpulan.

5. Tahap Evaluasi dan Pembuatan Laporan Akhir

Tahap akhir penelitian adalah evaluasi dari hasil uji coba sistem keseluruhan. Ketika semua tujuan dari penelitian sesuai harapan maka dilakukan pembuatan laporan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini merupakan pengantar yang menjelaskan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

2. Bab II Teori penunjang

Bab II memuat teori-teori yang mendukung penelitian, termasuk hasil penelitian terdahulu serta landasan atau dasar teori yang menjadi penunjang dalam penelitian ini.

3. Bab III Perencanaan Sistem

Bab III berfokus pada perancangan sistem yang berisi penjelasan rinci mengenai bagaimana sistem yang dirancang akan dikembangkan dan menguraikan kegiatan penelitian untuk mendapatkan data, mengolah dan menginterpretasikannya.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab IV berisi tentang pembahasan dan penyajian hasil penelitian

5. Bab V Penutup

Bab V adalah bagian penutup penelitian yang memberikan ringkasan temuan utama dari penelitian.

1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut adalah perkiraan waktu pelaksanaan penelitian :

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan

No	Deskripsi Kegiatan	Bulan Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Studi literasi					
2	Perancangan Sistem					
3	Pengumpulan dan Analisis Data					
4	Pembuatan Laporan Akhir					