

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertanian presisi adalah sistem modern dalam pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan hasil produksi dengan menggunakan teknologi untuk memantau dan mengelola faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan sebuah tanaman, salah satu faktornya adalah kesuburan tanah (Bhat & Huang, 2021). Kesuburan tanah adalah salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan pertanian, karena kualitas tanah yang baik akan memberikan nutrisi yang sedang bagi tanaman untuk tumbuh secara optimal (Rajagukguk & Nuraini, 2024). Namun, untuk mencapai ukuran kesuburan tanah yang akurat, diperlukan teknologi yang dapat menangkap dan memproses data waktu nyata.

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan sensor untuk memantau kondisi tanah yakni suhu, kelembapan, pH, dan kandungan nutrisi (NPK) semakin banyak diterapkan (Krishna Senapaty dkk., 2024). Data sensor tersebut memberikan informasi yang sangat penting bagi petani untuk mengetahui status kesuburan tanah. Namun, data yang dihasilkan oleh sensor sering kali sangat kompleks dan dalam jumlah besar, sehingga diperlukan metode yang canggih untuk menganalisis data tersebut. Salah satu metode yang efektif dan sangat membantu petani dalam hal ini adalah penggunaan *machine learning* (ML), khususnya *Support Vector Machine* (SVM), yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan tanah berdasarkan data sensor yang dikumpulkan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan *machine learning* dalam analisis data tanah telah memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian. Misalnya, studi yang dilakukan oleh (L. L. Kumar et al., 2024) menunjukkan bahwa integrasi *Internet of Things* (IoT) dengan algoritma klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dapat menghasilkan akurasi hingga 98,5% dalam prediksi kebutuhan irigasi, mendukung pengelolaan air yang lebih efisien. Selain itu, penelitian (Friha et al., 2021a) juga

mengembangkan algoritma cerdas yang dapat memproses data sensor kelembapan tanah secara otomatis untuk memprediksi kebutuhan irigasi. Hasil-hasil ini mengindikasikan bahwa integrasi teknologi sensor dan *machine learning* memberikan potensi besar dalam mendukung pertanian presisi.

Namun, terdapat gap antara metode yang digunakan saat ini dengan metode yang diharapkan di masa depan. Kebanyakan penelitian saat ini berfokus pada aspek tunggal dari pengelolaan tanah, yakni kelembapan atau pH, tanpa mempertimbangkan analisis gabungan dari data sensor yang lebih kompleks, yaitu gabungan dari suhu, kelembapan, pH, serta kandungan N, P, dan K dalam tanah. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara spesifik memanfaatkan *Support Vector Machine (SVM)* untuk mengklasifikasikan kesuburan tanah berdasarkan berbagai parameter sensor. *SVM* dikenal memiliki keunggulan dalam menangani data berdimensi tinggi dan non-linear, yang sangat sesuai untuk menangani keragaman data sensor pertanian yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis *IoT* untuk pengambilan data tanah, sekaligus membangun model klasifikasi kesuburan tanah menggunakan algoritma *SVM*. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu petani dalam pengambilan keputusan yang lebih efisien dalam pengelolaan lahan, sekaligus memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pertanian presisi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang akan dibahas dalam Penelitian oleh ini meliputi:

1. Bagaimana membangun sistem berbasis *IoT* untuk mendukung pengambilan dataset tanah dan data pengujian?
2. Bagaimana membangun model klasifikasi kesuburan tanah menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)*?
3. Bagaimana mengevaluasi performa model *SVM* dalam mengklasifikasikan tingkat kesuburan tanah berdasarkan data yang diperoleh?

Dengan mengatasi permasalahan ini, Penelitian oleh ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem klasifikasi

kesuburan tanah yang akurat dan efisien, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan lahan pertanian presisi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian oleh ini adalah untuk mengembangkan sistem klasifikasi kesuburan tanah berbasis *Support Vector Machine (SVM)* yang dapat memanfaatkan data sensor secara akurat dan efisien dalam konteks pertanian presisi. Adapun tujuan spesifik dari Penelitian oleh ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan sistem berbasis *IoT* untuk mendukung pengambilan *dataset* tanah dan data pengujian.
2. Membuat model klasifikasi kesuburan tanah menggunakan algoritma *Support vector machine (SVM)*.
3. Mengevaluasi performa model *SVM* dalam mengklasifikasikan tingkat kesuburan tanah berdasarkan parameter tanah yang diukur.

Hal ini bisa diilustrasikan pada Tabel I. 1

Tabel I. 1. Tabel keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan.

No.	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Merancang dan mengembangkan sistem berbasis <i>IoT</i> untuk mendukung pengambilan <i>dataset</i> tanah dan data pengujian.	Pengujian dilakukan dengan merancang sistem <i>IoT</i> berbasis <i>ESP8266</i> yang terhubung dengan sensor tanah (NPK, pH, suhu, dan kelembapan), lalu diuji kemampuannya dalam mengukur dan mengirim data ke platform <i>Thingspeak</i> secara real-time. Selanjutnya, dilakukan pelabelan manual pada data berdasarkan nilai Kalium dan observasi lapangan. Data ini digunakan untuk melatih model klasifikasi <i>Support Vector Machine (SVM)</i> yang telah dioptimasi menggunakan metode <i>GridSearch</i> . Terakhir, model dievaluasi menggunakan data uji dengan metrik akurasi, precision, recall, dan confusion matrix untuk menilai performanya dalam mengklasifikasikan tingkat kesuburan tanah.	Sistem berhasil berjalan dan mampu mengambil dan mengirim data sensor
2	Membuat model klasifikasi kesuburan tanah menggunakan algoritma <i>Support Vector Machine (SVM)</i> .		Model berhasil dilatih menggunakan <i>GridSearch</i> dengan data yang telah di proses
3	Mengevaluasi performa model <i>SVM</i> dalam mengklasifikasikan tingkat kesuburan tanah berdasarkan parameter tanah yang diukur.		Model <i>SVM</i> menunjukkan performa yang baik yakni akurasi data test 97,52 % dalam mengklasifikasikan data kesuburan tanah.

1.4. Batasan Masalah

Agar Penelitian oleh ini tetap terfokus dan dapat dicapai dengan efektif, berikut adalah batasan-batasan yang ditetapkan dalam Penelitian oleh ini:

1. Data yang digunakan dalam klasifikasi kesuburan tanah terbatas pada parameter yang dapat diukur oleh sensor tanah NPK RS485, yaitu suhu, kelembapan, pH, dan kandungan nutrisi utama (Nitrogen, Fosfor, Kalium). Sensor ini tidak memiliki kemampuan untuk mengukur parameter lain seperti mikroorganisme dalam tanah, kandungan bahan organik, atau parameter kesuburan tanah lainnya yang tidak tercakup dalam jenis sensor ini. Dengan demikian, analisis kesuburan dalam penelitian ini hanya didasarkan pada keempat parameter tersebut.
2. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari media tanam berbasis tanah alami dan tidak mencakup media tanam non-tanah seperti hidroponik atau tanah dengan bahan tambahan. Label kesuburan ditentukan berdasarkan observasi kondisi tanah di lapangan, tanpa uji laboratorium, yaitu: kategori tinggi berasal dari media tanam produktif, sedang dari tanah dengan vegetasi sedang dan struktur tanah normal, serta rendah dari tanah gersang yang minim vegetasi. Pengukuran dilakukan di wilayah desa Plumpang, Kabupaten Tuban, Jawa Timur sehingga hasil klasifikasi mungkin tidak sepenuhnya mewakili jenis tanah atau kondisi lingkungan lain.
3. Klasifikasi kesuburan tanah dilakukan menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* dengan data latih yang dilabeli berdasarkan observasi lapangan pada berbagai jenis kondisi tanah, termasuk media tanam, vegetasi sedang, dan tanah gersang. Namun, dalam penelitian ini, pelabelan kesuburan tanah dibatasi hanya berdasarkan kadar unsur Kalium (K), mengacu pada kategori klasifikasi dari jurnal (Blesslin Sheeba et al., 2022)

Batasan-batasan ini dibuat untuk memastikan bahwa penelitian berjalan sesuai dengan lingkup yang jelas dan realistis, sehingga menghasilkan solusi yang spesifik

terkait klasifikasi kesuburan tanah berbasis data sensor tanah yang diperoleh secara efisien dari parameter yang diukur.

1.5. Manfaat Penelitian

Bagian ini menjelaskan manfaat dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam penerapan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* dan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk mendukung pertanian presisi.
2. Memberikan solusi praktis dan membantu membuat keputusan bagi petani dalam memantau dan mengelola kesuburan tanah melalui sistem *IoT*.
3. Mengembangkan model klasifikasi tanah berbasis *Machine learning* yang dapat diterapkan pada sistem *monitoring* berbasis *IoT* untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan Penelitian oleh ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. **Bab I Pendahuluan** Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. **Bab II Tinjauan Pustaka** Bab ini mengulas teori-teori yang relevan dengan penelitian, termasuk konsep pertanian presisi, kesuburan tanah, *Internet of Things (IoT)*, algoritma *Support Vector Machine (SVM)*, dan Pelabelan menurut (Blesslin Sheeba et al., 2022). Selain itu, juga dijelaskan penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam Penelitian oleh ini.
3. **Bab III Metodologi Penelitian** Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, mulai dari pengumpulan data, rancangan alat dan sistem, proses pelabelan data berdasarkan jurnal (Blesslin Sheeba et al., 2022), *pre-*

processing, pembagian data (*split data*), pemodelan menggunakan *SVM*, hingga skenario pengujian.

4. **Bab IV Hasil dan Pembahasan** Bab ini menyajikan data yang telah di kumpulkan dan juga pengolahan data yakni pelabelan, *pre-processing*, *split data*, performa model *SVM* dan analisis hasil pengujian, serta pembahasan terkait implementasi sistem *IoT* untuk klasifikasi kesuburan tanah.
5. **Bab V Kesimpulan dan Saran** Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya agar sistem dapat lebih berkembang dan bermanfaat