

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas potensial Indonesia dalam rangka mencapai swasembada pangan dan meningkatkan pendapatan petani, mengingat peran yang sangat penting yang dimainkannya, baik digunakan untuk konsumsi pangan dan pakan ternak maupun untuk industri lainnya (Sitohang, 2024). Permintaan jagung akan terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan populasi, sehingga memerlukan upaya untuk meningkatkan produksi, ketersediaan lahan, potensi produktivitas lahan, dan kemampuan teknologi (Firdiansyah *et al.*, 2016).

Pertanian presisi adalah strategi manajemen untuk mengatasi variabilitas geografis dan temporal di lahan pertanian yang melibatkan data dan teknologi modern. Tahun 2050 diperkirakan populasi manusia mencapai 9 sampai 10 miliar jiwa, sehingga pertanian presisi semakin berperan penting dalam praktik pertanian modern. Tahun 2050 juga diharapkan ketersediaan pangan global meningkat setidaknya 70%, hal ini merupakan tantangan besar karena akan menambah tuntutan ketersediaan pangan pada sumber daya yang sudah langka (Karunathilake *et al.*, 2023). Menghadapi tantangan ini, pertanian presisi memaksimalkan performa budidaya secara efisien dan berkelanjutan dengan berfokus pada pengelolaan variabilitas nutrisi pada lahan, dimana hal ini dapat memicu ketidakseragaman kapasitas produksi lahan pertanian (Groß *et al.*, 2023).

Produktivitas dan kualitas jagung sangat bergantung pada kecukupan nutrisi utama selama periode pertumbuhannya. Nutrisi makro utama seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) memainkan peran krusial yang telah terbukti secara ilmiah dalam mendukung setiap fase perkembangan tanaman. Harlin *et al.* (2021)

secara tegas menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap peningkatan produktivitas jagung. Berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi tersebut, *electrical conductivity* (EC) merupakan parameter penting yang berfungsi sebagai indikator representatif. Hal ini karena nilai EC merefleksikan total konsentrasi garam-garam terlarut (termasuk ion nutrisi N, P, dan K) dalam larutan tanah. Pengukuran EC dapat memberikan gambaran umum mengenai tingkat kesuburan, potensi salinitas, serta secara tidak langsung memengaruhi kemampuan akar menyerap air dan hara melalui osmosis (Kizito *et al.*, 2008).

Praktik pemupukan yang dilakukan oleh petani seringkali tidak efisien akibat penggunaan metode konvensional untuk menentukan status nutrisi tanaman. Petani umumnya mengandalkan pengamatan visual terhadap gejala seperti perubahan warna daun (klorosis) untuk mendeteksi kekurangan nutrisi. Metode ini memiliki kelemahan karena bersifat subjektif dan terlambat, dimana gejala visual baru muncul setelah tanaman mengalami stres nutrisi yang cukup parah sehingga mengganggu stabilitas pertumbuhan tanaman jagungnya. (Nurdin *et al.*, 2024).

Metode yang selama ini menjadi standar dalam analisis kesuburan tanah adalah pengujian laboratorium yang mampu memberikan hasil yang akurat. Namun, metode konvensional ini terbatas oleh jeda waktu (*time lag*) untuk memperoleh hasil analisis, sehingga data yang diterima bersifat historis dan tidak relevan untuk pengambilan keputusan cepat (Diaz *et al.*, 2024). Selain itu, biaya analisis laboratorium relatif tinggi, menjadikannya tidak praktis dan tidak terjangkau bagi petani, terutama petani skala kecil untuk melakukan pemantauan secara berkala. Keterbatasan lainnya adalah resolusi spasial yang rendah, dimana satu sampel tanah seringkali dianggap mewakili area lahan yang luas, padahal kesuburan tanah dapat sangat bervariasi bahkan dalam satu petak lahan. Hal ini mengabaikan heterogenitas tanah dan berpotensi

menyebabkan aplikasi input yang tidak merata dan tidak efisien (Fan *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu diangkat penelitian tentang **“Pengembangan Sistem Instrumentasi Pengukuran Nutrisi Tanah Untuk Budidaya Tanaman Jagung Berbasis *Internet of Things* (IoT)”**. Sistem ini dirancang untuk mengukur nilai *electrical conductivity* (EC), NPK, dan pH tanah secara praktis langsung di lapangan. Penggunaan integrasi modul GPS dan *Geographic Information System* (GIS), variabilitas nutrisi dapat divisualisasikan dalam bentuk peta sebaran nutrisi tanah berbasis digital. Inovasi ini memungkinkan petani beralih dari pemupukan seragam ke manajemen lahan yang spesifik lokasi (*site-specific*), meningkatkan efisiensi serapan nutrisi lewat pengoptimalan takaran penggunaan pupuk secara presisi, dan pada akhirnya memaksimalkan performa produksi sekaligus meminimalisir dampak lingkungan akibat residu pupuk yang tidak terserap.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun sistem instrumentasi yang mampu mengukur nilai *electrical conductivity* (EC), NPK, dan pH tanah secara terintegrasi dan *real-time* untuk budidaya tanaman jagung?
2. Bagaimana pengaruh perubahan jumlah pupuk yang diberikan terhadap variabilitas nutrisi tanah?
3. Bagaimana pengaruh nutrisi tanah dengan pertumbuhan tanaman jagung?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Merancang bangun sistem instrumentasi yang mampu mengukur

nilai *electrical conductivity* (EC), NPK, dan pH tanah secara terintegrasi dan *real-time* untuk budidaya tanaman jagung.

2. Menganalisa pengaruh perubahan jumlah pupuk yang diberikan terhadap variabilitas nutrisi tanah.
3. Menganalisa pengaruh nutrisi tanah terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya sistem instrumentasi ini diharapkan dapat memudahkan petani untuk mendapatkan informasi dan data tentang kondisi nutrisi lahan yang ditanami jagung sehingga pengaplikasian pupuk dapat lebih presisi sesuai kondisi lahan.

