

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertanian menjadi sektor utama dalam membangun ekonomi Indonesia yang berperan penting dalam menjaga kesediaan pangan dan menjadi sumber pendapatan masyarakat. Indonesia memiliki kondisi geografis dan iklim yang mendukung pertanian dengan lahan yang luas serta kesuburan tanah yang cukup baik. Salah satu komoditas utama yang bisa dibudidayakan yaitu jagung. Namun, tantangan dalam sektor pertanian masih cukup besar, seperti penurunan kualitas lahan, pemberian pupuk yang tidak merata pada tanaman dan keterbatasan teknologi yang diterapkan oleh petani.

Salah satu faktor penting dalam meningkatkan hasil pertanian adalah pemupukan yang tepat dan efisien. Pupuk berperan dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan optimal. Namun, praktik pemupukan di Indonesia biasanya masih dilakukan secara manual dan menghadapi beberapa masalah seperti penggunaan pupuk yang berlebihan dan kurang sesuai dengan kebutuhan tanaman, distribusi yang tidak merata, serta kurangnya pemahaman petani tentang dosis dan jenis pupuk yang tepat (Makmur & Sainuddin, 2020). Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah, penurunan kesuburan lahan, serta dampak lingkungan seperti pencemaran air dan udara akibat kelebihan nitrogen dan fosfor.

Untuk mengatasi hal tersebut pertanian berkembang dengan pesat yang dibuktikan dengan adanya pertanian presisi yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya guna memperoleh hasil yang optimal. Salah satu teknologi yang berperan penting dalam sistem pertanian presisi adalah *Variable Rate Technology* (VRT), yaitu teknologi yang memungkinkan aplikasi input pertanian seperti pemupukan yang disesuaikan dengan kondisi spesifik lahan dan kebutuhan tanaman di setiap titik atau zona tertentu. Dalam sistem pertanian konvensional, penggunaan input pertanian sering kali dilakukan secara seragam di seluruh lahan tanpa mempertimbangkan variasi kondisi tanah dan kebutuhan tanaman. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan hara, inefisiensi penggunaan sumber daya serta potensi dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemupukan atau penyemprotan bahan kimia yang berlebihan. *Variable Rate Technology* (VRT) hadir sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan ini dengan cara mengoptimalkan distribusi input pertanian berdasarkan data yang diperoleh dari sensor (Gunawan *et al.*, 2013).

Penerapan VRT dalam sistem pemupukan yang dikenal sebagai VRFT memiliki manfaat signifikan antara lain, meningkatkan efisiensi pemupukan, mengurangi biaya produksi serta meminimalkan dampak lingkungan akibat kelebihan pupuk. Dengan bantuan sistem berbasis mikrokontroler arduino, proses pemupukan dapat dilakukan secara otomatis dan lebih presisi, sehingga meningkatkan produktivitas tanaman dan menjaga keberlanjutan lahan pertanian. Salah satu penerapan dan penggunaan VRFT tipe *auger* yang bisa menjadi salah satu solusi inovatif dalam sistem pemupukan presisi. Mikrokontroler arduino memungkinkan pengendalian dosis pupuk secara otomatis berdasarkan data sensor atau pemetaan lahan. Dengan demikian, teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi distribusi pupuk, menurunkan biaya produksi dan mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan (Wang *et al.*, 2023).

Alat Pemupuk Granular Laju Variabel (*Variable Rate Fertilizer Technology*) tipe *auger* masih dalam tahap pembuatan. Alat ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu hopper sebagai tempat penyimpanan pupuk, *auger* sebagai penjatah pupuk dan sistem kontrol sebagai sistem yang memberikan perintah untuk melakukan penjatahan pupuk. Alat pemupuk dikatakan selesai apabila sudah bekerja sesuai dengan yang diinginkan sehingga perlu dilakukan pengujian lebih dahulu untuk mengetahui kinerja alat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya VRFT hanya sampai dalam tahap pembuatan prototipe dan pengujian yang dilakukan hanya sampai pada tahap pengujian fungsional.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan uji kinerja terlebih dahulu pada Alat Pemupuk Granular Laju Variabel Tipe *Auger*, untuk mengetahui bagaimana alat ini bekerja dengan mengetahui hubungan banyaknya dosis pupuk yang jatuh dengan waktu dan putaran poros pada *auger*.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja alat VRFT dalam mengontrol dosis pemupukan sesuai dengan dosis yang diberikan.

Kegunaan dari penelitian ini yakni untuk memastikan pupuk diaplikasikan secara tepat hanya pada area yang memerlukannya, sehingga menghindari pemberian pupuk berlebihan atau kurang pada tanaman jagung dan juga sebagai alternatif alat pemupuk bagi petani.

## BAB II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 Oktober sampai 10 November 2025. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Bengkel Program Studi Teknik Pertanian dan *Experimental Farm*, Universitas Hasanuddin, Makassar.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat pemupuk granular laju variabel tipe *auger*, traktor roda dua, timbangan digital, plastik cetik, kamera *handphone* dan laptop. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pupuk Urea, pupuk NPK, pupuk SP-36 dan bahan bakar solar.

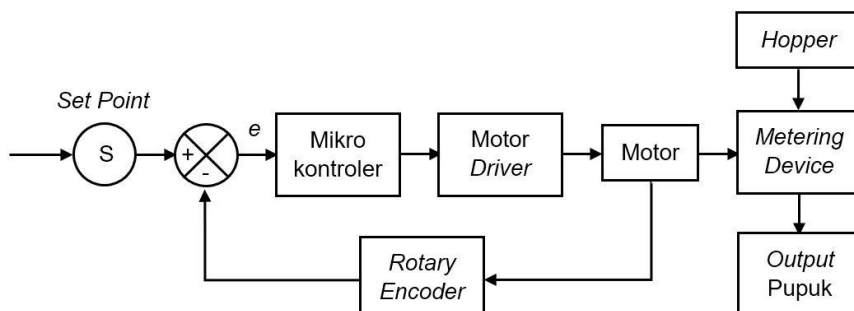
### 2.3 Spesifikasi Alat



Gambar 1. Alat Pemupuk Granular Laju Variabel Tipe *Auger*.

Keterangan:

1. *Hopper*
2. Aki
3. *Metering device (auger)*
4. Motor DC dan *rotary encoder*
5. Pengontrol



Gambar 2. Skema Cara Kerja Alat.

Proses ini dimulai dari memasukkan pupuk granular yang telah disiapkan ke dalam hopper sebagai wadah penampung utama. Selanjutnya menentukan pupuk dan target keluaran dosis yang telah ditentukan. Kemudian akan diproses oleh mikrokontroler yang kemudian menentukan besarnya perintah kendali dan mengirimkannya ke motor *driver*. Motor *driver* memperkuat sinyal sehingga mampu menggerakkan motor yang terhubung dengan *metering device* sebagai pengatur laju keluaran pupuk dari *hopper*. Selama proses berlangsung *rotary encoder* memonitor kecepatan putaran motor dan mengirimkannya kembali ke mikrokontroler sebagai umpan balik sehingga sistem dapat mengoreksi perbedaan antara keluaran pupuk dan *set-point* secara *real-time*.

## **2.4 Prosedur Penelitian**

### **2.4.1 Tahap Persiapan**

Tahap persiapan dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada pengujian statis dan pengujian dinamis. Alat yang digunakan dalam pengujian statis yaitu, alat pemupuk granular laju variabel tipe *auger*, timbangan digital, plastik cetik, laptop dan kamera *handphone*. Untuk pengujian dinamis dilakukan dilahan dan alat yang digunakan tetap sama dengan tambahan traktor roda dua. Bahan yang disiapkan yaitu pupuk urea, NPK dan SP-36 pada masing-masing tahap pengujian.

### **2.4.2 Pengujian Statis dengan Pupuk**

Pengujian statis dengan pupuk termasuk pengujian yang dilakukan dalam kondisi alat diam atau alat tidak bergerak, pengujian ini tidak dipengaruhi gerakan dan tujuannya untuk mengetahui kemampuan alat sebelum digunakan dalam kondisi bergerak, pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Bengkel Program Studi Teknik Pertanian. Pengujian ini dimulai dengan memasang semua sistem kontrol yang digunakan pada alat pemupuk granular tipe *auger*, selanjutnya memasukkan pupuk kedalam hopper dan pengujian dilakukan dengan keluaran pupuk 2 g dan 3 g dengan waktu 2 detik dan 5 g dengan waktu 5 detik kemudian menimbang dosis pupuk yang keluar dari *metering device* dengan timbangan digital.

### **2.4.3 Pengujian Dinamis dengan Pupuk**

Pengujian dinamis dengan pupuk termasuk metode pengujian yang dilakukan pada alat dalam kondisi bergerak, pengujian ini dipengaruhi oleh gerakan dari luar dan tujuannya untuk mengetahui suatu alat saat bekerja dilahan, pengujian ini dilakukan di *Experimental Farm* Universitas Hasanuddin. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keluaran pupuk yang dikeluarkan *metering device* saat menjatah sesuai dengan keluaran pupuk yang diberikan dilahan. Pengujian ini dimulai dengan menggandengkan alat pada traktor roda dua (dapat dilihat pada Lampiran 1, Gambar 10), kemudian menjalankan traktor roda dua. Keluaran pupuk yang diberikan 2 g dan 3 g dengan waktu 2 detik dan 5 g dengan waktu 5 detik. Kemudian menimbang hasil penjatahan pupuk dengan timbangan digital dan mengambil data kecepatan motor DC yang tersimpan pada SD card.

#### 2.4.4 Parameter Penelitian

1. Kecepatan Motor DC

Pengambilan data kecepatan motor DC pada SD *card* yang dilakukan dengan bantuan laptop untuk mengetahui perubahan kecepatan motor DC saat melakukan penjabatan pupuk dan membandingkannya dengan dosis pupuk yang keluar.

2. Keluaran Pupuk

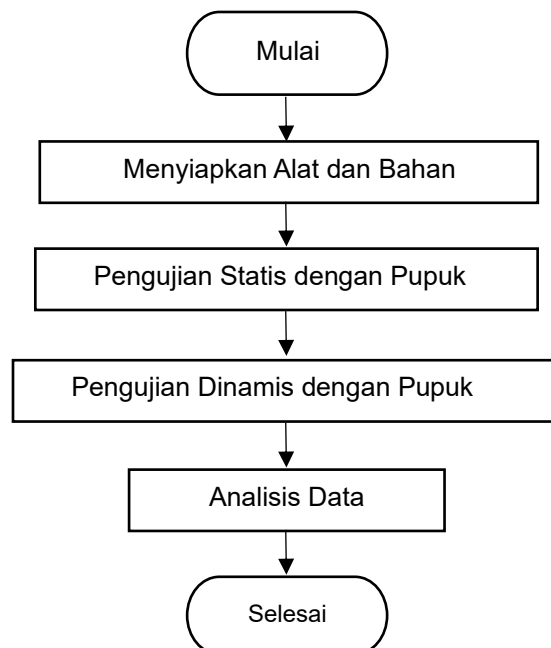
Keluaran pupuk yang keluar akan disimpan dalam wadah plastik dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat keluaran pupuk yang keluar setiap melakukan pemupukan.

#### 2.4.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui nilai yang didapatkan pada saat melakukan pengujian dengan menghitung keluaran pupuk yang keluar dan respon kontrol kecepatan putaran motor DC, nilai *set-point* dan waktu yang digunakan untuk mengeluarkan pupuk.

#### 2.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir pada penelitian yang telah dilakukan:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.