

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman sereal yang menduduki posisi kelima sebagai komoditas pangan utama dunia serta memiliki peran penting dalam diversifikasi pangan, penyediaan pakan ternak dan pengembangan bioenergi (Bakari et al., 2023; Hossain et al., 2022; Kazungu et al., 2023). Di berbagai negara berkembang, sorgum mulai dipromosikan sebagai sumber pangan alternatif karena kandungan nutrisinya yang cukup baik serta daya adaptasinya pada berbagai sistem pertanian (Adebo, 2020). Selain itu, pengembangan sorgum dinilai strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap tanaman sereal utama seperti padi dan gandum yang semakin rentan terhadap perubahan iklim global (Prasad et al., 2012).

Keunggulan sorgum sebagai tanaman adaptif didukung oleh efisiensi fotosintesis yang tinggi (Yang et al., 2020), kebutuhan air yang relatif rendah dibandingkan tanaman sereal lain (Stefanov et al., 2023), serta toleransi yang baik terhadap cekaman abiotik, khususnya kekeringan dan suhu tinggi (Prasad et al., 2021; Yahaya & Shimelis, 2022). Karakteristik ini menjadikan sorgum mampu tumbuh dan berproduksi pada kondisi lingkungan yang kurang optimal (Mundia et al., 2019). Oleh karena itu, sorgum dipandang sebagai komoditas strategis dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan degradasi sumber daya lahan di wilayah tropis dan subtropis (Chadalavada et al., 2021).

Meskipun memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, produktivitas sorgum di banyak wilayah tropis masih tergolong rendah. Produksi sorgum umumnya hanya mencapai 2–3 ton ha<sup>-1</sup> (Khalifa & Eltahir, 2023; Mwamahonje et al., 2024), jauh di bawah potensi genetiknya yang dapat mencapai 6–8 ton ha<sup>-1</sup> (Kubiku et al., 2022). Kesenjangan antara potensi hasil dan produktivitas sorgum menunjukkan bahwa sistem pengelolaan tanaman sorgum di tingkat lapangan belum sepenuhnya optimal (Habte et al., 2020). Hal ini menegaskan perlunya inovasi teknologi budidaya yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya tanpa mengakibatkan kerusakan lingkungan.

Salah satu penyebab utama rendahnya produktivitas sorgum adalah penurunan kesuburan tanah akibat pengelolaan hara yang tidak berkelanjutan. Penggunaan pupuk anorganik secara tidak seimbang dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas tanah, baik dari aspek fisik, kimia, maupun biologi, serta mengurangi kandungan bahan organik tanah (Miriam et al., 2025; Wang et al., 2025; Sardans & Peñuelas, 2021). Pada tanah-tanah tropis dengan kapasitas tukar kation yang relatif rendah, kondisi ini diperparah oleh tingginya kehilangan unsur hara melalui pencucian, terutama kalium (Agegnehu et al., 2021; Rawat et al., 2022; Ćirić et al., 2023).

Ketersediaan dan serapan kalium akan berdampak langsung terhadap proses pengisian biji dan pembentukan hasil, serta menurunkan efisiensi penggunaan air dan hara lainnya (Endris et al., 2021; Sher et al., 2022). Oleh karena itu, permasalahan utama dalam peningkatan produktivitas sorgum tidak hanya berkaitan dengan kebutuhan unsur kalium (Kazungu et al., 2023), tetapi juga dengan strategi pengelolaan dan peningkatan efisiensi pemupukan kalium yang mampu beradaptasi dengan kondisi pada tanah tropis.

Salah satu pendekatan yang berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan adalah penggunaan pupuk Trichokompos, yang dapat menyediakan unsur hara makro dan mikro, juga mengandung mikroorganisme fungsional yang mampu meningkatkan dekomposisi bahan organik (Olaniyan et al., 2022), melarutkan fosfat dan kalium yang terjerap dalam tanah (A. K. Singh et al., 2020), serta merangsang pertumbuhan tanaman (T. B. Singh et al., 2020). Keberadaan mikroorganisme tersebut menjadikan Trichokompos tidak hanya berfungsi sebagai sumber hara, tetapi juga sebagai agen perbaikan kualitas tanah (Prastiti et al., 2023).

Trichoderma yang terkandung dalam trichokompos juga berperan sebagai agen hayati yang mempercepat proses mineralisasi hara serta menekan perkembangan patogen tular tanah (Bononi et al., 2020). Aktivitas biologis ini berdampak positif terhadap kesehatan tanah dan sistem perakaran tanaman (El Enshasy et al., 2020). Melalui kombinasi aktivitas mikroba dan bahan organik, trichokompos berpotensi memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas simpan air, serta memperkuat sistem perakaran tanaman sorgum (Girsang et al., 2024).

Aplikasi pupuk kalium yang dikombinasikan dengan trichokompos berpotensi menciptakan sinergi antara sumber hara organik dan anorganik. Bahan organik berfungsi meningkatkan ketersediaan kalium melalui mekanisme pertukaran ion (Domingues et al., 2020), sementara mikroba pelarut dalam trichokompos membantu mengonversi kalium tidak tersedia menjadi bentuk yang dapat diserap oleh akar tanaman (Etesami et al., 2017). Sinergi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi serapan hara sekaligus memperbaiki kondisi fisik dan kimia tanah secara bertahap (Bibi et al., 2024).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi pemupukan organik dan anorganik dapat meningkatkan aktivitas enzim tanah, biomassa mikroba, serta hasil tanaman sereal (Gao et al., 2020; Ali et al., 2024; Nie et al., 2024). Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih menitikberatkan pada hasil akhir tanpa menggambarkan dinamika respons tanaman sepanjang fase pertumbuhan. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan evaluasi yang mampu menangkap perubahan kondisi tanaman secara lebih detail dan berkelanjutan.

Evaluasi efektivitas pemupukan umumnya dilakukan melalui pengamatan parameter pertumbuhan, biomassa dan hasil biji (Kugedera et al., 2022). Pendekatan ini bersifat statis dan terbatas pada waktu pengamatan tertentu, sehingga kurang mampu menggambarkan dinamika pertumbuhan tanaman sorgum secara temporal (Varela et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang mampu memantau kondisi tanaman secara cepat, efisien dan non-destruktif.

Teknologi penginderaan jauh telah berkembang sebagai salah satu alat penting dalam pertanian presisi, salah satunya melalui pemanfaatan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI diperoleh dari perbandingan reflektansi spektrum inframerah-dekat dan merah dan telah banyak digunakan sebagai indikator kondisi fisiologis tanaman. Pada tanaman sorgum, NDVI dilaporkan memiliki hubungan yang erat dengan indeks luas daun, biomassa, dan hasil panen (Varela et al., 2021). Oleh karena itu, NDVI berpotensi digunakan sebagai indikator awal untuk mendeteksi respons tanaman terhadap perlakuan pemupukan (Naz et al., 2021). NDVI juga sensitif terhadap perubahan status hara, ketersediaan air, dan aktivitas mikroba tanah (Bascietto et al., 2021). Sensitivitas ini memungkinkan NDVI dimanfaatkan untuk mengevaluasi pengaruh

aplikasi pupuk trichokompos dan kalium terhadap dinamika pertumbuhan tanaman secara kuantitatif dan berkelanjutan tanpa merusak tanaman (Anderson, 2024).

Selain pemantauan berbasis indeks vegetasi, strategi pemodelan tanaman dinilai penting dalam merepresentasikan interaksi yang kompleks antara pertumbuhan tanaman dan faktor lingkungan (Chun et al., 2016; Debnath et al., 2021). Integrasi antara NDVI dan pemodelan pertumbuhan tanaman memungkinkan analisis hubungan sebab-akibat antara input hara dan respons fisiologis tanaman (Chang-Brahim et al., 2024). Pendekatan ini juga membuka peluang pengembangan model prediktif sederhana untuk mendeteksi respons pertumbuhan dan potensi produksi tanaman sorgum.

Hingga saat ini, penelitian yang menggabungkan pemupukan Trichokompos dan kalium dengan pemantauan berbasis NDVI pada tanaman sorgum masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya menitikberatkan pada aspek fisiologis atau produktivitas tanpa mengaitkannya dengan indeks vegetasi dan pendekatan pemodelan (Akinseye et al., 2020; Galli et al., 2020; Habyarimana dan Baloch 2021). Selain itu, pemanfaatan data NDVI dalam model prediksi untuk mendukung pengelolaan hara berbasis data masih belum banyak diterapkan (Silva et al., 2023).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai dosis pupuk Trichokompos dan kalium terhadap pertumbuhan, fisiologi, dan respons NDVI tanaman sorgum, serta menyusun model hubungan antara indeks vegetasi dan respons produksi tanaman. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan strategi pemupukan yang lebih efisien, berkelanjutan dan aplikatif dalam mendukung peningkatan produktivitas sorgum di lahan tropis.

## **1.2 Landasan Teori**

### **1.2.1 Tanaman Sorgum**

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman serealia semusim yang termasuk ke dalam famili Poaceae. Tanaman ini memiliki kemampuan adaptasi yang luas terhadap berbagai kondisi lingkungan, terutama pada daerah dengan curah hujan rendah dan suhu tinggi (Hossain et al., 2022; Kazungu et al., 2023). Sorgum dikenal sebagai tanaman C4 yang memiliki efisiensi fotosintesis tinggi, sehingga mampu memproduksi biomassa dan hasil biji secara relatif stabil pada kondisi cekaman kekeringan dibandingkan tanaman serealia lainnya (Opoku et al., 2024).

Secara morfologis, tanaman sorgum memiliki batang tegak, beruas, dan berongga dengan tinggi bervariasi antara 100–400 cm tergantung varietas dan kondisi lingkungan tumbuh (Abraham et al., 2020). Daun sorgum berbentuk pita memanjang dengan permukaan dilapisi lapisan lilin yang berfungsi mengurangi kehilangan air melalui transpirasi (Behera et al., 2022). Sistem perakaran sorgum tergolong kuat dan mampu menembus lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara pada kondisi lahan marginal (Kugedera et al., 2022).

Bunga sorgum tersusun dalam bentuk malai yang terletak di ujung batang (Laza et al., 2022). Setiap malai terdiri atas spikelet yang menghasilkan biji berbentuk bulat hingga lonjong dengan warna bervariasi, seperti putih, kuning, merah atau cokelat. Biji

sorgum merupakan sumber karbohidrat, protein, dan serat yang potensial sebagai bahan pangan, pakan ternak, serta bahan baku industri dan bioenergi (Bakari et al., 2023).

Tanaman sorgum dapat tumbuh optimal pada kisaran suhu 25–35 °C dan toleran terhadap kondisi kekeringan (Prasad et al., 2021; Abreha et al., 2023). Sorgum mampu tumbuh pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah bertekstur ringan hingga berat, dengan pH tanah berkisar antara 5,5–8,0 (Bankole, 2022). Meskipun adaptif, produktivitas sorgum sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, terutama unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Kekurangan salah satu unsur tersebut dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif terhambat dan penurunan hasil biji (Hossain et al., 2022).

### **1.2.2 Peran Kalium dan Trichokompos**

Kalium (K) merupakan unsur hara makro esensial yang berperan penting dalam berbagai proses fisiologis tanaman. Unsur kalium berfungsi dalam regulasi tekanan osmotik sel, pembukaan dan penutupan stomata, aktivasi enzim, serta translokasi hasil fotosintesis dari daun ke organ penyimpanan, termasuk biji (Sardans & Peñuelas, 2021). Pada tanaman sereal seperti sorgum, ketersediaan kalium yang cukup sangat berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis, ketahanan terhadap cekaman kekeringan, serta pembentukan dan pengisian biji (Endris et al., 2021).

Defisiensi kalium pada tanaman sorgum dapat menyebabkan gejala fisiologis berupa klorosis pada tepi daun, penurunan laju fotosintesis, lemahnya batang, serta penurunan kualitas dan kuantitas hasil (Behera et al., 2022). Namun, pada tanah-tanah tropis, kalium sering mengalami kehilangan akibat pencucian karena kapasitas tukar kation yang rendah (Paramisparam et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan strategi pemupukan yang tidak hanya menambah jumlah kalium, tetapi juga meningkatkan efisiensi ketersediaan dan serapannya oleh tanaman.

Trichokompos merupakan pupuk organik hasil pengomposan bahan organik yang diperkaya dengan mikroorganisme *Trichoderma* spp. (Lasmini et al., 2022). Selain berfungsi sebagai sumber bahan organik dan unsur hara makro serta mikro, Trichokompos berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kandungan *Trichoderma* spp. dalam Trichokompos mampu mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan mineralisasi hara, serta berperan sebagai agen hayati yang menekan patogen tular tanah (Bononi et al., 2020).

Sinergi antara pupuk kalium dan Trichokompos terjadi melalui beberapa mekanisme. Bahan organik dalam Trichokompos dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, sehingga mengurangi kehilangan kalium akibat pencucian (Hernández-Terrón, et al 2021). Selain itu, aktivitas mikroba pelarut hara membantu mengonversi kalium yang terjerap dalam bentuk tidak tersedia menjadi bentuk yang dapat diserap oleh akar tanaman (Sehrawat & Sindhu, 2024). Kombinasi ini menciptakan lingkungan rizosfer yang lebih kondusif bagi pertumbuhan akar dan meningkatkan efisiensi pemupukan kalium pada tanaman sorgum.

### **1.2.3 NDVI dan Pemodelan Tanaman Sorgum**

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling banyak digunakan dalam kajian pertanian presisi dan penginderaan

jauh. NDVI dihitung berdasarkan perbandingan reflektansi spektrum cahaya merah (red) dan inframerah dekat (near-infrared) yang dipantulkan oleh tajuk tanaman (Stamford et al., 2023). Nilai NDVI berkisar antara  $-1$  hingga  $+1$ , di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kondisi tanaman yang lebih hijau, sehat dan aktif secara fotosintetik (Allawei & Ahmed, 2020).

Pada tanaman sorgum, nilai NDVI berkorelasi erat dengan karakteristik tajuk tanaman, seperti indeks luas daun (Leaf Area Index), kandungan klorofil, biomassa dan tingkat vigor tanaman (Akinseye et al., 2020; Galli et al., 2020). Perubahan nilai NDVI mencerminkan respons tanaman terhadap ketersediaan hara, kondisi air dan perlakuan agronomis yang diberikan (Farias et al., 2023). Oleh karena itu, NDVI dapat digunakan sebagai indikator non-destruktif untuk memantau dinamika pertumbuhan tanaman sorgum secara temporal.

Pemanfaatan NDVI dalam pemodelan pertumbuhan tanaman memungkinkan integrasi antara data lapangan dan data spektral (Shamming & Meng, 2021). Model pertumbuhan berbasis NDVI dapat digunakan untuk mengaitkan input agronomis, seperti dosis pupuk kalium dan aplikasi Trichokompos, dengan respons fisiologis dan pertumbuhan tanaman. Pendekatan ini memungkinkan analisis hubungan sebab-akibat antara perlakuan pemupukan dan output produksi tanaman secara kuantitatif.

Pemodelan pertumbuhan tanaman sorgum berbasis NDVI memiliki keunggulan karena mampu memberikan prediksi pertumbuhan dan potensi hasil tanaman tanpa harus melakukan pengukuran destruktif secara intensif. Selain itu, pendekatan ini mendukung pengembangan sistem manajemen hara presisi, di mana rekomendasi pemupukan dapat disusun berdasarkan respons aktual tanaman di lapangan. Dengan demikian, integrasi NDVI dan pemodelan pertumbuhan tanaman menjadi alat penting dalam meningkatkan efisiensi pemupukan dan keberlanjutan sistem produksi sorgum.

### **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yakni:

1. Menganalisis pengaruh dosis pupuk kalium, dosis trichokompos, serta kombinasi keduanya yang memberikan pertumbuhan dan produktivitas tanaman sorgum terbaik
2. Menganalisis karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang berkorelasi terhadap produktivitas tanaman sorgum
3. Menganalisis karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang memberikan pengaruh langsung paling besar terhadap produktivitas tanaman sorgum
4. Mendapatkan model deteksi produktivitas tanaman sorgum berbasis NDVI sebagai dasar pengembangan model prediktif berdasarkan nilai evaluasi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa tambahan informasi ilmiah mengenai peran pupuk kalium dan trichokompos dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman sorgum. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai karakter pertumbuhan yang berkaitan erat dan berpengaruh langsung terhadap hasil, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam evaluasi dan pengelolaan tanaman. Pemanfaatan NDVI dalam penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi alternatif metode pengamatan yang lebih efisien dan non-destruktif dalam memantau kondisi tanaman sorgum.

## **1.4 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

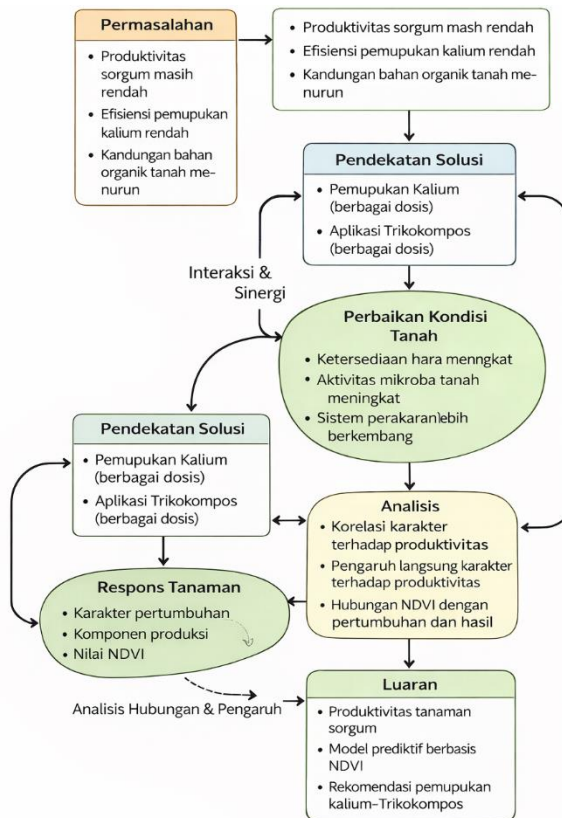
- 1 Terdapat perbedaan pengaruh dosis pupuk kalium dan trichokompos, serta kombinasi keduanya, terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman sorgum
- 2 Terdapat karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang berkorelasi nyata terhadap produktivitas tanaman sorgum.
- 3 Terdapat karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang memberikan pengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman sorgum.
- 4 Nilai NDVI menunjukkan hubungan linier dengan produktivitas tanaman sorgum dan berpotensi digunakan sebagai dasar pemodelan prediktif.

## **1.5 Kerangka Konseptual**

Produktivitas sorgum di lapangan masih rendah, antara lain akibat pemupukan kalium yang belum efisien dan rendahnya bahan organik tanah. Kalium berperan penting dalam fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi dan pengisian biji, sedangkan bahan organik membantu memperbaiki kondisi tanah. Karena itu, diperlukan pemupukan yang mampu meningkatkan hara sekaligus menjaga kualitas tanah.

Penelitian ini menggunakan berbagai dosis kombinasi pupuk trichokompos dan kalium. Penggunaan pupuk anorganik dan organik diharapkan saling melengkapi dalam meningkatkan ketersediaan hara, aktivitas mikroba tanah dan pertumbuhan akar, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman sorgum. Respon tanaman diamati melalui pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks klorofil), hasil (panjang malai, bobot biji, hasil per tanaman), serta nilai NDVI sebagai indikator kesehatan dan vigor tanaman berbasis citra.

Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil, hubungan antar karakter dengan produktivitas, juga keterkaitan NDVI dengan pertumbuhan dan produksi sebagai dasar pemodelan. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas sorgum, menghasilkan model prediksi berbasis NDVI, serta memberikan rekomendasi dosis pupuk kalium dan Trichokompos yang efektif dan berkelanjutan.



**Gambar 1.** Kerangka Konseptual

## BAB II

### METODE PENELITIAN

#### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Balai Perakitan dan Pengujian Tanaman Serealia, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia ( $4^{\circ}59'53''$  LS,  $119^{\circ}34'26''$  BT). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Desember 2024.

#### 2.2. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah traktor, cangkul, meteran, tugal, ajir, papan perlakuan, mesin penyiang gulma, refraktometer, gelas ukur, pemeras batang, selang air, jangka sorong, mistar, kamera digital, papan pengalasan, drone Inspire 2 dengan kamera MicaSense multispektral, timbangan, alat pengukur kadar air biji (PM-400 Multi Grain Moisture Tester), serta alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu benih sorgum varietas numbu, pupuk kalium, pupuk trichokompos dan furadan.

#### 2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan rancangan petak terpisah (RPT) dalam rancangan acak kelompok (RAK), yaitu:

##### **Dosis Pupuk Trichokompos (T) :**

T0 = kontrol

T1 = 4 ton.ha<sup>-1</sup> (6 kg/petak)

T2 = 6 ton.ha<sup>-1</sup> (9 kg/petak)

T3 = 8 ton.ha<sup>-1</sup> (12 kg/petak)

T4 = 10 ton.ha<sup>-1</sup> (15 kg/petak)

##### **Dosis Pupuk Kalium (K):**

K0 = kontrol

K1 = 80 kg.ha<sup>-1</sup> (120 g/petak)

K2 = 100 kg.ha<sup>-1</sup> (150 g/petak)

K3 = 120 kg.ha<sup>-1</sup> (180 g/petak)

Kombinasi perlakuan diperoleh sebanyak 20 kombinasi dengan tiga kelompok, sehingga terdapat 60 Unit Percobaan. Adapun kombinasi perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

**T<sub>0</sub>K<sub>0</sub>   T<sub>1</sub>K<sub>0</sub>   T<sub>2</sub>K<sub>0</sub>   T<sub>3</sub>K<sub>0</sub>   T<sub>4</sub>K<sub>0</sub>**

**T<sub>0</sub>K<sub>1</sub>   T<sub>1</sub>K<sub>1</sub>   T<sub>2</sub>K<sub>1</sub>   T<sub>3</sub>K<sub>1</sub>   T<sub>4</sub>K<sub>1</sub>**

**T<sub>0</sub>K<sub>2</sub>   T<sub>1</sub>K<sub>2</sub>   T<sub>2</sub>K<sub>2</sub>   T<sub>3</sub>K<sub>2</sub>   T<sub>4</sub>K<sub>2</sub>**

**T<sub>0</sub>K<sub>3</sub>   T<sub>1</sub>K<sub>3</sub>   T<sub>2</sub>K<sub>3</sub>   T<sub>3</sub>K<sub>3</sub>   T<sub>4</sub>K<sub>3</sub>**

## **2.4. Pelaksanaan Penelitian**

### **2.4.1. Persiapan Lahan**

Sebelum dilakukan pengolahan tanah, terlebih dahulu lahan dibersihkan dari gulma dengan cara di babat dengan parang babat dan cangkul. Sisa – sisa tanaman, sampah dan batuan dibuang keluar areal pertanaman. Kemudian areal diukur dengan menggunakan meteran dan tali plastik sesuai dengan luas lahan yang dibutuhkan.

### **2.4.2. Pengolahan Tanah**

Pengolahan tanah dilakukan menggunakan *hand tractor*. Pengolahan tanah bertujuan untuk mengubah sifat fisik tanah agar lapisan yang semula keras menjadi datar dan melumpur. Pengolahan tanah dilakukan sebanyak dua kali, pengolahan pertama dilakukan dengan cara membajak. Proses pembajakan ini dilakukan dengan cara membalikkan lapisan olah tanah agar sisa – sisa tanaman seperti rumput dapat terbenam. Setelah tanah dibajak, maka dibiarkan beberapa hari, agar terjadi proses fermentasi untuk membusukkan sisa tanaman didalam tanah. Setelah selesai pengolahan pertama dilanjutkan dengan pengolahan kedua ini dilakukan proses pengemburan tanah. Proses selanjutnya permukaan tanah diratakan dengan bantuan alat berupa papan kayu yang ditarik dengan hand tractor, proses ini dimaksudkan agar lapisan olah tanah benar-benar siap untuk ditanami.

### **2.4.3. Pembuatan Plot**

Pembuatan plot penelitian dilakukan setelah dilakukan pengolahan tanah. Plot dibuat dengan ukuran 5 x 3 m dengan jumlah 60 plot, jarak tanam yang digunakan adalah 70 cm x 25 cm.

### **2.4.4. Penanaman**

Benih sorgum varietas Numbu direndam dalam air tawar selama 24 jam, kemudian ditiriskan. Penanaman dilakukan setelah rangkaian persiapan lahan selesai dilaksanakan. Setiap lubang tanam ditanami 2 benih, kemudian ditutup dengan tanah.

### **2.4.5. Pemeliharaan**

Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan gulma, penyulaman benih, penjarangan, pemupukan dan penyungkupan malai. Penyiraman dilakukan ketika tanah pada lahan sudah kering. Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 7 Hari Setelah Tanam (HST) dengan mengganti tanaman yang tidak tumbuh atau mati. Populasi tanaman sorgum adalah sekitar 80 tanaman per petak setelah penjarangan menjadi satu tanaman per lubang. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada disekitar tanaman dan juga dilakukan pembumbunan pada tanaman sorgum. Pembumbunan dilakukan bersamaan dengan penyiangan yang dilakukan setelah tanaman berumur 29 HST sebelum pemupukan kedua untuk mencegah rebahnya tanaman dan merangsang terbentuknya akar-akar baru pada pangkal batang. Penyungkupan malai akan dilakukan ketika pengisian malai dimulai untuk menghindari serangan hama burung.

**Tabel 1.** Dosis Pemupukan Tanaman Sorgum

Waktu Aplikasi	Jenis Pupuk	Dosis per Petak	Dosis per Hektar
Penanaman	Trichokompos	<b>T0</b> = 0 kg/petak	<b>T0</b> = kontrol
		<b>T1</b> = 6 kg/petak	<b>T1</b> = 4 ton.ha <sup>-1</sup>
		<b>T2</b> = 9 kg/petak	<b>T2</b> = 6 ton.ha <sup>-1</sup>
		<b>T3</b> = 12 kg/petak	<b>T3</b> = 8 ton.ha <sup>-1</sup>
		<b>T4</b> = 15 kg/petak	<b>T4</b> = 10 ton.ha <sup>-1</sup>
7 HST	ZK	<b>K0</b> = 0 g/petak	<b>K0</b> = kontrol
		<b>K1</b> = 60 g/petak	<b>K1</b> = 80 kg.ha <sup>-1</sup>
		<b>K2</b> = 75 g/petak	<b>K2</b> = 100 kg.ha <sup>-1</sup>
		<b>K3</b> = 90 g/petak	<b>K3</b> = 120 kg.ha <sup>-1</sup>
7 HST	NPK Phonska Plus	225 g/petak	150 kg.ha <sup>-1</sup>
15 HST	ZK	<b>K0</b> = 0 g/petak	<b>K0</b> = kontrol
		<b>K1</b> = 60 g/petak	<b>K1</b> = 80 kg.ha <sup>-1</sup>
		<b>K2</b> = 75 g/petak	<b>K2</b> = 100 kg.ha <sup>-1</sup>
		<b>K3</b> = 90 g/petak	<b>K3</b> = 120 kg.ha <sup>-1</sup>
15 HST	NPK Phonska Plus	225 g/petak	150 kg.ha <sup>-1</sup>
35 HST	Urea	150 g/petak	100 kg.ha <sup>-1</sup>
45 HST	Urea	150 g/petak	100 kg.ha <sup>-1</sup>

#### 2.4.6. Pemanenan

Pemanenan dilakukan saat 80% tanaman dari 1 plot sudah masak atau biji sudah kering yang ditandai biji keras dan bagian hilum sudah terlihat *black layer*. Pemanenan dilakukan sesuai umur panen sorgum tiap perlakuan, antara 104-107 HST.

### 2.5 Parameter Pengamatan

#### 2.5.1 Pengamatan Pertumbuhan

Adapun parameter Pengamatan kuantitatif yang diamati meliputi:

1. Tinggi Tanaman (cm)  
Tinggi batang diamati saat fase pertumbuhan generative 75 HST. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari permukaan tanah hingga ujung ruas terakhir (pangkal malai)
2. Jumlah Daun (helai)  
Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung seluruh daun yang telah terbentuk sempurna pada setiap tanaman
3. Diameter batang (mm)  
Diameter batang diamati saat fase pertumbuhan generative 75 HST. Diukur 10 batang tanaman sampel (bawah, tengah dan atas).
4. Jumlah Cabang (cabang)  
Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung seluruh cabang yang tumbuh dan berkembang pada batang utama setiap tanaman sampel
5. Umur berbunga 50% (HST)  
Dihitung dari tanggal tanam hingga 50% bunga tanaman sorgum telah mekar atau polen sudah keluar per petak percobaan.

6. Umur Panen (HST)  
Panen dilakukan ketika tanaman menunjukkan tanda-tanda kemasakan fisiologis, yang ditandai dengan perubahan warna malai dan biji.
7. Indeks Klorofil Daun  
Pengukuran dilakukan pada daun yang telah berkembang sempurna menggunakan alat pengukur klorofil (SPAD meter). Pengamatan dilakukan dengan mengambil nilai pada bagian tengah helaian daun, kemudian dirata-ratakan untuk setiap tanaman sampel.
8. Panjang Malai (cm)  
Diukur dari dasar malai sampai ujung malai. Diamati dari rata-rata 5 sampel tanaman pada saat setelah panen.
9. Bobot Malai Kering (g)  
Bobot malai kering ditimbang setelah dijemur kurang lebih 3 hari
10. Bobot biji (g)  
Bobot biji ditimbang dari bobot biji 5 tanaman setelah malai dikeringkan dan dirontokkan.
11. Bobot 1000 biji (g)  
Menimbang 1.000 biji sorgum pada kadar air 14% pada tanaman sampel (diamati setelah panen).
12. Bobot Batang  
Bobot batang diamati pada saat panen dengan menimbang bagian batang tanaman sampel setelah dipisahkan dari daun dan malai.
13. Kadar Air  
Kadar air diamati pada saat panen dengan menentukan persentase kandungan air pada sampel tanaman. Pengukuran dilakukan menggunakan alat pengukur kadar air (moisture meter).
14. Volume Nira (ml)  
Volume nira diukur berdasarkan hasil perasan batang sorgum yang telah dipanen.
15. Brix Nira (%)  
Mengambil dua sampai tiga tetes nira hasil perasan kemudian diukur dengan menggunakan alat refractormeter manual. Pengamatan brix dilakukan setelah panen.
16. Produktivitas ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
Produktivitas dihitung berdasarkan jumlah berat biji yang telah dirontokkan dalam satu petak kemudian dikonversi dalam satuan  $t \cdot ha^{-1}$

### 2.5.2. Pengamatan pertumbuhan tanaman dengan menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Pengamatan indeks vegetasi menggunakan drone. Drone dilakukan sebanyak 1 kali yaitu fase vegetatif transisi ke generatif. Pengamatan dilakukan pukul 10.00 WITA dengan asumsi bahwa insolasi atau penyinaran surya relatif stabil. Pengambilan citra drone dilakukan dengan menerbangkan drone pada ketinggian 30 m di atas permukaan tanah. Indikator yang digunakan untuk menilai indeks pertanian sorgum yaitu *Normalized Difference Vegetation*

Index (NDVI). NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (Near-Infrared Radiation). Nilai NDVI akan digunakan untuk analisis pertanaman produksi benih sorgum. Perhitungan NDVI dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$NDVI = \frac{IMD - M}{IMD + M}$$

Keterangan:

M = Merah (Reflaktansi panjang gelombang merah 600-700 nm)

IMD = Inframerah dekat (Reflaktansi panjang gelombang inframerah dekat 800-900 nm)

## 2.6. Analisis Data

### 2.6.1. Sidik Ragam

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan metode ANOVA (*analysis of variance*) sesuai Rancangan Petak Terpisah (RPT). Apabila berpengaruh nyata atau sangat nyata maka dilakukan uji lanjut uji Beda Nyata Terkecil (BNT), pada taraf kepercayaan 95% atau  $\alpha = 0.05$ .

**Tabel 2.** Sidik Ragam Rancangan Petak Terpisah

SK	DB	JK	KT	F Hitung
Ulangan	n-1	JKU	KTU	KTK/KTG <sub>r</sub>
R	r-1	JKR	KTR	KTR/ KTr <sub>a</sub>
Galat R	(r-1)(n-1)	JKG <sub>r</sub>	KTG <sub>r</sub>	
P	p-1	JKP	KTP	KTP/KTG <sub>p</sub>
R x P	(r-1)(p-1)	JKRP	KTRP	KTRP/ KTG <sub>p</sub>
Galat P		JKG <sub>p</sub>	KTG <sub>p</sub>	
Total	(abr-1)			

Keterangan: n: ulangan, r: petak utama (dosis pupuk trichokompos), p: anak petak (dosisi pupuk kalium)

### 2.6.2. Analisis Korelasi

Analisis korelasi dihitung menggunakan persamaan teknik korelasi pearson produk moment dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{\sqrt{\sum xy} - (\sum x \times \sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \times \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = Hubungan variabel x dengan variabel y

x = Nilai variabel x

y = Nilai variabel y

n = Banyaknya pasangan nilai variabel x dan nilai variabel y

