

**PENGEMBANGAN MODEL PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
VARIETAS SORGUM PADA BERBAGAI PEMUPUKAN NPK
DAN HUBUNGANNYA DENGAN NDVI**



NUR AMALIA. A

G011 21 1104



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**PENGEMBANGAN MODEL PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
VARIETAS SORGUM PADA BERBAGAI PEMUPUKAN NPK DAN
HUBUNGANNYA DENGAN NDVI**

NUR AMALIA. A

G011211104



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PENGEMBANGAN MODEL PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
VARIETAS SORGUM PADA BERBAGAI PEMUPUKAN NPK DAN
HUBUNGANNYA DENGAN NDVI**

NUR AMALIA. A

G011211104

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Agroteknologi

Pada

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MODEL PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
VARIETAS SORGUM PADA BERBAGAI PEMUPUKAN NPK DAN
HUBUNGANNYA DENGAN NDVI**

NUR AMALIA. A
G011 21 11104

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 13 November 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, MP.
NIP. 19670520 199202 1 001


Dr. Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, SP., MP.
NIP. 19740907 201212 2 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi Agroteknologi

Ketua Departemen Budidaya



Dr. Ir. Abd. Hans B., M. Si
NIP. 19670811 199403 1 003



Dr. Hari Iswoyo, S. P., M. A.
NIP. 19760508 200501 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul Pengembangan Model Pertumbuhan dan Produksi Varietas Sorgum Pada Berbagai Pemupukan NPK dan Hubungannya dengan NDVI adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, MP) sebagai Pembimbing Utama dan (Dr. Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, SP., MP.) sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 13 November 2024



NUR AMALIA. A
G011 21 1104

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini. Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, MP. sebagai pembimbing pertama dan Dr. Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, SP., MP. sebagai pembimbing kedua.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini tidak lepas dari kesulitan dan hambatan, namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terimakasih yang tulus kepada:

1. Keluarga besar penulis terkhusus kepada orang tua saya ayahanda **Alm. Peltu Ansar Yusuf dan ibunda Hj. Musarrafah S.Pd** sebagai orang tua tunggal yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, memberikan doa dan dukungan serta memberi nasehat selama proses penyelesaian skripsi. Teruntuk saudara-ku **Amrullah Ansar S.Pd dan Wahyuni S.E**, yang telah memberikan bantuan dan penguat sehingga membuat penulis lebih semangat menyelesaikan skripsi ini.

2. **Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, MP. dan Dr. Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, SP., MP.** selaku pembimbing yang telah membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dengan penuh kesabaran kepada penulis sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.

3. **Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc., Bapak Dr. Muhammad Fuad Anshori, SP. M.Si. dan Ibu Nuniek Widiyani, SP. M.P** selaku penguji yang memberikan banyak saran kepada penulis sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.

4. Pihak Balai Penelitian Tanaman Serealia (KP) Bajeng, **Pak Salam, Pak Ansar**, dan rekan kerja yang telah membantu saya dari awal penelitian hingga akhir.

5. Saudara **Muhammad Adil Maulana dan Gugun Hariawan** yang telah menjadi *partnert* penelitian, tempat mengeluh, menampung keluh kesah dan menemani perjalanan UNHAS-Bajeng selama kurang lebih 4 bulan bersama terik matahari bajeng yang tidak kalah panasnya.

6. Teman-teman **PLANT BREEDING 2021** yang telah kebersamai penulis dari awal hingga akhir penelitian, terkhusus juga kepada Saudari **Nisa dan Fitri** yang banyak membantu penulis selama penelitian. Tidak lupa, Teman Angkatan '**Mikoriza**' yang selalu memberi bantuan, kebersamai, dan memberi warna selama perkuliahan.

7. Penghuni grup "**KASIDATUL GOES TO SEMHAS**" (Nurhikmah, Hamida, Adilah, Nadifah, Nufeb, Azizah, dan Indah) yang selalu ada kebersamai penulis dari semester 1, tempat meluapkan segala hiruk pikuk perkuliahan-skripsi, tempat saling menguatkan dan menampung segala cerita. *Terima kasih karena tetap bertahan.*

8. Sahabat-ku **Mita** dan **Ola**, telah menjadi rumah bagi penulis, tempat pulang dari segala cerita perkuliahan, penyemangat dan manusia yang selalu mengapresiasi setiap hal kecil. Singkat, tapi 2 manusia ini bukti perjalanan saya dan tidak lupa saling menguatkan. **Fifah**, manusia *random* yang selalu menghibur dan tempat cerita, respon dan energi positifnya yang selalu menular. *Terima kasih, karena selalu ikut serta dalam perjalanan-ku.*

9. Tim **JALKOS**, SMP-sekarang yang selalu mengapresiasi, menguatkan, memberi semangat dan menjadi pendengar kabar baik buruknya perjalanan perkuliahan, para manusia yang menjadi tempat pulang di setiap libur semester.

10. **Kak nanas, kak salwa, kakak angkatan 20 lajung dan adek angkatan 22 lajung** yang selalu menemani dan membantu penulis menyusun skripsi selama di lab.

Penulis,

Nur Amalia. A

ABSTRAK

NUR AMALIA. A (G011211104). **Pengembangan Model Pertumbuhan dan Produksi Varietas Sorgum pada berbagai Pemupukan NPK dan Hubungannya dengan NDVI.** (Dibimbing oleh MUH FARID BDR dan IFAYANTI RIDWAN SALEH).

Latar belakang. Perbaikan teknik budidaya dengan pemupukan yang efektif menjadi salah satu solusi tepat dalam peningkatan hasil tanaman sorgum, terutama terhadap unsur utama nitrogen, fosfor dan kalium. Budidaya tanaman sorgum yang dipadukan dengan teknologi berbasis *smart farming* melalui pemanfaatan *drone* juga dapat meningkatkan hasil tanaman sorgum. **Tujuan.** Untuk mengetahui varietas sorgum dan pemupukan NPK terbaik pada pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum dengan berbasis *drone-based vegetation index*. **Metode.** Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Serealia Bajeng, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan sejak April hingga Juli 2024. Penelitian disusun dalam rancangan petak terpisah dengan petak utama berbagai dosis pemupukan NPK yang terdiri dari NPK 120:90:60 kg.ha⁻¹, NPK 160:120:80 kg.ha⁻¹, NPK 200:150:100 kg.ha⁻¹, NPK 240:180:120 kg.ha⁻¹ dan NPK 280:210:140 kg.ha⁻¹, serta anak petak beberapa varietas sorgum yang terdiri dari varietas Numbu, Bioguma 1, Super 1, Super 2 dan Super 6. **Hasil.** Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa interaksi antara dosis pemupukan NPK NPK 280:210:140 kg.ha⁻¹ dan varietas Super 2 (p5v4) memberikan produktivitas sorgum terbaik dengan nilai rata-rata 6.31 ton.ha⁻¹. **Kesimpulan.** Hampir keseluruhan karakter pengamatan berkorelasi signifikan positif terhadap karakter produktivitas terkecuali untuk karakter umur berbunga.

Kata kunci: *Drone*, NPK, sorgum, varietas.

ABSTRACT

NUR AMALIA. A (G011211104). **Development of Growth and Production Models for Sorghum Varieties in Various NPK Fertilizers and Their Relationship with NDVI** (Supervised by MUH FARID BDR and IFAYANTI RIDWAN SALEH).

Background. Improving cultivation techniques with effective fertilization is one of the right solutions for increasing sorghum yields, especially for the main elements nitrogen, phosphorus and potassium. Sorghum cultivation combined with smart farming-based technology through the use of drones can also increase sorghum crop yields. **Objective.** To find out the best sorghum varieties and NPK fertilizer for the growth and production of sorghum plants using a drone-based vegetation index. **Method.** The research was carried out at the Bajeng Cereal Plant Research Institute Experimental Garden, Bajeng District, Gowa Regency, South Sulawesi from April to July 2024. The research was arranged in a separate plot design with the main plot varying doses of NPK fertilizer consisting of NPK 120:90:60 kg.ha⁻¹, NPK 160:120:80 kg.ha⁻¹, NPK 200:150:100 kg.ha⁻¹, NPK 240:180:120 kg.ha⁻¹ and NPK 280:210:140 kg.ha⁻¹, as well as sub plots of several sorghum varieties consisting of the Numbu, Bioguma 1, Super 1, Super 2 and Super 6 varieties. **Results.** The results obtained showed that the interaction between the NPK fertilizer dose NPK 280:210:140 kg.ha⁻¹ and the Super 2 (p5v4) variety provided the best sorghum productivity with an average value of 6.31 ton.ha⁻¹. **Conclusion.** Almost all of the observed characters had a significant positive correlation with productivity characters, except for the age of flowering character.

Key words: Drone, NPK, sorghum, varieties.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Landasan Teori	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	5
1.4 Hipotesis	6
BAB II METODE PENELITIAN	7
2.1 Tempat dan Waktu	7
2.2 Alat dan Bahan	7
2.3 Metode Penelitian	7
2.4 Pelaksanaan Penelitian	8
2.5 Parameter Pengamatan	9
2.6 Pengamatan Indeks Vegetasi	10
2.7 Analisis Data	11
2.8 Analisis Korelasi	11
2.9 Sidik Lintas	12
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Hasil	13
3.2 Pembahasan	26
BAB IV KESIMPULAN	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Tabel 1. Tinggi tanaman (cm) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	13
2. Tabel 2. Panjang malai (cm) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	14
3. Tabel 3. Panjang daun (cm) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	14
4. Tabel 4. Lebar daun (cm) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas.	15
5. Tabel 5. Umur berbunga (HST) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	16
6. Tabel 6. Diameter batang (mm) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	16
7. Tabel 7. Volume nira (ml) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas.	17
8. Tabel 8. Bobot malai kering (g) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan vaerietas	18
9. Tabel 9. Bobot malai basah (g) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	18
10. Tabel 10. Bobot biji (g) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	19
11. Tabel 11. Kerapatan stomata daun (mm ²) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	20
12. Tabel 12. Brix (%) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	20
13. Tabel 13. NDVI fase vegetatif sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	21
14. Tabel 14. NDVI fase vegetatif transisi ke generatif sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	22
15. Tabel 15. NDVI fase generatif sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	22
16. Tabel 16. Rata-rata Produktivitas (ton ha-1) sorgum pada berbagai dosis pupuk dan varietas	23
17. Tabel 17. Matriks Korelasi Antar Parameter Pengamatan	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil Regresi Polinomial Karakter NDVI Fase Vegetatif	24
2. Hasil Regresi Polinomial Karakter NDVI Fase Vegetatif ke Generatif terhadap Karakter Produktivitas.....	25
3. Hasil Regresi Polinomial Karakter NDVI Fase Generatif terhadap Karakter Produktivitas.....	25
4. Hasil regresi polinomial karakter NDVI setiap perlakuan pupuk pada fase vegetatif terhadap karakter produktivitas pada setiap perlakuan pupuk.....	26
5. Hasil regresi polinomial karakter NDVI setiap perlakuan pupuk pada fase vegetatif transisi ke generatif terhadap karakter produktivitas pada setiap	

perlakuan pupuk.....	26
6. Hasil regresi polinomial karakter NDVI setiap perlakuan pupuk pada fase generatif terhadap karakter produktivitas pada setiap perlakuan pupuk.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Tabel	Halaman
1.a Rata-rata pengamatan tinggi tanaman (cm) sorgum.....		36
1.b Sidik ragam rata-rata tinggi tanaman.....		37
2.a Rata-rata panjang malai (cm) sorgum.....		38
2.b Sidik ragam rata-rata panjang malai.....		39
3.a Rata-rata panjang daun (cm) sorgum		40
3.b Sidik ragam rata-rata panjang daun.....		41
4.a Rata-rata lebar daun (cm) sorgum		42
4.b Sidik ragam rata-rata lebar daun.....		43
5.a Rata-rata umur berbunga sorgum (HST)		44
5.b Sidik ragam rata-rata umur berbunga sorgum.....		45
6.a Rata-rata diameter batang (mm) sorgum.....		46
6.b Sidik ragam rata-rata diameter batang.....		47
7.a Rata-rata volume nira (ml) sorgum		48
7.b Sidik ragam rata-rata volume nira.....		49
8.a Rata-rata bobot kering (g) sorgum.....		50
8.b Sidik ragam rata-rata bobot kering.....		51
9.a Rata-rata bobot basah (g) sorgum.....		52
9.b Sidik ragam rata-rata bobot.....		53
10.a Rata-rata bobot biji (g) sorgum		54
10.b Sidik ragam rata-rata bobot biji.....		55
11.a Rata-rata Kerapatan Stomata (mm ²) sorgum.....		56
11.b Sidik ragam rata-rata Kerapatan Stomata.....		57
12.a Rata-rata Brix (%) sorgum		58
12.b Sidik ragam rata-rata Brix.....		59
13.a Rata-rata Nilai NDVI pengamatan 1 sorgum.....		60
13.b Sidik ragam rata-rata Nilai NDVI pengamatan 1.....		61
14.a Rata-rata Nilai NDVI pengamatan 2 sorgum.....		62
14.b Sidik ragam rata-rata Nilai NDVI pengamatan 2.....		63
15.a Rata-rata Nilai NDVI pengamatan 3 sorgum.....		64
15.b Sidik ragam rata-rata Nilai NDVI pengamatan 3.....		65
16.a Rata-rata produktivitas (ton ha ⁻¹) sorgum.....		66
16.b Sidik ragam rata-rata produktivitas.....		67
17. Deskripsi Varietas Super 1.....		68
18. Deskripsi Varietas Super 2.....		69
19. Deskripsi Varietas Numbu.....		70
20. Deskripsi Varietas Super 6.....		71
21. Deskripsi Varietas Bioguma.....		72

Nomor Urut	Gambar	Halaman
1. Denah pengacakan.....		68
2. Penampilan fisik malai sorgum		69
3. Pengamatan NDVI		79

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan salah satu tanaman serealia utama sebagai bahan pangan dunia setelah gandum, beras, jagung, dan barley (Pestarini et al., 2017). Sorgum dibudidayakan di banyak negara dan sekitar 80% areal pertanaman berada di Afrika dan Asia. Selama ini, tanaman sorgum dikenal sebagai tanaman multiguna yang memiliki kandungan nutrisi tinggi sehingga dapat menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah pangan yang terjadi di Indonesia. Berdasarkan struktur morfologinya sorgum terdiri atas bagian biji, batang dan daun yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia, ternak unggas, dan ternak ruminansia (Sinta et al., 2022). Keunggulan lainnya dari tanaman sorgum adalah memiliki daya adaptasi yang tinggi, yaitu dapat tumbuh di hampir semua jenis lahan, tahan kekeringan, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama dan penyakit (Wulandari et al., 2020).

Tanaman serealia khususnya sorgum mempunyai daya adaptasi panjang yaitu lebih tahan terhadap kekeringan bila dibandingkan dengan tanaman serealia lainnya serta dapat tumbuh hampir di setiap jenis tanah (Ginting et al., 2021). Di Indonesia, tanaman sorgum cocok ditanam di daerah dataran rendah sampai daerah yang berketinggian 800 mdpl dengan curah hujan antara 375-425 mm, suhu optimal pertumbuhan pada sorgum antara 23°C - 30°C dan kelembaban relatif 20 - 40%. Tanaman sorgum juga masih dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang tergenang atau pada tanah yang berpasir (Aryani et al., 2022).

Pertumbuhan dan hasil produksi tanaman sorgum erat hubungannya dengan beberapa faktor seperti lingkungan, praktik pengelolaan budidaya, genotipe (Khaki et al., 2020). Hasil produksi sorgum merupakan ukuran penting bagi petani untuk mengevaluasi pengelolaan lahan. Berdasarkan data FAO, produktivitas biji kering sorgum dunia sebesar 1.41 ton ha⁻¹. Produktivitas tertinggi di benua Amerika yaitu sebesar 3.71 ton ha⁻¹ dan terendah di Afrika yaitu sebesar 1.00 ton ha⁻¹. Produktivitas di Asia sebesar 1.11 ton ha⁻¹. Produktivitas ini tergolong rendah dibandingkan potensi produksi berdasarkan deskripsi varietas (Kurniasari & Sulistyono, 2023). Faktor-faktor yang dapat berkontribusi terhadap turunnya produksi sorgum termasuk kelangkaan pupuk dan aplikasi pemupukan yang tidak tepat. Oleh karena itu, penting untuk memperbaiki strategi pemupukan guna meningkatkan produktivitas sorgum. Pemupukan yang efektif, termasuk penggunaan pupuk nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), menjadi kunci dalam meningkatkan hasil tanaman sorgum (Schlegel & Havlin, 2021).

Pupuk N, P, K termasuk pupuk makro dan sangat dibutuhkan pada masa pertumbuhan serta sangat berpengaruh terhadap produktivitas sorgum. Nitrogen, fosfor, dan kalium merupakan unsur hara esensial untuk pertumbuhan tanaman dimana nitrogen berperan dalam memacu aktivitas klorofil daun dan fotosintesis,

fosfor berperan dalam pembentukan bunga dan pengisian biji, serta kalium berperan dalam transfer energi dan memperkuat batang (Mansyur et al., 2021). Beberapa penelitian juga menemukan bahwa penerapan unsur hara makro yang dikombinasikan dengan unsur hara mikro meningkatkan hasil sorgum dan meningkatkan serapan N, P, dan K. Desta et al. (2022) melaporkan bahwa pemberian pupuk N dan P menghasilkan peningkatan hasil sorgum sebesar 98%.

Seiring berkembangnya teknologi, budidaya tanaman sorgum telah mengalami perkembangan. Hal ini dapat dilihat oleh munculnya proses pemaduan teknologi berbasis *smart farming* dengan memanfaatkan *drone* sebagai upaya untuk menduga produktivitas tanaman. *Smart farming* dikenal sebagai metode pertanian cerdas yang berbasis teknologi melalui penyediaan data yang dapat diukur dan terintegrasi dalam mengelola proses pertanian sehingga produksi tanaman dapat dioptimalkan. Dengan kata lain dapat disebut bahwa *smart farming* adalah konsep merubah pertanian konvensional menjadi pertanian modern (Muharram, 2023).

Salah satu metode dalam evaluasi pertanaman sorgum yaitu menggunakan *drone* atau bisa disebut *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) berbasis citra. Drone hadir dalam menjawab tantangan dan permasalahan dibidang pertanian, beberapa peneliti telah menjelaskan alat dan metode penginderaan jauh yang lebih cepat dan akurat (Wan et al., 2018; Zhang et al., 2018) untuk menduga kandungan nitrogen (N) hasil analisis indeks vegetasi dari citra foto udara yang menggunakan kamera multispektral (Guan et al., 2019). Adapun indeks vegetasi berdasarkan citra foto udara lebih banyak digunakan untuk menganalisis tanaman seperti estimasi luas daun, analisis tajuk, nutrisi tanaman (status nitrogen), estimasi biomassa, hasil panen, dan lain sebagainya (Walsh et al., 2018).

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) telah digunakan dalam berbagai penelitian pertanian untuk memantau kesehatan tanaman, mengukur biomassa, dan mengevaluasi efektivitas berbagai perlakuan pertanian seperti pemupukan dan irigasi. Pada tanaman seperti jagung (Basso et al., 2019), padi (Xie et al., 2018), dan gandum (Zhang et al., 2020), NDVI terbukti efektif dalam mendeteksi perubahan pertumbuhan tanaman di bawah berbagai kondisi lingkungan dan praktik agronomi. Teknologi ini biasanya diterapkan dengan citra satelit atau drone, memberikan gambaran yang lebih tepat mengenai kondisi vegetasi dalam skala luas. Namun, meskipun penggunaan NDVI telah memberikan hasil yang signifikan dalam memantau pertumbuhan tanaman, beberapa penelitian masih menunjukkan keterbatasan dalam hal presisi pemetaan kondisi nutrisi spesifik tanaman, terutama terkait pengaruh perlakuan pemupukan yang beragam. Sebagai contoh, studi pada tanaman jagung oleh Basso et al. (2019) menunjukkan bahwa meskipun NDVI mampu mengidentifikasi perubahan kesehatan tanaman secara umum, sensitivitasnya terhadap perubahan nutrisi tertentu seperti nitrogen masih perlu dievaluasi lebih lanjut.

Penelitian ini dilakukan karena teknologi drone memberikan kemampuan pemantauan yang lebih rinci dan terfokus dalam mengamati perubahan pada tanaman, yang tidak selalu tercapai dengan citra satelit yang lebih luas dan kurang presisi pada level plot. Menurut penelitian oleh Xie et al. (2018), teknologi drone

memungkinkan pengambilan gambar dengan resolusi spasial tinggi, yang sangat penting dalam konteks evaluasi variasi perlakuan pemupukan secara presisi. Selain itu, drone dapat melakukan pemantauan secara lebih sering, memungkinkan deteksi dini terhadap perubahan vegetasi

Pengamatan indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dimulai dengan proses perekaman foto udara menggunakan *drone* multispektral. Nilai dari NDVI merupakan suatu pengukuran terhadap tingkat konsentrasi klorofil daun dan juga dapat dikorelasikan sebagai tingkat kesehatan, kepadatan suatu vegetasi, serta menjadi alat untuk mengukur dan mengamati terjadinya perubahan kondisi tutupan vegetasi (Mappiasse et al., 2022). Berdasarkan hasil analisisnya, perbedaan warna daun mengindikasikan bahwa terjadinya perbedaan nilai indeks vegetasi. Dimana semakin hijau daun tanaman, maka klorofil yang dikandung sangat tinggi. Oleh karena itu, NDVI dapat dinyatakan sebagai parameter yang berhubungan langsung dengan kapasitas fotosintesis tanaman yang erat kaitannya dengan klorofil. Adapun klorofil tanaman merupakan sebuah pigmen hijau pada daun yang terbentuk dari nitrogen dan berperan dalam fotosintesis (Mukhlisin dan Soemarno, 2020).

UAV *drone* yang digunakan dilengkapi dengan kamera multispektral, sehingga tangkapan citra menjadi lebih detail. UAV dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk pemetaan, penyemprotan pestisida, mendeteksi kesehatan tanaman, kesuburan tanah, menghitung parameter indeks vegetasi, tinggi tanaman, hasil panen, indeks luas daun, sifat tanah permukaan, stres air, model tinggi tajuk, kandungan klorofil daun, kadar N, dan lain-lain (Hanafiyanto, 2021). Secara efektif. keunggulan ini dapat diaplikasikan dalam penentuan pemupukan N, P, K pada sorgum. Namun, konsep ini perlu didukung dengan *data base* dan algoritma indeks vegetasi yang akurat dan presisi atau dikenal dengan *Drone-Based Vegetation Index* (Herrmann et al., 2020).

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengembangan model pertumbuhan dan produksi varietas sorgum pada berbagai pemupukan NPK dan hubungannya dengan NDVI.

1.2 Landasan Teori

Sorgum dikenal sebagai tanaman pangan yang berpotensi untuk dikembangkan dalam sistem pertanian lahan kering dan untuk mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Selama ini, sorgum telah dimanfaatkan sebagai sumber makanan yang memiliki kemampuan adaptasi secara luas, membutuhkan proses perawatan lebih sedikit daripada tanaman pangan lainnya. Sorgum juga banyak dipahami sebagai tanaman semusim yang toleran kekeringan dan tidak banyak memerlukan air selama pertumbuhannya. Di Indonesia, sorgum mudah dibudidayakan pada semua agroekologi lahan pertanian. Berdasarkan karakteristiknya, tanaman sorgum sangat cocok untuk pertanian lahan kering sehingga memiliki peluang untuk dibudidayakan di daerah yang memiliki masalah kelangkaan air untuk meningkatkan produktivitas lahan (Murdaningsih & Uran, 2021).

Varietas sorgum sangat beragam, baik dari segi daya hasil, umur panen, warna biji maupun rasa dan kualitas bijinya. Varietas sorgum yang akan ditanam perlu disesuaikan dengan tujuan penggunaan. Perbedaan genetik pada berbagai varietas sorgum dapat diartikan sebagai perbedaan penyusun komposisi genetik benih sehingga sifat genetik antar genotipe akan berbeda (Rahman et al., 2022).

Varietas sorgum Bioguma, Numbu, Super 1, Super 2, dan Super 6 adalah beberapa varietas unggul yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman sorgum. Varietas Bioguma memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sorgum umum, seperti batang yang lebih besar, tingkat kemanisan (kandungan brix) yang lebih tinggi, serta volume nira dan produksi biji yang lebih tinggi. Bioguma juga tahan terhadap penyakit karat daun dan busuk batang (Rohmatika et al., 2023). Varietas Numbu memiliki umur berbunga yang relatif panjang, sekitar 62 HST, serta memiliki daun yang terpanjang di antara varietas lain, mencapai 78,87 cm. Varietas Super 1 dan Super 2 memiliki umur berbunga yang relatif panjang pula, sekitar 63 HST dan 65,33 HST, serta memiliki potensi hasil yang tinggi (Rahman et al., 2022). Varietas Super 6, Super 1, dan Super 2 juga diketahui memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi, mencapai 15,5% (Rohmatika et al., 2023).

Salah satu yang penting dalam budidaya adalah pemupukan. Pemupukan merupakan upaya yang dilakukan untuk mengatasi kekurangan hara, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang merupakan unsur-unsur hara makro yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Ketersediaan N, P, dan K di dalam tanah adalah faktor yang paling membatasi untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil maksimum dari tanaman yang dibudidayakan (Suminar & Purnamawati, 2017). Pemanfaatan NPK memberikan beberapa keuntungan diantaranya kandungan haranya lebih lengkap, pengaplikasiannya lebih efisien dari segi tenaga kerja, sifatnya tidak terlalu higroskopis sehingga tahan disimpan dan tidak cepat menggumpal. Kandungan unsur hara makro yang terdapat pada pupuk NPK yaitu 16 % unsur Nitrogen (N), 16 % unsur Fosfor (P) dan 16 % unsur Kalium (K) 16% (Klau et al., 2023).

NPK merupakan pupuk campuran yang diketahui mengandung lebih dari satu macam unsur hara tanaman (makro maupun mikro) terutama N, P, dan K. NPK memiliki kelebihan yaitu dengan satu kali pemberian pupuk dapat mencakup beberapa unsur sehingga lebih efisien dalam penggunaannya jika dibandingkan dengan pupuk tunggal. Adapun fungsi N bagi tanaman yaitu sebagai komponen penyusun asam amino seperti protein, enzim, vitamin B kompleks, hormon dan klorofil. Fungsi P yaitu sebagai transfer energi, pembentukan membran sel, metabolisme karbohidrat dan protein dan K berfungsi sebagai aktivator enzim, memacu translokasi karbohidrat dari daun ke organ tanaman lain, komponen penting dalam mekanisme pengaturan osmotik dalam sel (Kriswantoro et al., 2016).

Teknologi terbaru yang sudah dikembangkan pada era industri 4.0 yang dapat digunakan pada bidang pertanian untuk pemetaan dan pengambilan video dari atas permukaan yaitu dengan menggunakan UAV atau *drone*. UAV dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk pemetaan, penyemprotan pestisida, mendeteksi

kesehatan tanaman, kesuburan tanah, menghitung parameter indeks vegetasi, tinggi tanaman, hasil panen, indeks luas daun, sifat tanah permukaan, stres air, model tinggi tajuk, kandungan klorofil daun, kadar N, dan lain-lain (Farid dan Wahono, 2021).

Revolusi industri 4.0 diketahui memiliki dampak penting pada sektor pertanian. Penggunaan teknologi pemanduan pesawat tanpa awak atau dikenal UAV disarankan dalam agenda pemetaan. UAV dilengkapi dengan kamera yang mampu memberi gambaran petakan tanaman secara menyeluruh dan *real time*. GIS dan teknologi penginderaan jarak jauh (*Remote Sensing* atau RS) dijadikan pilihan sebagai elemen bantuan untuk analisis spasial lahan yang luas. Proses pengambilan data menggunakan UAV dan kamera multispektral mampu menghasilkan data yang beresolusi tinggi (Farid dan Wahono, 2021).

Kerapatan vegetasi pada suatu lahan pertanian dapat diketahui dengan melalui pemanfaatan penginderaan jauh seperti melihat nilai indeks vegetasinya. Indeks vegetasi atau yang dikenal sebagai suatu alogaritma yang ditetapkan terhadap citra yang biasanya pada citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi dan menghasilkan citra baru yang lebih jelas dalam menyajikan fenomena vegetasi. Algoritma NDVI memanfaatkan fenomena fisik pada pantulan gelombang cahaya yang berasal dari dedaunan. Nilai kehijauan vegetasi suatu daerah yang diamati berkisar antara -1 sampai 1 yang diperoleh dengan membandingkan reflektansi vegetasi yang diterima oleh sensor pada panjang gelombang merah (RED) dan dekat infra-merah (NIR) (Mukhlisin & Soemarno, 2020).

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Memperoleh interaksi antara dosis NPK dan varietas yang memberi pertumbuhan dan produksi sorgum terbaik dan hubungannya dengan NDVI.
2. Memperoleh dosis NPK yang memberikan produksi sorgum terbaik dan hubungannya dengan NDVI
3. Memperoleh varietas yang memberikan produksi sorgum terbaik dan hubungannya dengan NDVI
4. Memperoleh karakter-karakter yang berkorelasi terhadap karakter produksi.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai bahan rujukan untuk pengembangan sorgum dan hubungannya dengan NDVI

1.4 Hipotesis

1. Terdapat satu atau lebih interaksi antara dosis NPK dan varietas sorgum yang memberikan pertumbuhan dan produksi sorgum terbaik.
2. Terdapat satu atau lebih dosis NPK yang memberikan pertumbuhan dan produksi sorgum terbaik.
3. Terdapat satu atau lebih varietas yang memberikan pertumbuhan dan produksi sorgum terbaik.
4. Terdapat satu atau lebih karakter yang berkorelasi terhadap karakter produksi.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Serealia (KP) Bajeng, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan pada ketinggian 27,2 m dpl, dengan titik koordinat 5° 18' 21.5"LS, 119° 28' 38.6"BT. Penelitian dilaksanakan pada April sampai Juli 2024.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah traktor, cangkul, meteran, tugal, ajir, papan perlakuan, mesin penyanggul, refractometer, gelas ukur, pemeras batang, selang air, jangka sorong, mistar, kamera digital, papan pengalasan, *drone* inspire 2 Kamera micasense multispectral, timbangan, alat pengukur kadar air biji (PM-400 Multi Grain Moisture Tester), dan alat tulis menulis.

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pupuk NPK, 5 varietas sorgum (numbu, bioguma, super 1, super 2, super 6), pupuk NPK (phonska), urea, SP36, furadan.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan petak terpisah dalam kelompok dengan Petak Utama (PU) adalah persentase dari dosis N,P,K (P) standar (N:P:K = 200:150:100), yaitu 60%, 80%, 100%, 120% dan 140%. Dimana petak utama adalah dosis pupuk NPK (N) yang terdiri atas 5 taraf, yaitu:

$$p1 (60\%) = N:P:K = 120:90 : 60 \text{ kg .ha}^{-1}$$

$$p2 (80\%) = N:P:K = 160:120 : 80 \text{ kg .ha}^{-1}$$

$$p3 (100\%) = N:P:K = 200:150:100 \text{ kg .ha}^{-1}$$

$$p4 (120\%) = N:P:K = 240:180:120 \text{ kg .ha}^{-1}$$

$$p5 (140\%) = N:P:K = 280:210:140 \text{ kg .ha}^{-1}$$

Anak petak (AP) adalah varietas (V) yang terdiri atas 5 taraf, yaitu:

v1 = Varietas Numbu

v2 = Varietas Bioguma 1

v3 = Varietas Super 1

v4 = Varietas Super 2

v5 = Varietas Super 6

Dari seluruh perlakuan dihasilkan total 25 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan sehingga terdapat 75 petak.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pengolahan lahan

Lahan dibersihkan dari sisa-sisa tanaman sebelumnya, kemudian tanah diolah menggunakan traktor. Setelah lahan diolah selanjutnya dibuat plot sebanyak 75 petak dengan ukuran 4 x 2,5 meter pada setiap ulangan dan jarak antar plot yaitu 1 meter.

2.4.2 Penanaman

Penanaman diawali dengan pembuatan lubang tanam menggunakan tugal. Jarak tanam yang digunakan adalah 80 cm × 20 cm. Benih yang ditanam sebanyak 3-4 benih per lubang.

2.4.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan gulma, penyulaman benih, penjarangan tanaman, penyemprotan herbisida, 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. 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. Tanaman sorgum dilakukan penjarangan pada umur 2 minggu setelah tanam dengan menyisahkan satu tanaman dalam satu lubang tanam. Penyemprotan herbisida jenis *Gramoxone* menggunakan *sprayer* pada 62 HST. Penyungkupan malai akan dilakukan ketika pengisian malai dimulai untuk menghindari serangan hama burung.

2.4.4 Aplikasi Perlakuan

Pengaplikasian pupuk disesuaikan dengan taraf perlakuan. Pemupukan dilakukan 2 kali dengan mengaplikasikan setengah dosis pemupukan pada setiap waktu pemupukan dengan cara ditabur pada lubang tanam. Pemupukan pertama pada saat tanaman berumur 15 HST dan pemupukan kedua dilakukan setelah tanaman berumur 35 HST.

2.4.5 Pemanenan

Pemanenan yang dilakukan disesuaikan dengan umur panen. Umur panen sorgum adalah 120 hari. 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 dengan menggunakan sabit dan dipotong pada daun terakhir.

2.5 Parameter Pengamatan

Variabel yang diamati dan diukur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Tanaman (cm)
Tinggi batang diamati saat fase pertumbuhan generatif 75 HST. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari permukaan tanah hingga ujung ruas terakhir (pangkal malai).
2. Panjang malai (cm)
Diukur dari dasar malai sampai ujung malai. Diamati dari rata-rata 5 sampel tanaman pada saat setelah panen.
3. Panjang Daun (cm)
Panjang daun diukur diamati saat fase pertumbuhan generatif 75 HST. Diukur dari pangkal hingga ujung daun dan diambil 5 daun tanaman sampel. Daun ke tiga dari ujung yang diamati.
4. Lebar daun (cm)
Lebar daun diamati saat fase pertumbuhan generatif 75 HST diukur dari diameter pangkal, tengah dan ujung daun. Diukur 5 daun tanaman sampel. Daun ke tiga dari ujung yang diamati.
5. Umur berbunga 50% (HST)
Umur berbunga dihitung dari tanggal tanam hingga 50% bunga tanaman sorgum telah mekar atau polen sudah keluar per petak percobaan.
6. Diameter batang (mm)
Diameter batang diamati saat fase pertumbuhan generatif 75 HST. Diukur 10 batang tanaman sampel (bawah, tengah, dan atas).
7. Volume nira (ml)
Volume nira diukur berdasarkan hasil perasan batang sorgum yang telah dipanen.
8. Bobot malai basah (g)
Bobot malai basah ditimbang sesaat 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. Kerapatan Stomata daun (mm^2)
Pengambilan sampel stomata dilakukan dengan menggunakan kuteks bening dan plester bening pada bagian bawah daun.
Kerapatan Stomata (stomata per mm^2), dihitung dengan menggunakan

rumus:

$$\text{Kerapatan Stomata} = \frac{\text{Jumlah Stomata}}{\text{Luas Bidang Pandang}}$$

Pengukuran kerapatan stomata dilakukan dengan menggunakan perbesaran 40 kali dengan luas bidang pandang 0,19625 mm².

12. Brix nira (%)
Mengambil dua sampai tiga tetes nira hasil perasan kemudian diukur dengan menggunakan alat refractometer manual. Pengamatan brix dilakukan setelah panen.
13. Analisis tanah
Dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
14. Produktivitas (t ha⁻¹)
Produktivitas dihitung berdasarkan jumlah berat biji dalam satu petak kemudian dikonversi.

2.6 Pengamatan Indeks Vegetasi

Pengamatan indeks vegetasi menggunakan *drone*. *Drone* dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pertama, pada fase vegetatif, vegetatif transisi ke generatif, dan fase generatif. Indikator yang digunakan untuk menilai indeks pertanaman 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 :

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

Keterangan:

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

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

2.7 Analisis Data

Data dikumpulkan kemudian ditabulasi dalam bentuk tabel. Data yang sudah ditabulasi kemudian diolah dalam bentuk sidik ragam (Anova). Data yang menunjukkan hasil yang nyata atau sangat nyata akan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Analisis data ragam dan regresi menggunakan software STAR 2.0.1 dan Minitab versi 17. Data *drone* dianalisis menggunakan software *agisoft metashape professional* dan QGIS untuk memperoleh data indeks vegetasi.

2.8 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
$\sum x$	= Jumlah nilai variabel x
$\sum y$	= Jumlah nilai variabel y
$\sum xy$	= Jumlah dari hasil kali nilai variabel x dan nilai variabel y
$\sum x^2$	= Jumlah dari nilai kuadrat variabel x
$\sum y^2$	= Jumlah dari nilai kuadrat variabel y

Nilai r merupakan kekuatan linier. Nilai korelasi berada pada interval $-1 \leq r \leq 1$. Tanda + dan - menunjukkan arah hubungan. Rentang nilai korelasi adalah nilai korelasi $r < 0,29$ (baik + atau -) berarti berkorelasi tidak nyata, nilai korelasi $0,29 \leq r \leq 0,38$ (baik + atau -) berarti berkorelasi nyata, dan nilai korelasi $r > 0,38$ (baik + atau -) berarti berkorelasi sangat nyata.

2.9 Analisis Regresi

Analisis regresi dihitung menggunakan model regresi linier sederhana, yang secara matematis dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen

X = Variabel independent

β_0 = Konstanta atau intercept (nilai Y saat X = 0)

β_1 = Koefisien regresi yang menunjukkan seberapa besar perubahan Y untuk setiap unit perubahan X

ϵ = Residual atau *error term*