

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di garis katulistiwa, memiliki iklim tropis yang membuat petani dapat melakukan penanaman sepanjang tahun. Dalam beberapa tahun terakhir isu mengenai krisis iklim menjadi fenomena yang perlu diperhatikan, krisis iklim dapat menyebabkan banyak masalah. Masalah terbesar yang dapat terjadi adalah gagalnya sektor pertanian memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Ketersediaan air di bumi yang dapat digunakan kurang dari 1% dari angkat tersebut penggunaan air dalam sektor pertanian adalah yang tertinggi yakni mencapai 70%, kemudian 22% untuk kebutuhan industri (Waldhi, 2018). Dari data yang telah dipaparkan, dapat kita ketahui bahwa pertanian merupakan hal yang penting dalam penyediaan pangan. Ketersediaan air dan sebaran penggunaan air yang tidak merata dalam hal ini lebih banyak di gunakan dalam bidang pertanian mengakibatkan ketimpangan dan pemborosan sumber daya air. Adanya penggunaan air yang yang tidak merata akan mengakibatkan hasil pertanian yang tidak maksimal pada lahan yang ketersediaan airnya tidak mencukupi (Faishal, 2010). Diperlukan solusi untuk mengatur penggunaan sumber daya air, agar penggunaan air dalam pertanian dapat efisien tetapi tetap menghasilkan panen yang optimal kemudian air yang lebih bisa didistribusikan ke sector domestic atau untuk konsumsi.

Tanaman padi (*Oryza Sativa L*) merupakan tanaman yang sangat fundamental di Indonesia. Kebanyakan orang Indonesia nanti di katakan makan ketika sudah makan nasi. Oleh karena itu pemenuhan padi atau beras sangat di tuntut untuk memenuhi kestabilan ekonomi atau politik suatu Bangsa. Padi merupakan salah satu komoditas yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia dan secara umum di konsumsi oleh sekitar 90 % penduduk sebagai makanan pokok (Donggulo *et al.*2017). Produksi beras di Indonesia dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2024 cenderung mengalami fluktuasi naik turun, berdasarkan data badan pusat statistic (BPS) republik Indonesia pada tahun 2024. Adapun Produksi beras pada tahun 2022 adalah 31.54 juta ton, tahun 2023 adalah 30,90 juta ton dan pada tahun 2024 adalah 30,62 juta ton. Hal ini disebabkan salah satunya oleh bencana kekeringan yang melanda Indonesia pada tahun tersebut. Sudah banyak upaya yang dilakukan agar dapat memproduksi lebih banyak beras dengan sedikit air untuk ketahanan pangan dan menjaga kesehatan lingkungan di Indonesia. International Rice Research Institute (IRRI), menggunakan genetika, pemuliaan dan pengelolaan sumber daya terpadu untuk meningkatkan hasil padi dan mengurangi kebutuhan air untuk produksi beras. Irigasi hemat air, seperti budidaya tanah jenuh dan pembasahan dan pengeringan bergantian, dapat secara drastis mengurangi aliran air yang tidak produktif dan meningkatkan produktivitas air. Namun, teknologi ini sebagian besar menyebabkan penurunan hasil pada varietas padi sawah saat ini (Smith,2020).

Pendekatan baru lainnya sedang diteliti untuk meningkatkan manajemen air tanpa mengorbankan hasil. Ini termasuk penggabungan jalur fotosintesis ke dalam beras untuk meningkatkan hasil padi per unit air yang ditranspirasikan, penggunaan bioteknologi molekuler untuk meningkatkan toleransi cekaman kekeringan dan pengembangan padi aerobik, untuk mencapai hasil yang tinggi dan berkelanjutan di tanah yang tidak tergenang. Melalui adopsi teknologi irigasi hemat air, lahan sawah akan berubah dari kondisi anaerobik terus-menerus menjadi sebagian atau bahkan aerobik seluruhnya (Brown, 2022). Namun kendala yang dihadapi dari penjelasan Suprihatin dan Amirullah, (2018) bahwa tanah dalam keadaan kering, gulma sering kali merupakan kendala produksi dan bersaing dengan tanaman padi dalam mendapatkan sinar matahari, air, CO₂, O₂ dan unsur hara.

Terkait tanah sawah yang tergenang maupun kering, juga terdapat persoalan mengenai nitrogen. Di dalam tanah, unsur N bersifat mobile dan mudah untuk tercuci sehingga ketersediaan N di dalam tanah menjadi rendah. Selain secara alami nitrogen juga dapat disuplai dari pembuatan pupuk sintetis. Urea merupakan pupuk N yang paling banyak digunakan untuk menyediakan hara N bagi tanaman, termasuk pada area sawah yang tergenang. Pupuk urea merupakan pupuk yang larut air, sehingga di dalam tanah akan segera larut dengan larutan tanah (Hartono *et al*, 2021). Sebaliknya, pada kondisi kering nitrogen

hilang dari tanah dan partikel liat melalui proses penguapan (volatilisasi) (Wigena dan Andriat, 2016). Berdasarkan uraian kondisi sektor pertanian tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan sebagai alternatif metode lain dalam menduga kadar nitrogen pada tanaman seperti penerapan teknologi yang memiliki potensi besar untuk menilai tingkat presisi tinggi dengan biaya rendah. Metode ini terbilang produktif, efektif dalam akuisisi atau pengambilan data serta efisien dari segi waktu maupun biaya operasional. Termasuk penerapan teknologi untuk mendapatkan informasi dari gambar yang mudah dan lebih akurat seperti kondisi fisik tanaman (Widyantoro, 2015).

Perkembangan teknologi *smart farming* untuk berbagai aplikasi merupakan salah satu metode yang layak digunakan. Pengembangan teknologi untuk budidaya tanaman padi berbasis *internet of thinking* (IoT) merupakan upaya untuk meningkatkan produktivitas padi. Salah satu pemanfaatan IoT adalah penggunaan *unmanned aerial vehicle* (UAV) atau sering disebut sebagai drone. Drone yang dilengkapi dengan kamera multispectral sangat disarankan untuk digunakan sebagai alat monitoring dan prediksi yang akan memberikan data berupa informasi terkait status pertanaman melalui citra gambar. Hal ini dapat mempermudah dalam proses evaluasi dalam skala yang lebih luas. Informasi yang dapat diperoleh dari penggunaan UAV untuk pertanian adalah *normalized difference vegetation index* (NDVI) untuk mengetahui kondisi kesehatan tanaman, penyerapan hara tanaman, kerapatan tanaman dan monitoring kebutuhan tanaman. Sementara itu *normalized difference water index* (NDWI) untuk mengetahui ketersediaan air pada pertanaman padi dan air yang terdapat didalam tanah.

Normalized difference water index (NDWI) merupakan indeks kekeringan yang populer untuk kelembaban, NDWI sudah banyak digunakan untuk identifikasi kelembaban dan kekeringan. Indeks ini dapat dimanfaatkan sebagai indikator ketersediaan air dalam tanah untuk pertanian untuk mengoptimalkan hasil panen. Ketersediaan air yang rendah dalam tanah dapat mengakibatkan dehidrasi akar (*root dehydration*), yang menyebabkan stress yang meningkatkan penguapan air melalui pernapasan tanaman dan mengurangi kadar klorofil yang berdampak langsung pada pertumbuhan dan produksi tanaman (Beninato, 2024). *Normalized difference vegetation index* (NDVI) merupakan indeks untuk mengetahui kerapatan tanaman, kesehatan tanaman dan kandungan hara yang ditunjukkan tanaman melalui citra. NDVI dapat dimanfaatkan untuk analisis kecukupan hara N yang diserap oleh tanaman, beberapa penelitian telah melaporkan metode dan alat penginderaan jauh untuk memperkirakan kandungan hara N pada tanaman. Wan (2018) memperkirakan kandungan hara N hasil analisis indeks vegetasi dari citra foto udara menggunakan kamera multispectral. Selain itu Guan (2019) melaporkan bahwa indeks vegetasi berdasarkan citra foto udara telah banyak digunakan untuk analisis tanaman seperti estimasi luas daun, analisis tajuk, nutrisi tanaman dalam hal ini status kandungan nitrogen, estimasi biomassa dan hasil panen.

Salah satu kelebihan dari teknologi dengan pemanfaatan penginderaan jauh atau remote sensing adalah dapat melihat obyek pada areal yang luas. Selain hal tersebut, teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi yang memiliki kemampuan menghasilkan data dengan resolusi. Oleh karena itu di lakukan penelitian ini dengan Analisis Kecukupan Nitrogen dan air tanah terhadap pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Padi berbasis *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), Studi Kasus di Kabupaten Wajo

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut ;

- 1.2.1. Apakah pemberian pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda dan manajemen air yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi dan bagaimana analisis UAV dapat digunakan untuk memantau kebutuhan nitrogen serta mendeteksi dan menganalisa kondisi kesehatan tanaman padi
- 1.2.2. Bagaimana manajemen air/*intermittent irrigation* bisa memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi?

1.3 Hipotesis Penelitian

- 1.3.1 Terdapat dosis pemupukan dan manajemen air terbaik pada produktivitas tanaman padi berdasarkan analisa UAV pada tanaman padi
- 1.3.2 Terdapat kombinasi terbaik antara dosis pemupukan nitrogen dengan manajemen air pada sistem budidaya padi
- 1.3.3 Terdapat hubungan yang terbaik antara perlakuan manajemen air dengan perlakuan dosis pemupukan terhadap produktivitas.

1.4 Tujuan Kegunaan Penelitian

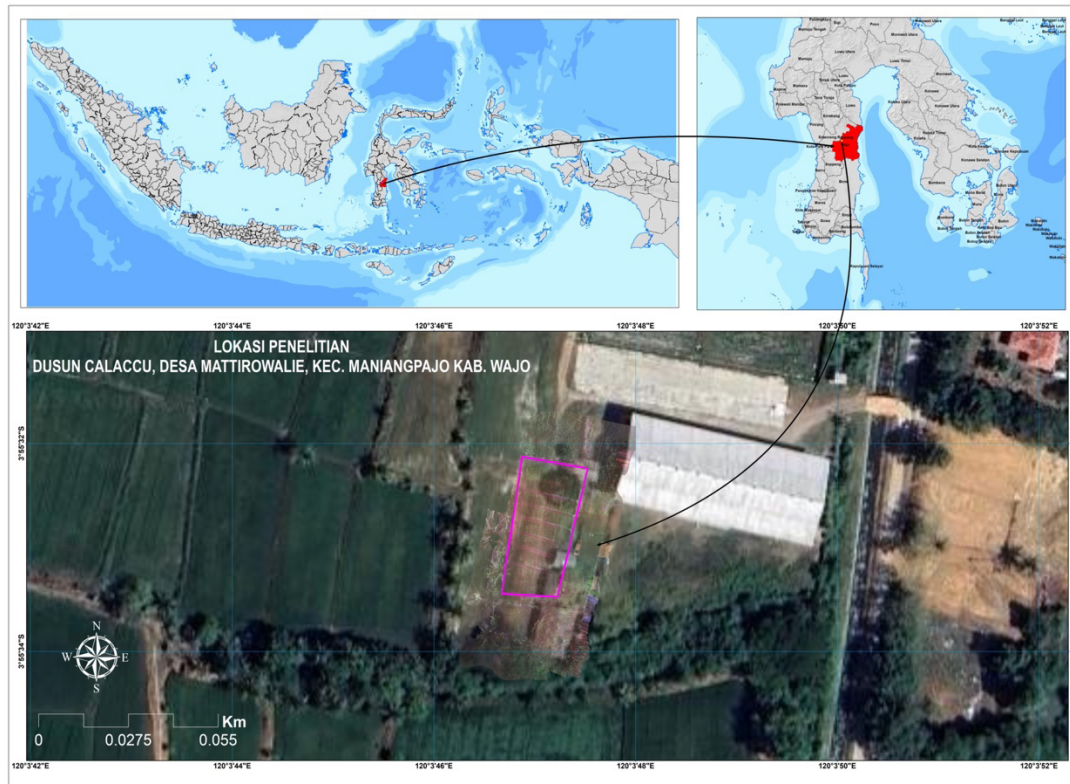
Tujuan dari penelitian ini adalah Menganalisis respon tanaman padi terhadap irigasi intermiten dengan dosis pupuk urea yang berbeda berbasis UAV

Kegunaan dari penelitian ini adalah Mengidentifikasi ketersediaan dan serapan Nitrogen pada kondisi air yang berbeda melalui Analisis UAV

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di lahan pertanian intensif yang terletak di Dusun Calaccu, Desa Mattirowalie, Kecamatan Maniampajo, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, pada koordinat 3.925704 LS dan 120.063834 BT, dengan ketinggian wilayah sekitar 10–50 meter di atas permukaan laut. Wilayah ini termasuk dalam zona iklim tropis muson (Am) dengan rata-rata suhu harian berkisar antara 24°C hingga 32°C, dan curah hujan tahunan sekitar 2.400 mm. Tanaman padi ditanam pada bulan Agustus 2024, yang merupakan awal musim kemarau akhir, dan dipanen pada bulan November 2024. Kondisi iklim dan topografi yang mendukung menjadikan lokasi ini sesuai untuk budidaya padi dengan sistem pertanian intensif. (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya UAV dari DGI seri Phantom 4 yang dilengkapi dengan kamera multispectral, plastik sampel, chlorophyll content meter 200 plus (CCM-200 plus), alat tulis, timbangan analitik, tabung digestion dan blok digestion, labu didih, gelas ukur, erlenmeyer, buret, pengaduk, dan alat destilasi, hand tractor, talang semai, cangkul dan tangki sprayer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya benih varietas Inpari 32 label biru, tanah, sekam, pupuk Urea, SP-36, KCl dan pestisida, serta bahan untuk analisis sampel tanah di laboratorium; Sampel tanah, sampel jaringan tanaman, asam sulfat pekat, NaOH, H₂SO₄, H₃BO₃ dan Aquades

2.3 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan petak terpisah (RPT), berdasarkan 1 jenis pupuk (urea) dan manajemen air atau Intermittent (irigasi berselang). Dimana setiap petak perlakuan di berikan dosis pupuk (anak petak) yaitu P0 sebagai kontrol atau tanpa pupuk, P1 menggunakan Urea 150 kg/ha, P2 menggunakan Urea 250 kg/ha, P3 menggunakan Urea 350 kg/ha. Manajemen air (Petak utama) berupa G1 yaitu tergenang 4 hari dan 4 hari kering, dan G2 yaitu tergenang 7 hari dan kering 7 hari. Adapun luas ukuran perpetak yaitu 3 m x 4 m, dimana perlakuan percobaan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 24 petakan penelitian. Menggunakan sistem legowo 2 : 1. Serta analisis berbasis ndwi untuk melihat efektifitas air pada tanaman padi. Hasil pengamatan di analisis dengan sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui adanya pengaruh nyata pada perlakuan yang diberikan. Kemudian diuji lanjut untuk mengetahui adanya perbedaan nyata pada perlakuan yang diberikan dengan membandingkan nilai rata-rata dengan nilai pembanding (NP) uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 0.05.

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk percobaan yang disusun berdasarkan pola Rancangan Petak Terpisah (RPT) dengan 3 Ulangan. Perlakuan ini diberi pupuk dasar berupa SP-36 dengan dosis anjuran 100 kg/ha (0,25 kg/petak) dan KCl 100 kg/ha (0,25 kg/petak), (Hanum,dkk.,2015). Dan terdiri dari 2 jenis manajemen air sebagai petak utama, dan 4 jenis dosis pupuk urea sebagai anak petak. Dimana setiap petakan di berikan air dengan ketinggian yang sama yaitu 5 cm.

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2.4.1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum tanaman padi di tanam. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kandungan N yang ada didalam tanah sebelum diberikan perlakuan dosis pupuk. Hasil analisis kandungan N sampel tanah awal adalah sebanyak 0.21%

2.4.2. Penyiapan Benih dan Media Tanam

Benih yang akan di tanam adalah benih variates Infari 32, dimana benih yang akan di tanam terlebih dahulu di rendam selama 1 malam setelah itu di lakukan proses penyemai. Proses penyemaian di lakukan oleh mesin penyemaian ,dimana benihnya disimpan diatas talang , benih yang di talang di diamkan selama 1 malam sebelum di turunkan di green tempat peyimpanan benih. Benih disemaikan selama 15 hari untuk siap di tanam. Sedangkan untuk media tanamnya berupa tanah dan sekam yang di campur menjadi satu melalui proses mekanisasi mesin.

2.4.3. Penanaman

Benih yang di semai dan telah menjadi bibit ditanam di petakan yang telah di buat yaitu sebanyak 24 petakan. Penanaman bibit padi, diumur tanaman 15 hari. Pada penelitian ini penanaman bibit padi menggunakan trasplanter dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm dan jumlah anakan perlubang 4 batang.

2.4.4. Pengaplikasian Pupuk

Pemupukan pertama dilakukan saat padi berumur 24 HST yaitu dengan pengaplikasian 1/3 pupuk Urea yang diberikan sesuai dengan dosis perlakuan pada setiap petak percobaan, pupuk SP-36 0,25 kg/petak, dan pupuk KCl 0,25 kg/petak. Pemupukan kedua dengan pupuk urea sebanyak 2/3 dilakukan saat padi berumur 65 HST.

2.4.5. Pengumpulan Data Drone

Drone yang digunakan adalah drone dari DJI seri phantom 4 yang dilengkapi dengan kamera multispektral. Perekaman foto udara menggunakan Aplikasi drone dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada saat tanaman padi berumur 35 HST dan 90 HST di petakan percobaan. Adapun alasan mengambil perekaman drone 35 HST yaitu bisa mengidentifikasi kerusakan awal akibat hama, kekurangan pupuk, atau genangan air, tingkat hijau daun serta untuk menilai kesehatan tanaman. Bisa juga digunakan untuk mengatur dosis pemupukan susulan. Membantu pengelolaan air secara presisi. Sedangkan untuk 90 HST yaitu drone bisa melihat **tingkat penguningan tanaman** untuk membantu menentukan waktu panen yang optimal serta pengamatan terhadap serangan hama atau penyakit di fase akhir (misalnya wereng, tikus) bisa diatasi sebelum panen. Penentuan waktu pengambilan foto tanaman menggunakan *unmanned aerial vehicle* (UAV) berdasarkan pada fase vegetatif tanaman padi mulai 0-45 HST dan fase generatif tanaman padi dari 65-115 HST (Andita, 2016). Adapun tinggi terbang drone yang di gunakan yaitu (TB) 25 M. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan terdapat tinggi terbang drone yang baik yaitu 50 meter, Jamisyah (2022). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi terbang drone maka kualitas informasi yang di dapatkan kurang akurat. Hal ini senada yang di sampaikan, Hernina (2019), menyatakan bahwa semakin tinggi terbang drone maka jumlah objek yang di hasilkan semakin kecil sehingga berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah objek dari citra yang klafikasikan sehingga informasi yang di peroleh tidak akurat. Di tambahkan oleh Shofiyanti (2011), kualitas dan resolusi citra yang di hasilkan drone tergantung pada ketinggian terbang.

2.4.6. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan di setiap petak berumur 25 HST dengan mengganti padi yang mati atau yang diduga akan mati dengan padi yang sehat. Penyiangan dilakukan secara mekanik jika terdapat gulma. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan berdasarkan gejala serangan dan gejala penyakit yang didapati pada tanaman padi.

2.4.7. Pengambilan sampel daun data spad dan sampel tanah akhir

Pengambilan sampel daun dan Data SPAD mengikuti jadwal perekaman foto udara. Sampel dan data yang diambil mewakili setiap perlakuan pada masing-masing ulangan. Sedangkan untuk sampel tanah akhir dilakukan setelah penelitian (pemanenan).

2.5. Parameter Pengamatan

1. Tinggi tanaman (cm),
2. Jumlah daun (helai)
3. Jumlah Anakan
4. Jumlah anakan produktif
5. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)
6. *Normalized Difference Water Index* (NDWI)
7. Data SPAD, data berasal dari alat klorofil meter (CCM 200+) untuk memperkirakan kandungan klorofil dan sebagai indikator N pada daun
8. N total Tanah
9. Berat gabah kering
10. Analisa N jaringan tanaman
11. Biomassa jerami

2.6. Analisis Index Vegetasi dan Index Water

Metode analisis ini menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Analisis indeks vegetasi menggunakan aplikasi Agisoft Metashape Transformasi matematis yang digunakan adalah :

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Keterangan : NIR= Near – Infra Red

Nilai NDVI berkisar dari -1 hingga 1. Nilai yang lebih tinggi cenderung menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan lebih banyak daun. Segmentasi data terapkan ambang batas pada nilai NDVI untuk mengidentifikasi area yang memiliki pertumbuhan tanaman yang lebih baik atau lebih buruk. Pemantauan perubahan selama musim tanam, dilakukan pemantauan berulang menggunakan citra yang diambil dalam interval waktu tertentu. Bandingkan perubahan NDVI dari waktu ke waktu untuk mengamati pertumbuhan dan kesehatan tanaman.

Untuk melihat bagaimana pemantauan manajemen air pada tanaman padi yaitu dengan cara *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Pengumpulan data pertama-tama dan mengumpulkan data citra satelit, citra drone yang mencakup area pertanaman padi yang ingin di pantau. Memastikan citra yang di peroleh memiliki setidaknya dua band spektral yang diperlukan, yaitu band inframerah dekat (NIR) dan band yang terlihat (misalnya, hijau atau biru). Adapun cara Perhitungan NDWI dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NDWI = (NIR - Biru) / (NIR + Biru)$$

Di mana NIR adalah nilai piksel dalam band inframerah dekat, dan Biru adalah nilai piksel dalam band biru atau hijau. Setelah menghitung NDWI untuk setiap piksel dalam citra, akan mendapatkan rentang nilai antara -1 hingga 1. Nilai positif NDWI (mendekati 1) menunjukkan adanya kandungan air yang tinggi dalam

tanaman. Nilai negatif NDWI (mendekati -1) menunjukkan area yang cenderung tidak memiliki kandungan air.