

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pertanian padi merupakan salah satu sektor pertanian yang sangat penting bagi Indonesia. Padi merupakan sumber karbohidrat utama bagi penduduk Indonesia. Indonesia adalah produsen padi terbesar keempat di dunia dan terbesar di Asia Tenggara, dengan produksi padi mencapai 60,21 juta ton pada tahun 2025 (Badan Pusat Statistik, 2026). Meskipun Indonesia memiliki potensi besar sebagai produsen padi, sektor pertanian padi masih menghadapi beberapa tantangan, seperti terbatasnya lahan pertanian yang tersedia, rendahnya produktivitas, serangan hama dan penyakit tanaman, serta sering terjadi bencana alam seperti banjir dan kekeringan. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia terus berupaya untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi sektor pertanian padi melalui berbagai program seperti pengembangan teknologi pertanian, penggunaan bibit unggul dan pengelolaan irigasi yang lebih baik.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil panen adalah *seeding rate* yang tidak sesuai atau keadaan bibit tumbuhan padi pada sawah tidak rata pada masalah awal penanaman. Kondisi ini berpotensi memberikan dampak negatif pada hasil panen. Jumlah panen yang dapat dihasilkan menjadi tidak maksimal. Pada kondisi ini tumbuhan padi dapat mengalami perbedaan pertumbuhan yang akan berdampak pada masa panen dan kualitas gabah yang dihasilkan (Ling et al., 2024). Bagian tanaman yang lebih muda dan pendek akan mengalami kesulitan dalam menyerap nutrisi dan air yang cukup, sementara bagian yang lebih tua dan tinggi akan lebih rentan mengalami kerusakan, terserang hama dan penyakit tanaman. Hal ini juga berpotensi menimbulkan kerugian waktu dan biaya pada masa panen.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, petani secara tradisional akan melakukan proses penyulaman benih atau yang secara umum di Bali dikenal dengan istilah nyusub. Kematian rumpun padi pada fase awal tanam bisa terjadi karena beberapa hal misalnya serangan hama pemakan bibit muda seperti keong mas (*Pomacea canaliculata*), kondisi cekaman lingkungan, maupun bibit yang gagal tumbuh (Amiroh et al., 2020; Budiyono, 2006). Penyulaman benih ini merupakan standar pemeliharaan wajib. Jika area rumpang dibiarkan, gulma akan merespon

cepat dan memicu persaingan dalam memperebutkan cahaya matahari, unsur hara, dan air, yang pada akhirnya mengakibatkan pertumbuhan tanaman kurang baik dan menurunkan hasil produksi gabah secara signifikan (Amiroh, 2018).

Secara agronomis, masa efektif untuk melakukan penyulaman sangat terbatas. Eksekusi penyulaman idealnya mulai dilakukan ketika tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST) agar pertumbuhan bibit pengganti lebih seragam dengan tanaman utama (Amiroh et al., 2020). Pemeliharaan ini memiliki batas maksimal pelaksanaan pada umur 14 HST (Amiroh, 2018). Kedisiplinan pada batas waktu 7 hingga 14 hari ini sangat krusial untuk mencegah kekosongan lahan sehingga seluruh populasi tanaman padi dapat membagi hasil fotosintesis untuk pengisian bulir secara efisien dan dipanen serentak. Apabila penyulaman dilakukan melewati batas 14 hari tersebut, bibit susulan akan kalah bersaing memperebutkan nutrisi akibat terhalang kanopi padi yang lebih tua.

Dalam praktiknya, proses identifikasi area rumpang yang membutuhkan penyulaman masih dilakukan secara manual dengan berjalan menyusuri pematang sawah. Pada lahan pertanian skala menengah hingga luas, metode konvensional ini sangat tidak efisien dan menghabiskan banyak tenaga di tengah sempitnya batas waktu penyulaman 14 hari tersebut. Selain itu, pemantauan manual memiliki kelemahan sudut pandang (*blind spot*). Karena petani memindai sawah dari sudut pandang horizontal (sisi samping), tajuk tanaman padi di baris paling depan sering kali menutupi area rumpang bagian tengah petak sawah. Untuk mengatasi keterbatasan ini, teknologi pemantauan menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dari sudut pandang atas (*top-down-view*) dapat menjadi solusi modern.

Teknologi yang umumnya digunakan untuk pemantauan skala luas adalah *quadcopter drone* (UAV). Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan teknologi ini untuk memantau kesehatan tanaman dan mengestimasi hasil panen (Yazid et al., 2021). Untuk menjalankan fungsi pemantauan tersebut, komponen esensial yang harus terpasang pada UAV adalah kamera. Kamera ini bertugas merekam data visual dari udara yang nantinya akan diproses menjadi informasi komputasional.

Untuk mengekstraksi informasi dari citra UAV tersebut secara efisien dengan beban komputasi yang ringan, penelitian ini mengusulkan pendekatan

pengolahan citra digital berbasis segmentasi ruang warna. Vegetasi padi dipisahkan dari latar belakang lahan (lumpur dan air) menggunakan segmentasi warna Hue, Saturation, Value (HSV) yang dikombinasikan dengan operasi morfologi untuk mereduksi *noise*. Setelah objek tanaman padi berhasil tersegmentasi, titik pusat (centroid) dari masing-masing rumpun diekstraksi menggunakan kalkulasi Image Moments. Berdasarkan sebaran titik koordinat sentroid tersebut, dilakukan analisis spasial berbasis *K-Nearest Neighbors (KNN)* dan *Distance Transform* untuk mendeteksi area berongga yang jarak antar-tanamannya melampaui standar kerapatan normal. Titik-titik rumpang inilah yang diekstrak sebagai informasi rekomendasi lokasi spesifik untuk proses penyulaman (nyusub).

Penelitian ini dibatasi secara ketat sebagai studi pembuktian konsep algoritmik (Proof of Concept). Sistem dirancang murni untuk mengeksekusi lokalisasi spasial pada ruang piksel dua dimensi (image-based spatial coordinates), dan tidak mencakup konversi menuju koordinat geografis (GPS) dunia nyata maupun integrasi langsung dengan perangkat keras UAV. Pengujian difokuskan pada keandalan metode segmentasi warna dan akurasi logika kalkulasi jarak spasialnya menggunakan dataset citra udara berskala terbatas guna memvalidasi efikasi metode deteksi secara komputasional.

Berdasarkan pemaparan tersebut, perlu dilakukan penelitian dengan judul “Deteksi Citra Sawah Padi Untuk Rekomendasi Lokasi Penanaman Tambahan (Nyusub) Padi”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana skema deteksi koordinat pada sawah padi untuk rekomendasi penanaman kembali pada Citra UAV menggunakan segmentasi ruang warna HSV dan analisis spasial?
2. Bagaimana performansi dari algoritma deteksi citra UAV sawah padi menggunakan segmentasi warna HSV dan analisis spasial?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan dari pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan skema deteksi koordinat pada sawah padi untuk rekomendasi penanaman kembali pada Citra UAV menggunakan segmentasi ruang warna HSV dan analisis spasial
2. Bagaimana performansi dari algoritma deteksi citra UAV sawah padi menggunakan segmentasi warna HSV dan analisis spasial

1.4 BATASAN MASALAH PENELITIAN

Adapun batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Formasi dan Cakupan Objek: Penelitian ini dibatasi secara khusus pada deteksi area rumpang (kosong) pada lahan pertanian padi dengan formasi penanaman tradisional (formasi tegel).
2. Karakteristik Luaran (Output): Luaran sistem dibatasi hanya pada rekomendasi visual dalam ruang koordinat piksel dua dimensi (image-based recommendation), serta tidak mencakup konversi ke koordinat geografis (GPS) dunia nyata maupun integrasi kendali operasional langsung dengan perangkat keras drone (UAV).
3. Metodologi dan Pengondisian Data: Penelitian ini diterapkan murni sebagai Proof of Concept (PoC) menggunakan algoritma pengolahan citra klasik tanpa proses pelatihan (training) pembelajaran mesin. Dataset yang digunakan bersifat statis dan dibatasi eksklusif pada fase pertumbuhan awal tanaman padi berusia sekitar 2 minggu setelah tanam (HST), dari data lapangan eksisting yang telah diakuisisi sebelumnya (tidak ada pengambilan data baru).

1.5 MANFAAT HASIL PENELITIAN

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan menjadi media implementasi ilmu pengetahuan yang telah diperoleh selama proses pendidikan.

2. Manfaat Praktis

- a. Berkontribusi menyediakan *dataset* citra sawah padi.
- b. Berkontribusi pada bidang *Artificial Intelligence (AI)* khususnya pada *Computer Vision (CV)* pendekatan deteksi objek.

- c. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan pada penelitian mendatang terkait deteksi objek citra sawah padi dalam misi pemantauan posisi untuk penyemaian tambahan (*interseeding*)

