

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komoditi pertanian unggulan memiliki peranan strategis dalam mendukung perekonomian, baik di tingkat daerah maupun nasional (Cahyono & Indrayani, 2020). Salah satu komoditi tersebut adalah tanaman tebu (*Saccharum officinarum*), yang menjadi bahan baku utama industri gula nasional dan memiliki potensi ekonomi yang signifikan (Som-ard *et al.*, 2021). Tebu merupakan salah satu komoditi unggulan Nagari Lawang Kecamatan Matur Kabupaten Agam berdasarkan hasil penelitian Zukhrifa *et al* (2025) menggunakan metode Location Quotient (LQ) dan Shift Share Analysis (SSA). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Nagari Lawang memiliki keunggulan dalam sektor pertanian dan peluang besar untuk dikembangkan. Jika potensi ini dimanfaatkan secara optimal, maka dapat berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Namun, pencapaian produktivitas tebu yang maksimal sering terhambat oleh keterbatasan dalam pengelolaan lahan, monitoring pertumbuhan tanaman, serta monitoring produktivitas yang akurat.

Salah satu faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tebu adalah kandungan nitrogen. Pada tanaman tebu, nitrogen umumnya terakumulasi dalam jaringan daun dan dapat digunakan sebagai indikator status nutrisi tanaman (Rivai *et al.*, 2021). Nitrogen, sebagai salah satu unsur hara makro esensial, memiliki peranan krusial dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman (Ricardo *et al.*, 2024). Nitrogen terlibat dalam pembentukan protein, klorofil, dan enzim yang berperan dalam proses fotosintesis dan metabolisme tanaman. Oleh karena itu, pemantauan kandungan nitrogen di lahan pertanian menjadi langkah strategis dalam mengoptimalkan hasil panen (Govindasamy *et al.*, 2023).

Penginderaan jauh (remote sensing) telah muncul sebagai teknologi revolusioner dalam pemantauan kondisi tanaman dan estimasi hasil pertanian (Ashraf *et al.*, 2023). Data citra satelit, seperti Sentinel-2A, menawarkan cakupan area yang luas, resolusi spasial yang memadai, dan frekuensi akuisisi data yang tinggi. Dengan memanfaatkan indeks vegetasi Normalized Difference Red Edge (NDRE), kondisi pertumbuhan tanaman dapat dipantau secara kuantitatif dan berkelanjutan (Janoušek *et al.*, 2023). Metode konvensional seperti survei lapangan sering kali memerlukan biaya tinggi, waktu yang lama, dan sumber daya manusia yang banyak. Pendekatan ini juga rentan terhadap kesalahan akibat faktor subjektivitas dalam pengambilan data (Gandharum *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih canggih, cepat, dan akurat untuk menghasilkan estimasi nitrogen yang andal.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun model estimasi kandungan nitrogen serta melihat hubungannya dengan dan produksi tebu di Nagari Lawang, Kabupaten Agam, menggunakan pendekatan berbasis teknologi penginderaan jauh. Data yang digunakan berupa citra satelit Sentinel-2, yang dianalisis menggunakan indeks vegetasi Normalized Difference Red Edge (NDRE) sebagai indikator utama. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemampuannya dalam mendeteksi variasi kandungan nitrogen secara lebih akurat dibandingkan indeks vegetasi lainnya (Pandey *et al.*, 2022). Untuk mendukung analisis ini, penelitian akan mengintegrasikan data NDRE dengan data lapangan terkait kandungan nitrogen dan produksi tebu. Pengukuran nilai nitrogen akan diperoleh melalui pengambilan sampel langsung di lahan tebu, sementara produksi tebu akan dihitung berdasarkan pengukuran hasil panen aktual. Kombinasi data ini memungkinkan validasi yang komprehensif antara nilai indeks NDRE dan kondisi nyata di lapangan. Data sekunder dalam penelitian ini dikumpulkan dari berbagai sumber yang relevan, termasuk citra Sentinel-2 yang diakses melalui platform Copernicus Open Access Hub. Ekstraksi nilai NDRE dari citra Sentinel-2 dilakukan menggunakan

perangkat lunak ArcGIS 10.8 untuk mendukung analisis spasial dan pemetaan kebutuhan nitrogen secara presisi.

Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan solusi presisi dalam pengelolaan nitrogen pada tanaman tebu dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Hasil penelitian ini diharapkan mendukung praktik pertanian yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hubungan antara indeks vegetasi NDRE, nilai kandungan nitrogen dan produksi tebu?.
2. Bagaimana model matematis dapat dibangun untuk mengestimasi nitrogen tebu berdasarkan data remote sensing?.
3. Bagaimana keterkaitan antara nilai NDRE, kandungan nitrogen daun, dan hasil produksi tebu?.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis hubungan antara indeks vegetasi NDRE dengan kandungan nitrogen daun tebu sebagai indikator status nutrisi tanaman di Nagari Lawang.
2. Mendapatkan model estimasi kandungan nitrogen tanaman tebu berbasis data citra Sentinel-2A untuk mendukung pengelolaan nutrisi tanaman tebu.
3. Menganalisis akurasi hasil model estimasi nitrogen menggunakan data aktual lapangan melalui pendekatan statistik RMSE dan NSE.
4. Menganalisis keterkaitan antara indeks NDRE, kandungan nitrogen dan hasil produksi tebu sebagai bagian dari dinamika pertumbuhan tanaman dalam sistem agroekosistem.

1.4 Manfaat Penelitian

Model estimasi nitrogen tebu berbasis penginderaan jauh memiliki sejumlah manfaat dalam mendukung pengelolaan pertanian modern. Model ini dapat digunakan sebagai alat prediksi yang memungkinkan pemantauan secara luas, cepat, dan akurat tanpa perlu survei lapangan yang memakan waktu dan biaya besar. Informasi yang dihasilkan dari model ini dapat membantu pemerintah dalam merumuskan kebijakan pertanian yang lebih efektif seperti alokasi sumber daya. Bagi petani dan pelaku agribisnis, model ini berfungsi sebagai panduan untuk mengoptimalkan praktik pertanian melalui pemupukan dan pengelolaan lahan yang lebih tepat sasaran berdasarkan kebutuhan aktual di lapangan.

