ABSTRAK

Selama 20 tahun terakhir, produktivitas teh terus menurun, meskipun teh merupakan salah satu komoditas perkebunan utama Indonesia. Kekeringan berkepanjangan, serangan hama, dan pemantauan tanaman yang tidak memadai merupakan beberapa faktor yang berkontribusi. Teknik perkiraan tradisional masih sangat bergantung pada survei manual, yang mahal, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan manusia, terutama di perkebunan besar dengan struktur kanopi yang kompleks dan medan yang sulit. Manajemen yang tidak efektif dan biaya produksi yang meningkat disebabkan oleh kurangnya data populasi tanaman yang akurat, yang secara langsung mempengaruhi keputusan alokasi sumber daya seperti distribusi pupuk dan program penanaman ulang. Ada kebutuhan mendesak akan metode yang lebih presisi, sistematis, dan non-invasif untuk mengestimasi populasi tanaman teh, karena kepadatan populasi tanaman secara signifikan mempengaruhi hasil panen.

Untuk mengatasi tantangan ini, studi ini menggunakan radar Stepped Frequency Continuous Wave (SFCW) yang diintegrasikan dengan kerangka kerja analisis berbasis Structural Similarity Index (SSIM). Radar SFCW dipilih karena kemampuannya menangkap respons frekuensi di rentang yang luas, memungkinkan deteksi pantulan yang terkait dengan variasi struktural seperti kepadatan batang teh di bawah kanopi yang padat. Data radar diproses dengan penyaringan low-pass menggunakan beberapa frekuensi cutoff untuk menyelidiki pengaruhnya terhadap pantulan terkait batang. Gambar B-scan yang disaring dan tidak disaring dibandingkan menggunakan SSIM, yang mengevaluasi kesamaan berdasarkan kecerahan, kontras, dan struktur. Peta SSIM kemudian dikonversi menjadi gambar biner melalui ambang batas, diikuti dengan rata-rata horizontal sepanjang jalur pemindaian, penyaringan low-pass untuk menekan noise, dan deteksi puncak untuk mengidentifikasi posisi batang potensial. Validasi lapangan dilakukan dengan menghitung batang secara manual di baris perkebunan, menyediakan data referensi untuk perbandingan dengan perkiraan yang dihasilkan radar.

Hasil menunjukkan bahwa pendekatan yang diusulkan mampu mendeteksi posisi batang secara konsisten dan memetakan distribusi tanaman teh. Di antara parameter penyaringan yang diuji, frekuensi cutoff 180 MHz ditemukan memberikan keseimbangan terbaik antara penekanan noise dan retensi pantulan struktural kunci, memastikan informasi terkait batang tetap terjaga. Penggunaan SSIM terbukti efektif dalam mempertahankan integritas struktural selama penyaringan, sehingga meningkatkan keandalan deteksi. Secara keseluruhan, studi ini menunjukkan kelayakan penggunaan radar SFCW yang dikombinasikan dengan analisis berbasis SSIM sebagai metode sistematis, non-invasif, dan efisien untuk memperkirakan populasi tanaman teh. Temuan ini tidak hanya menyediakan pendekatan metodologis baru tetapi juga menyoroti potensi sistem radar SFCW berbasis UAV dalam memfasilitasi pemantauan skala besar dan real-time perkebunan teh, mendukung pengelolaan pertanian yang lebih berkelanjutan dan efisien.

Keywords – Tea, Productivity, Estimation, Population, Radar.