

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu produsen gula terbesar di dunia dan memiliki sejarah panjang dalam perkebunan tebu yang memainkan peran vital dalam perekonomian negara. Kabupaten Lumajang merupakan produsen gula tertinggi di Indonesia dengan produksi mencapai 2.225.963 ton dan menjadi fokus untuk meningkatkan produktivitas guna mencapai target swasembada gula pada tahun 2024. Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, perbaikan manajemen perkebunan tebu di seluruh negeri menjadi suatu keharusan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model estimasi pertumbuhan dan produktivitas tebu dengan menggunakan citra satelit dengan pendekatan polarimetric dan perhitungan indeks vegetasi. Metode ini dirancang dengan tujuan untuk memfasilitasi pemantauan pertumbuhan tebu secara efisien, sehingga dapat menjadi landasan yang kuat dalam meningkatkan manajemen perkebunan tebu di seluruh negeri. Penggunaan kombinasi citra satelit Sentinel-1 dan Sentinel-2, bersama dengan pendekatan penginderaan jauh polarimetrik dan perhitungan indeks vegetasi seperti NDVI, WDVI, EVI, LAI, NDRE, CCC, MSAVI, serta penerapan algoritma random forest, memungkinkan pembuatan estimasi model pertumbuhan dan produktivitas tebu. Melalui proses klasifikasi dengan *random forest*, tebu dapat dibedakan dari vegetasi lain untuk menghindari perambatan kesalahan. Untuk mengukur ketepatan klasifikasi, dilakukan uji akurasi menggunakan matriks konfusi yang menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan overall accuracy mencapai sekitar 99,92% dan kappa accuracy mencapai 99,82%. Metode ini memberikan estimasi pertumbuhan tebu dengan akurasi tinggi dan produktivitas yang dapat diandalkan. Evaluasi terhadap model estimasi pertumbuhan menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan *MSE* sebesar 0,000125, *R-squared* mencapai 0,9984, dan *MAE* sebesar 0,00397. Begitu pula, model estimasi produktivitas menunjukkan hasil yang menjanjikan, dengan *MSE* sebesar 976,12, *R-squared* sebesar 0,91, dan *MAE* sebesar 25,03. Meskipun demikian, penggunaan model ini disarankan untuk disertai dengan pemantauan lapangan yang lebih mendalam dan beragam. Dengan demikian, kesimpulan ini memberikan pandangan utuh bahwa penelitian ini tidak hanya mencapai tujuan utamanya dalam mengembangkan model estimasi pertumbuhan dan produktivitas tebu, tetapi juga memecahkan hipotesis dengan berhasil.

Kata Kunci: *Machine learning*, Model estimasi, Pertumbuhan tebu, Polarimetrik SAR, *Remote sensing*.

ABSTRACT

Indonesia is one of the world's largest sugar producers and has a long history of sugarcane plantations that play a vital role in the country's economy. Lumajang Regency is the highest sugar producer in Indonesia with production reaching 2,225,963 tons and is a focus to increase productivity to achieve the sugar self-sufficiency target by 2024. In an effort to achieve this goal, improved management of sugarcane plantations throughout the country is a must. This study aims to develop a model of estimation of sugarcane growth and productivity using satellite images with a polarimetric approach and vegetation index calculations. This method is designed with the aim to facilitate efficient monitoring of sugarcane growth, so that it can become a strong foundation in improving sugarcane plantation management across the country. The use of a combination of Sentinel-1 and Sentinel-2 satellite imagery, together with polarimetric remote sensing approaches and vegetation index calculations such as NDVI, WDVI, EVI, LAI, NDRE, CCC, MSAVI, as well as the application of random forest algorithms, allows estimation of sugarcane growth and productivity models. Through a classification process with random forests, sugarcane can be distinguished from other vegetation to avoid propagation of errors. To measure the accuracy of classification, accuracy tests were carried out using a fusion matrix which showed a very high level of accuracy, with overall accuracy reaching around 99.92% and kappa accuracy reaching 99.82%. This method provides high accuracy and reliable estimation of sugarcane growth. Evaluation of the growth estimation model showed excellent results, with an MSE of 0.000125, an R-squared of 0.9984, and an MAE of 0.00397. Similarly, the productivity estimation model showed promising results, with an MSE of 976.12, an R-squared of 0.91, and an MAE of 25.03. Nonetheless, the use of this model is recommended to be accompanied by more in-depth and diverse field monitoring. Thus, this conclusion provides a complete view that this study not only achieved its main goal of developing a model of estimating sugarcane growth and productivity, but also solved the hypothesis successfully.

Keyword: *Estimation model, Machine learning, Polarimetric SAR, Remote sensing Sugarcane growth.*