

RINGKASAN

Pemantauan jenis dan fase tanaman yang akurat dan tepat waktu sangat krusial dalam manajemen irigasi dan ketahanan pangan. Metode konvensional seperti pengamatan langsung di lapangan tidak efektif secara waktu dan kapasitas. Sehingga penginderaan jarak jauh seperti Synthetic Apertur Radar (SAR) yang merupakan sensor dari Sentinel-1 dan Optical Multi-Spektral (MSI) sebagai sensor Sentinel-2, diperlukan untuk mengamati secara temporal dengan cakupan wilayah lebih luas. Penelitian dilakukan dengan untuk menguji performansi algoritma *Random Forest* (RF) dalam melakukan klasifikasi dan pendugaan karakteristik tanaman menggunakan SAR dan MSI pada tiga Daerah Irigasi (DI) dengan luasan berbeda (Karangnangka, Banjaran, and Serayu).

Klasifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil tiga *input* data, yaitu Sentinel-1 dan Sentinel-2 sebagai citra tunggal, serta kombinasi kedua citra (integrasi) dari masing-masing DI. Menggunakan RF sebagai algoritma untuk melakukan identifikasi jenis dan fase pertumbuhan padi dan palawija. Penelitian memanfaatkan platform Google Colab, Google Earth Engine (GEE), dan Copernicus untuk mendapatkan serta mengolah data citra, mendapatkan indeks spektral, serta membangun model RF. Variabel yang digunakan meliputi citra polarisasi SAR, citra optik MSI, dan Indeks Vegetasi (VI) yang meliputi, NDVI, GNDVI, TNDVI, SAVI, IRECI, PSSRa, dan S2REP. Uji akurasi untuk model RF menggunakan *confusion matrix* untuk menghitung *User Accuracy* (UA), *Producer Accuracy* (PA), *Overall Accuracy* (OA), dan *Kappa Coefficient* (KC).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi data Sentinel-1 dan Sentinel-2 memberikan performa terbaik, mencapai *Overall Accuracy* (OA) sebesar 71,5% dan nilai *Kappa Coefficient* (KC) 0,68. Akurasi ini lebih unggul dibandingkan dengan data tunggal Sentinel-1 (OA 50,4%) dan Sentinel-2 (OA 66,2%). Dalam *feature importance* yang digunakan pada klasifikasi data integrasi, terlihat data SAR dan MSI saling berkorelasi dengan urutan, citra band tunggal MSI (SWIR), polarisasi SAR yaitu VV dan VH, kemudian diikuti dengan indeks vegetasi GNDVI dan S2REP. Fase pertumbuhan kemudian dapat dilihat dari hasil nilai indeks klasifikasi jenis tanaman untuk mengetahui waktu tanam, vegetatif, generatif, pemasakan, dan panen. Dari hasil yang didapatkan, disimpulkan bahwa metode RF dengan memanfaatkan integrasi Sentinel-1 dan Sentinel-2 merupakan pendekatan baru yang memanfaatkan data citra untuk pemantauan jenis dan fase pertumbuhan tanaman pada area penelitian. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai basis data digital yang cukup akurat untuk mendukung mengambil keputusan dalam manajemen irigasi dan perencanaan ketahanan pangan ditingkat Daerah Irigasi. Selain itu, model memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut untuk memprediksi kebutuhan air tanaman, hasil panen, serta pertumbuhan abnormal di sekitar DI.

SUMMARY

Accurate and timely monitoring of crop types and phases is crucial for irrigation management and food security. Conventional methods such as direct field observation are ineffective in terms of time and capacity. Therefore, remote sensing such as Synthetic Aperture Radar (SAR) as a sensor of Sentinel-1 and Optical Multi-Spectral (MSI) as a sensor of Sentinel-2, are needed to observe temporally with wider area coverage. The study was conducted to test the performance of the Random Forest (RF) algorithm in classifying and estimating plant characteristics using SAR and MSI in three Daerah Irigasi (DI) with different areas (Karangnangka, Banjaran, and Serayu).

Classification is carried out by comparing the results of three input data, namely Sentinel-1 and Sentinel-2 as a single image, as well as a combination of both images (integration) from each DI. Using RF as an algorithm to identify the types and growth phases of rice and secondary crops. The study utilized the Google Colab, Google Earth Engine (GEE), and Copernicus platforms to obtain and process image data, obtain spectral indices, and build RF models. The variables used include SAR polarization images, MSI optical images, and Vegetation Index (VI) which includes, NDVI, GNDVI, TNDVI, SAVI, IRECI, PSSRa, and S2REP. The accuracy test for the RF model uses a confusion matrix to calculate User Accuracy (UA), Producer Accuracy (PA), Overall Accuracy (OA), and Kappa Coefficient (KC). From these findings, it can be concluded that the RF method, utilizing the integration of Sentinel-1 and Sentinel-2, is an effective approach for monitoring crop types and growth stages in the study area. The research results can be used as a sufficiently accurate digital data basis to support decision-making in irrigation management and food security planning at the Irrigation Area level.

The results of study show that the integration of Sentinel-1 and Sentinel-2 data provided the best performance, achieving an Overall Accuracy (OA) of 71.5% and a Kappa Coefficient (KC) value of 0.68. This accuracy is superior compared to single Sentinel-1 data (OA 50.4%) and Sentinel-2 (OA 66.2%). In the feature importance used in the classification of integrated data, it can be seen that SAR and MSI data are correlated with each other in order, MSI single band image (SWIR), SAR polarization namely VV and VH, then followed by the GNDVI and S2REP vegetation indices. The growth phase can then be seen from the results of the classification index values of plant types to determine the time of planting, vegetative, generative, ripening, and harvest. From the results obtained, it is concluded that the RF method utilizing the integration of Sentinel-1 and Sentinel-2 is a new approach that utilizes image data to monitor the types and growth phases of plants in the research area. The research results can serve as a sufficiently accurate digital database to support decision-making in irrigation management and food security planning at the irrigation area level. Furthermore, the model allows for further development to predict crop water requirements, crop yields, and abnormal growth in the irrigation area.