

**KOMBINASI CITRA *PLANETSCOPE SUPERDOVE* DAN *UAV LIDAR*
UNTUK ESTIMASI STOK KARBON ATAS PERMUKAAN
HUTAN TANAMAN JATI (*Tectona grandis*)
DI KAWASAN HUTAN WANAGAMA**

INTISARI

Ekosistem hutan tropis berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan dan penyimpanan karbon. Sebagai salah satu kantong karbon utama dalam siklus biogeokimia karbon menjadikan estimasi stok karbon atas permukaan menjadi krusial, baik untuk hutan alam maupun Hutan Tanaman Industri (HTI) seperti hutan tanaman jati (*Tectona grandis*) di Kawasan Hutan Wanagama. Estimasi stok karbon atas permukaan (*Above Ground Carbon – AGC*) masih menjadi tantangan dalam hal tingkat kecepatan dan keakuratan hasil, terlebih pada kawasan hutan yang memiliki area yang luas dengan kompleksitasnya masing-masing. Pemanfaatan penginderaan jauh, khususnya kombinasi data optis multispektral dan data Lidar, menawarkan solusi lebih akurat dan efisien dalam mengatasi keterbatasan metode tradisional untuk pemodelan estimasi stok karbon atas permukaan hutan.

Penelitian ini mencoba untuk menguji kemampuan data UAV Lidar dalam menyusun model regresi *random forest* untuk pendugaan *diameter at breast height* (DBH) dan AGC pada level individu pohon jati, serta membandingkan performa model pendugaan AGC hutan tanaman jati pada level plot menggunakan variabel turunan dari citra multispektral *Planetscope Superdove* dan kombinasinya dengan data UAV Lidar. Model pendugaan DBH individu pohon jati terbaik menggunakan hasil segmentasi individu pohon dengan algoritma *Marker-Controlled Watershed* (MCWS) dengan nilai R^2 mencapai 0,556 dan RMSE sebesar 4,09 cm (22,77%) serta MAE sebesar 3,29 cm (18,36%).

Hasil analisis dan uji performa model pendugaan AGC pada level plot menunjukkan bahwa kombinasi variabel turunan citra multispektral dan data Lidar akan meningkatkan kinerja model bila dibandingkan dengan hanya menggunakan variabel spektral. Kombinasi variabel turunan dari citra *Planetscope Superdove* dan data UAV lidar memberikan perbaikan performa model dengan peningkatan nilai R^2 menjadi 0,54 serta penurunan nilai RMSE menjadi 26,99 ton/ha (33,95%). Berdasarkan perhitungan menggunakan penerapan model estimasi dengan kinerja terbaik diperoleh total nilai AGC di seluruh area kajian dengan luas 37,251 ha sebesar 2.031,4 ton, dengan demikian nilai total stok karbon atau AGC di area kajian adalah 54,5 ton/ha.

Kata kunci: *Above Ground Carbon* (AGC); *diameter at breast height* (DBH); hutan tanaman jati (*Tectona grandis*); *random forest*; UAV Lidar; citra *Planetscope Superdove*.

**COMBINATION OF PLANETSCOPE SUPERDOVE IMAGERY AND UAV LIDAR
FOR ESTIMATING ABOVEGROUND CARBON STOCK
IN TEAK (*Tectona grandis*) PLANTATION FOREST
AT WANAGAMA FOREST AREA**

ABSTRACT

*Tropical forest ecosystems play a crucial role in mitigating climate change through carbon sequestration and storage. As one of the main carbon pool in the biogeochemical carbon cycle, the estimation of above-ground carbon (AGC) stock becomes essential, both for natural forests and Industrial Plantation Forests such as teak (*Tectona grandis*) plantations in the Wanagama Forest Area. However, estimating AGC stock remains a challenge in terms of speed and accuracy, particularly in forest areas with large spatial coverage and varying complexities. Remote sensing, especially the combination of multispectral data and LiDAR data, offers a more accurate and efficient solution to overcome the limitations of traditional methods for modeling above-ground carbon stock estimation in forests.*

This study aims to assess the capability of UAV LiDAR data to develop a random forest regression model for estimating diameter at breast height (DBH) and AGC at the individual tree level of teak, as well as to compare the performance of AGC estimation models at the plot level using variables derived from PlanetScope Superdove multispectral imagery and their combination with UAV LiDAR data. The best DBH estimation model for individual teak trees was obtained using individual tree segmentation with the Marker-Controlled Watershed (MCWS) algorithm, achieving an R^2 value of 0.556, an RMSE of 4.09 cm (22.77%), and an MAE of 3.29 cm (18.36%).

The results of the analysis and performance evaluation of AGC estimation models at the plot level indicated that combining multispectral-derived variables with LiDAR data improved model performance compared to using only spectral variables. The combination of variables derived from PlanetScope Superdove imagery and UAV LiDAR data enhanced model performance, yielding an increase in R^2 to 0.54 and a reduction in RMSE to 26.99 ton/ha (33.95%). Based on the best-performing estimation model, the total AGC value across the entire study area (37.251 ha) was calculated at 2,031.4 tons, resulting in an average AGC stock of 54.5 ton/ha.

Keywords: *Above Ground Carbon (AGC); diameter at breast height (DBH); teak plantation (*Tectona grandis*); random forest; UAV Lidar; Planetscope Superdove.*