

**ESTIMASI KARBON DAN NILAI EKONOMI KARBON HUTAN RAKYAT
PESISIR UTARA JAWA BERBASIS *DRONE* MULTISPEKTRAL DI
KABUPATEN JEPARA**

Bayu Pamungkas¹, Pramaditya Wicaksono², Rika Harini²

Intisari

Hutan rakyat memegang peranan vital dalam menyediakan manfaat ekologis dan ekonomi, khususnya sebagai penyerap dan penyimpan karbon, namun potensinya belum dimanfaatkan secara optimal akibat keterbatasan metode pengukuran yang efisien serta praktik manajemen yang belum terintegrasi secara intensif. Penerapan manajemen agroforestri intensif berpotensi meningkatkan produktivitas lahan, meningkatkan stok karbon, dan memperkuat nilai ekonomi hutan rakyat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik biofisik hutan rakyat berbasis agroforestri intensif, membangun model estimasi stok karbon menggunakan citra drone multispektral, serta menganalisis potensi *Nilai Ekonomi Karbon* (NEK) sebagai instrumen pengelolaan hutan rakyat berkelanjutan.

Penelitian dilaksanakan di Hutan Rakyat Desa Srobyong, Kabupaten Jepara, dengan pendekatan kuantitatif yang diperkaya dengan data kualitatif melalui integrasi data lapangan, data penginderaan jauh, dan hasil wawancara. Data lapangan diperoleh melalui inventarisasi vegetasi pada 30 plot sirkular yang merepresentasikan sistem agroforestri intensif, pengukuran biomassa, serta pengambilan sampel tanah. Data penginderaan jauh berupa citra drone multispektral resolusi tinggi digunakan untuk ekstraksi indeks vegetasi NDVI. Selain itu, wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan masyarakat pengelola hutan rakyat dan pemangku kepentingan terkait untuk menggali informasi praktik pengelolaan, persepsi terhadap karbon, serta kesiapan implementasi skema nilai ekonomi karbon. Seluruh data dianalisis menggunakan pemodelan regresi penginderaan jauh untuk menghasilkan estimasi stok karbon yang akurat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur hutan rakyat didominasi oleh spesies komersial seperti jati (*Tectona grandis*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), dan sengon (*Falcataria moluccana*). Model estimasi terbaik diperoleh melalui regresi logaritmik berbasis NDVI dengan tingkat akurasi tinggi ($R^2 = 0,923$; LOOCV $R^2 = 0,910$; dan LOOCV RMSE = 4,245 ton/ha). Total cadangan karbon ekosistem terestimasi sebesar 12.137,64 ton C atau setara 44.504,68 ton CO₂-eq, dengan kontribusi karbon tanah sebesar 56% (6.755,98 ton C) dan karbon di atas permukaan tanah sebesar 44% (5.381,66 ton C). Berdasarkan skenario harga pasar karbon sukarela sebesar USD 5 per ton CO₂-eq, nilai ekonomi karbon berpotensi mencapai USD 222.523 atau setara Rp3.701.832.555. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan manajemen agroforestri intensif harus dilakukan.

Kata kunci: karbon ekosistem, nilai ekonomi karbon, hutan rakyat, NDVI, *drone* multispektral, pasar karbon sukarela.

¹ Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada

² Dosen Pengajar Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada

**ESTIMATION OF CARBON STOCK AND ECONOMIC VALUE OF CARBON
IN COMMUNITY FORESTS OF THE NORTHERN COAST OF JAVA USING
MULTISPECTRAL *DRONE* DATA IN JEPARA REGENCY**

Bayu Pamungkas¹, Pramaditya Wicaksono², Rika Harini²

Abstract

Community forests offer vital ecological and economic benefits, yet their potential as carbon sinks remains underutilized due to inefficient measurement methods. This study aims to identify biophysical characteristics, develop a multispectral *drone*-based carbon estimation model, and analyze the Economic Value of Carbon (NEK) in Srobyong Village, Jepara. Methods included vegetation inventory across 30 circular plots, soil sampling, and high-resolution image acquisition, which were integrated through remote sensing modeling to produce accurate carbon stock estimates for sustainable management. These estimates were subsequently converted into economic carbon values to assess the financial potential of the ecosystem.

The analysis reveals an agroforestry structure dominated by commercial species including *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla*, and *Falcataria moluccana*. The study successfully validated an optimal estimation model using NDVI logarithmic regression, achieving high accuracy (R^2 0.926, LOOCV R^2 = 0.910, LOOCV RMSE = 4.245 tons/ha). Total ecosystem carbon stock reached 12.137,64 tons C, equivalent to 44.504,68 tons CO₂-eq. Soil carbon contributed a dominant 56% (6.755,98 tons C), while Above-Ground Carbon contributed 44% (5.381,66 tons C). Based on a Voluntary Carbon Market scenario of USD 5 per ton CO₂-eq, this asset holds a potential economic valuation of USD \$ 222.523 (IDR Rp3.701.832.555).

These findings confirm the financial and ecological feasibility of Srobyong Community Forest as a community-based carbon project, supporting the local green economy and national mitigation targets. To enhance model reliability and generalizability across Indonesian community forests, this study recommends strengthening validation through multisite and multitemporal approaches in future research.

Keywords: ecosystem carbon, carbon economic value, community forest, NDVI, multispectral *drone*, voluntary carbon market.

¹ Master's Student in Environmental Science, Graduate School, Universitas Gadjah Mada

² Lecturer in Environmental Science, Graduate School, Universitas Gadjah Mada