

ESTIMASI SIMPANAN KARBON BERDASARKAN PEMETAAN TUTUPAN LAHAN DI DESA JAMALI

Paranita Asnur^{1)*}, Veronika Widi Prabawasari²⁾, Aisyah³⁾, Rehulina Apriyanti⁴⁾

^{1,3)}Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

²⁾Magister Arsitektur, Universitas Gunadarma

⁴⁾Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma

*e-mail: paranita@staff.gunadarma.ac.id

Abstract

Desa Jamali faces various environmental challenges that affect the well-being of its community, such as drought due to limited irrigation water sources, the absence of forests that function as natural carbon sinks, and the presence of many underutilized lands that are not productive for agriculture. As part of climate change mitigation efforts, effective land cover management is crucial to enhance the village's capacity to sequester carbon. This study aims to estimate carbon storage based on land cover mapping in Desa Jamali using remote sensing technology and Geographic Information Systems (GIS). The methods employed include field surveys, GIS data analysis, and carbon storage estimation calculations based on land cover classification. The results indicate that mixed gardens and plantations are the largest contributors to carbon storage in the village. In contrast, areas such as yards, livestock farms, rivers, ponds, and roads do not contribute significantly to carbon storage. The conclusion of this study is that sustainable land cover management, including the protection of riparian zones and the development of sustainable agriculture, is essential to enhance carbon storage capacity in Desa Jamali and support both environmental sustainability and local economic development.

Keywords: Abdimas, Agroeco-tourism, Remote Sensing, Climate Change, Geographic Information Systems (GIS)

Abstrak

Desa Jamali menghadapi berbagai tantangan lingkungan yang memengaruhi kesejahteraan masyarakatnya, seperti kekeringan akibat terbatasnya sumber air irigasi, ketiadaan hutan yang berfungsi sebagai penyimpan karbon alami, serta banyaknya lahan tidur yang tidak produktif untuk pertanian. Sebagai bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim, pengelolaan tutupan lahan yang efektif sangat penting untuk meningkatkan kapasitas desa dalam menyerap karbon. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi simpanan karbon berdasarkan pemetaan tutupan lahan di Desa Jamali menggunakan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode yang digunakan mencakup survei lapangan, analisis data SIG, serta perhitungan estimasi simpanan karbon berdasarkan klasifikasi tutupan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebun campuran dan perkebunan merupakan sektor yang menyumbang simpanan karbon terbesar di desa ini. Sementara itu, lahan seperti pekarangan, peternakan, sungai, kolam, dan jalan tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap simpanan karbon. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengelolaan tutupan lahan yang berkelanjutan, termasuk perlindungan kawasan sempadan sungai dan pengembangan pertanian berkelanjutan, sangat penting untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan karbon di Desa Jamali dan mendukung keberlanjutan lingkungan serta ekonomi lokal.

Kata Kunci: Abdimas, Agroekoeduwisata, Penginderaan Jauh, Perubahan Iklim, Sistem Informasi Geografis (SIG)

PENDAHULUAN

Desa Jamali merupakan salah satu desa yang diidentifikasi sebagai daerah potensial untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) berbasis lingkungan dan teknologi. Namun, desa ini menghadapi berbagai tantangan lingkungan yang memengaruhi kesejahteraan masyarakatnya, seperti kekeringan akibat terbatasnya sumber air irigasi, ketiadaan hutan yang berfungsi sebagai penyimpan karbon alami, penggunaan sumur dalam untuk mendukung aktivitas peternakan, serta banyaknya lahan tidur yang tidak produktif untuk pertanian (Prabawasari et al., 2024).

Dalam konteks perubahan iklim global, desa-desa seperti Jamali berperan penting dalam upaya mitigasi dan adaptasi, terutama melalui pengelolaan tutupan lahan yang efektif. Estimasi tutupan lahan dan simpanan karbon merupakan langkah awal yang penting untuk memahami potensi ekosistem desa dalam mendukung keberlanjutan lingkungan. Pemanfaatan teknologi modern, seperti penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG), memberikan solusi efisien dan akurat dalam memetakan serta menganalisis tutupan lahan.

Penelitian oleh Omeno et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan citra satelit dapat memberikan informasi komprehensif dan berulang mengenai berbagai jenis tutupan lahan, termasuk lahan pertanian, hutan, dan area permukiman. Selain itu, metode berbasis indeks vegetasi, seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), telah terbukti efektif dalam mendeteksi perubahan vegetasi dari waktu ke waktu (Ramanujam et al., 2022). Pendekatan ini memungkinkan pemantauan dinamis terhadap tutupan lahan di Desa Jamali, terutama untuk mengidentifikasi area yang berpotensi dikembangkan atau dilindungi.

Penelitian terdahulu juga menggarisbawahi pentingnya praktik pengelolaan lahan berkelanjutan untuk menjaga ekosistem lokal. Penelitian oleh Dzurume et al. (2022) menyoroti pengaruh pengelolaan lahan terhadap ekosistem lahan basah, sementara Halder et al. (2016) menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan dapat memengaruhi pola curah hujan dan suhu

di suatu wilayah. Temuan ini relevan bagi Desa Jamali, yang menghadapi kekeringan sebagai salah satu tantangan utamanya dan suhu yang tinggi, sehingga tanaman pertanian menghadapi tantangan adaptasi terhadap kondisi lingkungan tersebut.

Tujuan kegiatan PkM ini adalah untuk melakukan estimasi simpanan karbon berdasarkan pemetaan tutupan lahan di Desa Jamali. Hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi pengelolaan lahan berkelanjutan, mendukung mitigasi perubahan iklim, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat melalui pemanfaatan lahan yang lebih produktif. Kegiatan ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yang meliputi survei lapangan, diskusi kelompok terarah (FGD), analisis tutupan lahan, klarifikasi lapangan, dan perhitungan estimasi simpanan karbon.

METODE

Survei Lapangan dan Diskusi Kelompok Terarah (FGD)

Survei awal dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi tutupan lahan di Desa Jamali, termasuk pemetaan area yang berpotensi menyimpan karbon. Survei ini juga bertujuan untuk mengumpulkan data pendukung seperti jenis penggunaan lahan, vegetasi dominan, dan kondisi lingkungan lainnya.



Gambar 1: Kegiatan Survey dan FGD dengan Perangkat Desa Jamali

FGD dilaksanakan dengan melibatkan masyarakat Desa Jamali, perangkat desa, dan pihak - pihak terkait (Gambar 1). Tujuan FGD

adalah untuk mendapatkan informasi lokal mengenai kondisi lahan, praktik pengelolaan sumber daya, serta tantangan dan peluang dalam upaya konservasi.

Analisis dan Interpretasi Tutupan Lahan

- a. Pengolahan Data Citra
Data tutupan lahan diperoleh dari citra satelit resolusi tinggi yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Proses ini meliputi klasifikasi tutupan lahan berdasarkan kategori tertentu, seperti lahan tidur, area pertanian, vegetasi alami, dan permukiman.
- b. Analisis Spasial
Pemetaan dan analisis spasial dilakukan untuk menghitung luas masing-masing kategori tutupan lahan.

Klarifikasi Lapangan

Klarifikasi lapangan dilakukan untuk memvalidasi hasil klasifikasi citra satelit dengan data lapangan (*ground truth*). Validasi ini bertujuan memastikan akurasi data dan klasifikasi yang telah dilakukan. Validasi yang dilakukan di Desa Jamali menunjukkan bahwa penggunaan lahan pertanian yang belum optimal (Gambar 2).



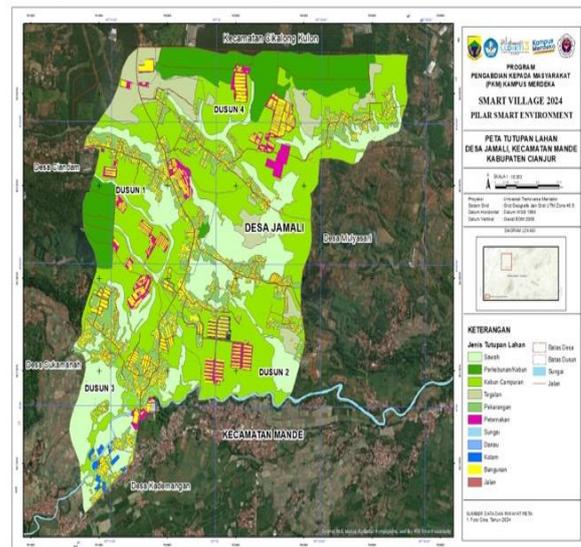
Gambar 2: Tutupan dan Penggunaan Lahan di Desa Jamali

Perhitungan Estimasi Simpanan Karbon

Perhitungan estimasi simpanan karbon dilakukan berdasarkan luas tutupan lahan mengacu pada IPCC 2006, yaitu dengan mengalikan luas tutupan lahan berdasarkan klasifikasi tutupan lahan dengan nilai rerata cadangan karbon setiap ton/ha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei dan analisis tutupan lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh serta Sistem Informasi Geografis (SIG), Desa Jamali memiliki luas total 833,77 hektar yang terbagi dalam berbagai jenis tutupan lahan, seperti sawah, perkebunan, kebun campuran, dan lahan lainnya. Analisis ini memberikan gambaran yang jelas mengenai distribusi tutupan lahan di desa tersebut, yang dapat digunakan untuk merencanakan pengelolaan sumber daya alam secara lebih efektif dan berkelanjutan. Gambar 3 menunjukkan peta tutupan lahan di Desa Jamali, menggambarkan secara visual komposisi dan sebaran masing-masing jenis tutupan lahan di wilayah tersebut.



Gambar 3: Peta Tutupan Lahan di Desa Jamali

Tabel 1 menyajikan luas tutupan lahan dan estimasi simpanan karbon di atas permukaan lahan yang dihitung berdasarkan klasifikasi tutupan lahan. Data dalam tabel ini menunjukkan kontribusi masing-masing jenis tutupan lahan terhadap simpanan karbon, yang berperan penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Estimasi simpanan karbon diperoleh dari perhitungan cadangan karbon per satuan luas untuk setiap klasifikasi tutupan lahan di Desa Jamali. Informasi ini berguna bagi pengelolaan sumber daya alam dan perumusan kebijakan konservasi di wilayah tersebut. Potensi simpanan karbon dalam

Paranita Asnur, Veronika Widi Prabawasari, Aisyah, Rehulina Apriyanti
 suatu ekosistem agroforestri dipengaruhi oleh kapasitas serapan karbon secara keseluruhan
 komposisi tegakan pohon, yang menentukan (Lestari & Dewi, 2023).

Tabel 1. Jumlah Simpanan Karbon Berdasarkan Klasifikasi Tutupan Lahan di Desa Jamali

No	Klasifikasi Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Jumlah Simpanan Karbon (ton)
1	Sawah	176.88	5	884.4
2	Perkebunan	83.33	63	5249.79
3	Kebun Campuran	313.86	63	19773.18
4	Tegalan/Pertanian Lahan Kering	53.83	8	430.64
5	Pekarangan	86.19	0	0
6	Peternakan	27.43	0	0
7	Sungai	5.01	0	0
8	Kolam	2.85	0	0
9	Jalan	8.32	0	0
10	Pemukiman	76.51	1	76.51
	Jumlah	833.77		26,414.52

Di Desa Jamali, keberagaman tutupan lahan memberikan kontribusi signifikan terhadap simpanan karbon, yang berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Sebagian besar simpanan karbon terletak pada kebun campuran (19.773,18 ton) dan perkebunan (5.249,79 ton), menunjukkan bahwa sektor pertanian, terutama yang melibatkan tanaman multi-komoditas, berpotensi menjadi penyerap karbon utama. Kebun campuran, dengan berbagai jenis tanaman, memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap karbon, sehingga penting untuk mempertahankan dan mengelola kebun ini secara berkelanjutan. Sebaliknya, meskipun sawah menyumbang 884,4 ton karbon, cadangan karbonnya lebih rendah dibandingkan kebun campuran dan perkebunan. Hal ini menunjukkan perlunya pengelolaan yang lebih efisien terhadap pertanian lahan basah untuk mendukung peningkatan simpanan karbon, misalnya dengan cara menanam pepohonan disekeliling sawah yang tidak hanya berfungsi sebagai pagar alami, namun juga akarnya dapat menyerap dan menyimpan air lebih lama, sebagai simpanan karbon dan sebagai naungan tanaman.

Namun, sebagian besar lahan di Desa Jamali, seperti pekarangan, peternakan, sungai, kolam, dan jalan, tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap simpanan karbon, dengan total karbon yang tercatat 0 ton di sektor-sektor ini. Permasalahan ini mungkin disebabkan oleh kurangnya

pengelolaan atau pemanfaatan lahan yang dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan karbon, serta potensi kerusakan pada ekosistem alami akibat konversi lahan untuk pemukiman dan infrastruktur. Dengan total simpanan karbon mencapai 26.414,52 ton, desa ini perlu memperkuat upaya konservasi dan pengelolaan lahan secara terpadu, termasuk dengan meningkatkan kesadaran akan pentingnya perlindungan hutan dan kebun campuran serta mengembangkan praktik pertanian yang mendukung keberlanjutan lingkungan.

Praktik terintegrasi ini sudah diimplementasikan di UG Technopark (UGTP), yang terletak di Desa Jamali dengan luas 63 Ha, berperan penting dalam menyumbang simpanan karbon bagi desa tersebut. Kawasan terpadu agroekoeduwisata ini tidak hanya mendukung pengembangan sektor pertanian dan wisata, tetapi juga memiliki potensi besar dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon oleh berbagai jenis vegetasi. Di UGTP, tegakan Jati (Gambar 4), Mahoni, dan Karet berfungsi sebagai penyerap karbon yang signifikan. Jati dan Mahoni, sebagai pohon dengan pertumbuhan cepat dan biomassa tinggi, berkontribusi besar pada peningkatan simpanan karbon. Jati mampu menyerap karbon hingga 148 ton/ha CO_{2eq} (Yuniati & Kurniawan, 2011). Perkebunan yang ada juga turut menyumbang karbon, meskipun dalam jumlah yang lebih kecil dibandingkan dengan pohon besar seperti Jati dan Mahoni.



Gambar 4: Tegakan Jati di UG Technopark, Desa Jamali

Kontribusi UGTP terhadap simpanan karbon ini sangat relevan, mengingat tantangan perubahan iklim yang dihadapi Desa Jamali. Pemeliharaan dan pengelolaan yang baik terhadap tegakan Jati, Mahoni, dan Karet akan meningkatkan kapasitas penyimpanan karbon di kawasan tersebut. Oleh karena itu, keberadaan UGTP tidak hanya memberikan manfaat ekologis dalam hal penyerapan karbon, tetapi juga berpotensi menjadi model keberlanjutan agroekoeduwisata yang dapat menginspirasi daerah lain. Upaya konservasi dan penanaman pohon yang lebih banyak di kawasan ini, selain mendukung ketahanan iklim, juga dapat memberikan dampak positif pada perekonomian lokal melalui peningkatan daya tarik wisata dan keberlanjutan produk pertanian.

SIMPULAN

Kondisi tutupan lahan di Desa Jamali menunjukkan variasi signifikan dalam kontribusinya terhadap simpanan karbon, dengan sebagian besar simpanan karbon terkonsentrasi di kebun campuran dan perkebunan. Namun, beberapa jenis lahan seperti pekarangan, peternakan, sungai, kolam, dan jalan tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap penyimpanan karbon, yang mengindikasikan adanya potensi pengelolaan lahan yang kurang optimal. Permasalahan di Desa Jamali, seperti konversi

lahan untuk pemukiman dan infrastruktur, berpotensi memperburuk kondisi ekosistem alami dan mengurangi kapasitas desa dalam menyerap karbon. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) saat ini berfokus pada penggalan potensi dan permasalahan di Desa Jamali untuk menjadi data dasar dalam melaksanakan kegiatan PkM selanjutnya, yaitu penataan dan pengoptimalan lahan yang ada untuk kegiatan pertanian produktif masyarakat. Melalui pendekatan yang melibatkan perlindungan kawasan sempadan sungai untuk mencegah erosi dan meningkatkan serapan air tanah, serta pengelolaan kebun campuran dan pertanian berkelanjutan, diharapkan kapasitas desa dalam menyimpan karbon dapat meningkat dan memberikan dampak positif bagi keberlanjutan lingkungan serta ekonomi lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LLDIKTI Wilayah III yang telah menginisiasi pelaksanaan kegiatan pengabdian pada Masyarakat bertajuk smart village dan kepada UG Technopark yang telah menyediakan tempat untuk pelaksanaan kegiatan PkM.

DAFTAR PUSTAKA

- Dzurume, T., Dube, T., Thamaga, K. H., Shoko, C., & Mazvimavi, D. (2022). Use of multispectral satellite data to assess impacts of land management practices on wetlands in the Limpopo Transfrontier River Basin, South Africa. *South African Geographical Journal*, 104(2), 193–212. <https://doi.org/10.1080/03736245.2021.1941220>
- Halder, S., Saha, S. K., Dirmeyer, P. A., Chase, T. N., & Goswami, B. N. (2016). Investigating the impact of land-use land-cover change on Indian summer monsoon daily rainfall and temperature during 1951–2005 using a regional climate model. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20(5), 1765–1784. <https://doi.org/10.5194/hess-20-1765-2016>

- Lestari, K. W., & Dewi, D. N. (2023). Potensi Simpanan Karbon Pada Beberapa Tipe Agroforestri Berbasis Kopi Robusta Di Desa Rowosari, Jember Carbon Saving Potential in Several Types of Robusta Coffee-Based Agroforestry in Rowosari Village, Jember. *Journal of Tropical Silviculture*, 14(02), 150–157.
<http://db.worldagroforestry.org/wd>
- Omeno, M. O., Yu, Y., Fan, W., Lubalega, T., Chen, C., & Kachaka Sudi Kaiko, C. (2021). Analysis of the Impact of Land-Use/Land-Cover Change on Land-Surface Temperature in the Villages within the Luki Biosphere Reserve. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 20).
<https://doi.org/10.3390/su132011242>
- Prabawasari, V. W., Asnur, P., Aisyah, Apriyanti, R., Prakosa, W., & Santosa, B. (2024). Pendampingan Pengumpulan Data Lingkungan Untuk Pengelolaan Lingkungan Cerdas (Smart Environment) di Desa Jamali. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei* ISSN:., 4(2), 221–227.
<https://doi.org/https://doi.org/10.36985/dgbaez44>
- Ramanujam, M., Rangasamy, N., Rathinam, A., & Veeraiyan, P. (2022). Using the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) to Detect Vegetative Change with Remote Sensing and GIS: A Study of the Kumbur River Basin in Kodaikanal Taluk, Dindigul District. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 3(5 SE-Articles), 32–36.
<https://doi.org/10.24018/ejgeo.2022.3.5.270>
- Yuniati, D., & Kurniawan, H. (2011). Potensi Simpanan Karbon Hutan Tanaman Jati (Tectona Grandis) Studi Kasus Di Kabupaten Kupang Dan Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 8(2), 148–164.
<https://doi.org/10.20886/jsek.2011.8.2.148-164>