

Edukasi dan Implementasi Pertanian Teknoekologis Sebagai Penyeimbang Emisi Karbon di Lahan Pekarangan Ekotani Mandala

Education and Implementation of Technoecological Agriculture as a Carbon Emission Counterbalance in Ekotani Mandala Farming Yards

Sarah Fitri Soerya^a, Dea Annisa Annas

Teknik Pertanian Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang
sarah.f.soerya@unpad.ac.id

Abstract

Increased vehicle mobility affects fuel consumption levels, turn leads to high CO₂ levels, indicating increase in carbon emissions in the air. In contrast, green spaces that absorb carbon to offset emissions are decreasing and becoming limited due to land clearing or surrounding development. Ekotani Mandala's community service activities for agricultural management with technoecological concept have yard areas that can be used as carbon sinks with active involvement in balancing carbon emissions. Therefore, analysis and socialization are needed to determine the comparison between the amount of carbon emissions from vehicle activities and the amount of carbon absorption in the yard area of Ekotani Mandala. Methods used include field observations, quantitative data collection, and community education on existing vegetation types using a secondary data approach (unit of carbon absorption in plants). Data collection recorded 512.3 kg of CO₂/day from vehicles and identified the area of vegetation absorbing 466.55 kg of CO₂/day. The objective of the study is to demonstrates the importance of green spaces as CO₂ absorbers that balance environmental health and cleanliness, supporting the concept of technoecology as a sustainability measure based on empowerment. The results show that yard vegetation can reduce daily emissions by 91.07% and increase community ecological awareness.

Key words: backyards, carbon emissions, green spaces, technoecology, vegetation

Abstrak

Peningkatan mobilitas kendaraan mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar yang berdampak pada tingginya kadar CO₂ yang menunjukkan peningkatan emisi karbon di udara. Berbanding terbalik dengan peningkatan penggunaan kendaraan, ruang hijau sebagai penyerap karbon untuk mengimbangi semakin berkurang dan terbatas akibat pembukaan lahan atau pembangunan di sekitarnya. Tujuan dari pengabdian kepada masyarakat ini menunjukkan pentingnya luasan ruang hijau sebagai penyerap CO₂ sebagai penyeimbang kesehatan dan kebersihan lingkungan dengan mendukung konsep teknoekologis sebagai langkah keberlanjutan berbasis pemberdayaan pengelola lahan pekarangan. Kegiatan pengabdian di lahan pekarangan Ekotani Mandala sebagai tempat pengelolaan pertanian dengan konsep teknoekologis memiliki lahan pekarangan yang dapat dimanfaatkan sebagai penyerapan karbon dengan keterlibatan aktif dalam penyeimbangan emisi karbon. Oleh karena itu diperlukan analisis dan sosialisasi untuk mengetahui perbandingan besar emisi karbon dari aktivitas kendaraan dengan jumlah serapan karbon di lahan pekarangan Ekotani Mandala. Metode yang digunakan mencakup observasi lapangan, pendataan kuantitatif, edukasi masyarakat mengenai jenis vegetatif yang ada dengan pendekatan data sekunder sebagai satuan serapan karbon pada tanaman. Pengumpulan data dengan pencatatan jumlah emisi karbon kendaraan sebesar 512,3 kg CO₂/hari dengan identifikasi luasan tanaman yang mampu menyerap 466,55 kg CO₂/hari. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa vegetasi pekarangan mampu mengurangi 91,07% emisi karbon harian dan meningkatkan kesadaran ekologis masyarakat.

Kata Kunci: emisi karbon, lahan pekarangan, ruang hijau, teknoekologis, vegetasi

Pendahuluan

Peningkatan mobilitas masyarakat dengan penggunaan kendaraan bermotor memicu kenaikan jejak karbon atau carbon footprint secara eksponensial. Berdasarkan penelitian Setiawan et al. (2019) transportasi darat menyumbang lebih dari 88% besar emisi CO₂ pada sektor energi. Ketergantungan terhadap transportasi berbasis energi fosil menjadi penyumbang atau kontributor pada pemanasan global. Tidak sedikit, penyumbang emisi CO₂ berada di setiap wilayah. Di sisi lain, laju urbanisasi yang semakin masif seringkali mengabaikan ruang hijau yang pada dasarnya adalah penyerap utama CO₂. Secara biologis, vegetasi darat merupakan carbon sink terbesar di bumi yang bisa menyerap 112-169 petagram (Pg) C pertahun melalui fotosintesis dan menyimpan hingga 500 Pg C dalam biomassa pohon (Gessler & Zweifel, 2024). Tantangan terbesar muncul dengan penyempitan ruang hijau terbuka akibat dari urbanisasi.

Dalam konteks ini seperti optimasi lahan marginal, khususnya lahan pekarangan di area pemukiman, menjadi peluang strategis yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai penyangga ekosistem di tengah tingginya mobilitas masyarakat. Ketimpangan terhadap tingginya emisi akibat mobilitas dan minimnya area penyerap karbon menjadi urgensi untuk

memberikan solusi lahan mikro. Ekotani Mandala hadir sebagai lahan pekarangan dengan mengintegrasikan konsep teknoekologis, yang berfungsi sebagai unit penyeimbang emisi dan menjaga lahan pekarangan tetap sebagai ekosistem asri. Sebagai bagian dari upaya pengabdian kepada masyarakat, Ekotani Mandala tidak hanya berfungsi sebagai laboratorium riset, tetapi juga sebagai sarana edukasi bagi masyarakat sekitar dalam memanfaatkan lahan pekarangan sebagai langkah awal dari kontribusi nyata dalam perubahan iklim.

Sebagai contoh, studi di Desa Duyung, Mojokerto, menunjukkan bahwa stok karbon pekarangan mencapai 105,8 ton C/ha dengan biomassa 229,95 ton/ha yang menunjukkan kapasitas signifikan sebagai penyimpan karbon di tingkat rumah tangga (Wijayanto & Prasetyo, 2021). Ekotani Mandala menjadi salah satu ruang hijau di wilayah kampus yang dimanfaatkan oleh petani yang menyediakan berbagai jenis tumbuhan untuk berbagai kegiatan yang berhubungan dengan pertanian berkelanjutan. Kegiatan praktek dan riset mahasiswa, dosen, petani dan masyarakat lainnya. Melalui keterlibatan aktif masyarakat dan petani lokal dalam pengelolaan lahan ini, transfer pengetahuan pertanian teknoekologis menjadi teknik budidaya yang mendukung kelestarian ekologis yang sejalan dengan ketahanan ekonomi.

Penelitian dan pengabdian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas lahan pekarangan berbasis teknoekologis dalam menyerap emisi karbon dan membandingkan dengan emisi karbon yang dihasilkan dari transportasi di sekitarnya sebagai bentuk pengurangan emisi karbon. Melalui penelitian ini diharapkan Ekotani Mandala dapat menciptakan sebuah mitigasi perubahan iklim yang dapat diimplementasikan di skala pekarangan rumah tangga. Sebagai komunitas yang beradaptasi dengan perubahan iklim, perlu berkembang seiring waktu yang didorong oleh dimensi manusia, pengetahuan lokal dan hasil pembangunan yang adaptif dengan pendukung utama adalah proses sosial dalam berbagai skala (McNamara & Buggy, 2017).

Materi dan Metode Pelaksanaan

Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (mixed methods). Lokasi berada di Ekotani Mandala, Jatinangor, Sumedang berada pada titik - 6.917621226260153, 107.77059505230498. Objek yang diteliti meliputi luasan pekarangan Ekotani Mandala dengan total luas 9.928 m², varietas tanaman dan intensitas mobilisasi di sekitar kawasan. Tahapan pelaksanaan pengabdian dilakukan

dengan metode Participatory Technology Development (PTD) yaitu:

1. Sosialisasi dan Edukasi, dengan memberikan pemahaman kepada sekitar pengelola lahan pertanian mengenai keterkaitan mobilitas kendaraan dengan emisi karbon dan pentingnya vegetasi sebagai pengurang karbon atau carbon sink.
2. Observasi lapangan partisipatif untuk inventarisasi jenis tanaman dan luas tutupan tajuk sebagai estimasi kapasitas serapan karbon
3. Analisis estimasi stok karbon dengan menggunakan rumus sederhana berdasarkan biomassa tanaman yang ada di pekarangan
4. Analisis komparatif dan evaluasi untuk membandingkan data emisi karbon dan potensi serapan karbon dari lahan pekarangan Ekotani Mandala. Total Jejak karbon dirumuskan sebagai (Besar et al., 2020):

$$\text{Emisi Total} = \text{Jejak Karbon} - \text{Serapan Karbon Tanaman}$$

5. Diseminasi hasil perbandingan emisi kendaraan dan serapan tanaman kepada masyarakat pengelola dan petani sekitar sebagai dasar rekomendasi pemilihan jenis pohon yang sesuai.

Peta estimasi luas sebaran pohon di Ekotani Mandala dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Luas Area Tanaman Ekotani Mandala
(Sumber: Google Earth Engine, 2025)

Tabel 1. Luas Penyebaran Pohon Ekotani Mandala (9.928 m²)

No.	Jenis Pohon	Luas Penyebaran Pohon
1	Cabe	Garis Berwarna Biru Tua Luas Area: 658 m ²
2	Bambu	Garis Berwarna Ungu Luas Area: 2969 m ²
3	Pisang	Garis Berwarna Hijau Muda Luas Area: 263,9 m ²
4	Mangga	Garis Berwarna Oren Luas Area: 400 m ²
5	Rosella	Garis Berwarna Magenta Luas Area: 306 m ²
6	Sirih Hutan	Garis Berwarna Abu-Abu Luas Area: 118 m ²
7	Telang	Garis Berwarna Biru Muda Luas Area: 121,6 m ²
8	Sukun	Garis Berwarna Putih Panjang Area: 78.5 m ²
9	Kemiri	Garis Berwarna Coklat Luas Area: 563 m ²

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025)

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat sembilan jenis tanaman utama di Ekotani Mandala, yaitu cabai, bambu, pisang,

mangga, rosella, sirih hutan, sukun, telang dan kemiri dengan nilai penyerapan karbon masing-masing sebagaimana disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan Penyerapan Emisi Karbon Tanaman di Ekotani Mandala

No.	Jenis Pohon	Luasan (m ²)	Estimasi Jumlah Tanaman	Perkiraan Penyerapan Karbon (kg CO ₂ /hari)	Sumber	Jumlah Estimasi Penyerapan Tanaman (kg CO ₂ /hari)
1	Cabe	658,0	80	0,009	(F. Ahmad et al., 2025) (Gelaye & Getahun, 2024) (Farukh et al., 2023) (Livingston & Lincoln, 2023) (Dugaya et al., 2020)	0,720
2	Pisang	263,9	15	0,040		0,600
3	Mangga	400,0	4	1,240		4,960
4	Sukun	78,5	1	0,500		0,500
5	Bambu	2.969,0	564	0,800		451,200
6	Telang	121,6	121	0,008		0,968
7	Rosella	306,0	306	0,008		2,448
8	Sirih Hutan	118,0	106	0,023		2,438
9	Kemiri			0,680		2,720
Total						466,550

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025)

Data teknis dijadikan bahan materi edukasi bagi masyarakat pengelola dan petani sekitar untuk memahami potensi ekonomi dan ekologis dari setiap komoditas. Hasil identifikasi lapangan menunjukkan beberapa perbedaan nilai serapan karbon pada tanaman di Ekotani Mandala. Tanaman dengan kemampuan penyerapan karbon tertinggi adalah pohon mangga, yang mampu menyerap sekitar 1,24 kg CO₂ per hari. Hal ini menunjukkan bahwa pohon mangga sangat efektif dalam mengurangi kadar karbon di udara dibandingkan dengan

jenis tanaman lainnya. Di urutan kedua terdapat bambu, dengan penyerapan sekitar 0,8 kg CO₂ per hari. Bambu dikenal sebagai tanaman yang tumbuh cepat dan memiliki daya serap karbon yang tinggi, sehingga sering dijadikan pilihan dalam program penghijauan. Masyarakat didorong untuk memprioritaskan penanaman pohon mangga dan bambu di lahan pekarangan untuk memaksimalkan fungsi sanitasi udara dan lingkungan.



Gambar 2. Diskusi Terbuka di Saung Ekotani Mandala

(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025)

Selanjutnya, pohon kemiri menyerap sekitar 0,68 kg CO₂ per hari, diikuti oleh pohon sukun dengan 0,5 kg CO₂ per hari. Kedua jenis pohon ini juga tergolong efisien dalam menyerap karbon dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Sementara itu, tanaman seperti rosella (0,008 kg CO₂/hari), cabe (0,009 kg CO₂/hari), dan sirih hutan (0,023 kg CO₂/hari) memiliki tingkat penyerapan yang relatif rendah karena termasuk dalam kategori tanaman berukuran kecil atau semusim. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pohon mangga merupakan jenis pohon yang paling baik dalam menyerap karbon, diikuti oleh bambu dan kemiri. Menanam jenis pohon-pohon tersebut dapat menjadi langkah efektif dalam membantu mengurangi emisi karbon dan meningkatkan kualitas udara di lingkungan sekitar.

Tanaman yang paling kurang optimal dalam menyerap karbon adalah rosella, dengan tingkat penyerapan sekitar 0,008 kg CO₂ per hari. Disusul oleh cabe yang hanya

mampu menyerap sekitar 0,009 kg CO₂ per hari. Rendahnya kemampuan kedua tanaman ini disebabkan oleh ukuran tanaman yang kecil dan masa hidup yang relatif singkat. Selain itu, tanaman seperti rosella dan cabe merupakan jenis tanaman semusim, sehingga proses fotosintesis dan penyerapan karbonnya tidak seefektif pohon berkayu yang tumbuh besar dan bertahan lama (Siddique et al., 2023). Tanaman lain yang juga memiliki penyerapan karbon rendah adalah sirih hutan (0,023 kg CO₂/hari). Meskipun tetap berkontribusi dalam menyerap karbon, jumlahnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan pohon besar seperti mangga atau bambu. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rosella dan cabe merupakan tanaman yang paling kurang optimal dalam penyerapan karbon, sedangkan tanaman berukuran besar seperti mangga, bambu, dan kemiri jauh lebih efektif dalam membantu mengurangi kadar CO₂ di atmosfer.

Perhitungan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar dilakukan dengan mengelompokkan kendaraan ke dalam kategori sepeda motor dan mobil. Data jumlah kendaraan diolah untuk menghitung estimasi emisi karbon yang dihasilkan dalam satu hari. Perhitungan ini menggunakan rumus umum emisi CO₂ berdasarkan rata-rata bahan bakar dan jarak tempuh kendaraan. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perkiraan Hasil Karbon Kendaraan Bermotor di Ekotani Mandala

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Faktor Emisi (per hari) (KLHK, 2022)	Total Emisi Harian
Sepeda Motor	Bensin	1,2 kg CO ₂	231,2 kg CO ₂
Mobil	Bensin	5–7 kg CO ₂	281,1 kg CO ₂
Total			512,3 kg CO ₂

(Sumber: Pengolahan Data, 2025)

Berdasarkan perbandingan antara serapan karbon dan emisi yang dihasilkan, ekosistem pekarangan Ekotani Mandala menyerap hingga 91,07% dari total emisi yang dihasilkan kendaraan. Angka ini mencerminkan efisiensi yang sangat tinggi untuk lahan pekarangan dimana vegetasi yang beragam dari tanaman sayur hingga tanaman peneduh bekerja dalam proses sekuestrasi karbon. Adanya selisih 45,75 kg CO₂/hari menunjukkan emisi masih lebih tinggi daripada serapan, namun kehadiran ekosistem teknoekologis pada pekarangan terbukti memperkecil beban karbon yang terlepas ke atmosfer.



Gambar 3. Lahan Ekotani Mandala
(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025)

Ketidakseimbangan sebesar 8,92% ini menjadi indikator bahwa peningkatan mobilitas yang sangat tinggi memerlukan upaya mitigasi yang lebih masif. Hal ini perlu didukung dengan adanya partisipasi dan kesadaran dari masyarakat sekitar. Ekotani Mandala berupaya untuk

meningkatkan kualitas ekologi sekitar dengan menerapkan konsep teknoekologis. Teknoekologis merupakan konsep pertanian berkelanjutan yang menggunakan teknologi tepat guna dengan penerapannya yang sejalan dengan konsep ekologis dan menjaga keseimbangan ekosistem sekitar dengan memperhatikan berbagai aspek, dari ekonomi, sosial dan lingkungan (Guntoro, 2011).

Dalam proses budidaya dengan konsep teknoekologis perlu disertai dengan aspek sosial meliputi kesejahteraan dan ketahanan pangan masyarakat, dimana kebun pertanian kota dapat meningkatkan ketersediaan dan konsumsi sayur-buah untuk mengurangi kerawanan pangan (Ilieva et al., 2022). Keterlibatan, partisipasi dan rasa memiliki meningkatkan keberhasilan penanaman dari tahap perencanaan, penentuan jenis tanaman hingga pemeliharaan (Lazos-Chavero et al., 2016). Nilai norma dan budaya dalam pentingnya menjaga tradisi dan identitas lokal terhadap pertanian mempengaruhi kuat dalam proses penerimaan dan adopsi bentuk penanaman pohon pada kalangan masyarakat (Fleming et al., 2019). Hal penting lainnya adalah akses bibit, kejelasan aturan, tata kelola yang transparan menjadi pendukung pada pembangunan pertanian

berkelanjutan yang sejalan dengan konsep pengurangan emisi gas karbon yang dihasilkan oleh masyarakat itu sendiri (S. Ahmad et al., 2023).

Kesimpulan

Implementasi konsep teknoekologis di Ekotani Mandala menunjukkan tingkat ketercapaian tinggi dimana lahan pekarangan mampu menyerap 466,55 kg CO₂/hari atau mengompensasi 91,07% dari total emisi harian kendaraan sekitar. Metode yang diterapkan terbukti relevan dan bisa menjawab tantangan tingginya jejak karbon akibat mobilitas yang semakin meningkat dengan tanaman penyerap karbon terbesar adalah bambu. Pertanian teknoekologis pada lahan pekarangan memberikan dampak nyata pada kualitas lingkungan sekaligus memberikan manfaat utama sebagai ketahanan pangan. Perlu dilakukan optimalisasi densitas tanaman dan penguatan tata kelola dengan konsep teknoekologis untuk menutup celah emisi yang tersisa dengan keberlanjutan program dengan lingkup yang lebih luas.

Kegiatan ini meningkatkan kesadaran dan antusiasme masyarakat pengelola dalam mengadopsi konsep teknoekologis dalam keberhasilan mitigasi perubahan iklim pada area urban. Sebagai tindak lanjut, pertanian teknoekologis skala rumah tangga dapat direplikasi oleh warga sebagai solusi pengurangan emisi karbon di kawasan yang

padat mobilitas yang sekaligus mendukung kemandirian pangan.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Ekotani Mandala yang menjadi wadah untuk menerapkan sistem pertanian teknoekologis dengan berbagai ilmu baru. Terima kasih kepada Universitas Padjadjaran yang telah memberikan wadah untuk eksplorasi ilmu pertanian teknoekologis di wilayah kampus sehingga bisa bermanfaat untuk masyarakat sekitar.

Daftar Pustaka

- Ahmad, F., Kusumiyati, K., Arief Soleh, M., Rabnawaz Khan, M., & Siti Sundari, R. (2025). Microclimates growing and watering volumes influences the physiological traits of chili pepper cultivars in combating abiotic stress. *Scientific Reports*, 15(1), 4183. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87262-7>
- Ahmad, S., Xu, H., & Ekanayake, E. M. B. P. (2023). Socioeconomic Determinants and Perceptions of Smallholder Farmers towards Agroforestry Adoption in Northern Irrigated Plain, Pakistan. *Land*, 12(4), 813. <https://doi.org/10.3390/land12040813>
- Besar, N. A., Suardi, H., Phua, M.-H., James, D., Mokhtar, M. Bin, & Ahmed, M. F. (2020). Carbon Stock and Sequestration Potential of an Agroforestry System in Sabah, Malaysia. *Forests*, 11(2), 210. <https://doi.org/10.3390/f11020210>
- Dugaya, D., Srirag, S., Kumar Pandey, A., Paul, A., Dev Shukla, D., Deo, K., Sharma, N., Verma, S., Nagaria, S.,

- Guhaprasad, S., & Chaudhry, P. (2020). Carbon Sequestration Potential of Trees Planted Along Roadsides: A Case From Bhopal City, India. *International Journal of Environment*, 9(2), 104–119. <https://doi.org/10.3126/ije.v9i2.32537>
- Farukh, M. A., Rani, K., Nashif, S. M., Khatun, R., Toma, L. T., Hyakumura, K., & Islam, K. K. (2023). Carbon Stock Mapping Utilizing Accumulated Volume of Sequestered Carbon at Bangladesh Agricultural University, Bangladesh. *Sustainability*, 15(5), 4300. <https://doi.org/10.3390/su15054300>
- Fleming, A., O'Grady, A. P., Mendham, D., England, J., Mitchell, P., Moroni, M., & Lyons, A. (2019). Understanding the values behind farmer perceptions of trees on farms to increase adoption of agroforestry in Australia. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0555-5>
- Gelaye, Y., & Getahun, S. (2024). A review of the carbon sequestration potential of fruit trees and their implications for climate change mitigation: The case of Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2294544>
- Gessler, A., & Zweifel, R. (2024). Beyond source and sink control – toward an integrated approach to understand the carbon balance in plants. *New Phytologist*, 242(3), 858–869. <https://doi.org/10.1111/nph.19611>
- Guntoro, S. (2011). *Saatnya menerapkan pertanian tekno-ekologis*. Agromedia.
- Ilieva, R. T., Cohen, N., Israel, M., Specht, K., Fox-Kämper, R., Fargue-Lelièvre, A., Ponizy, L., Schoen, V., Caputo, S., Kirby, C. K., Goldstein, B., Newell, J. P., & Blythe, C. (2022). The Socio-Cultural Benefits of Urban Agriculture: A Review of the Literature. *Land*, 11(5), 622. <https://doi.org/10.3390/land11050622>
- KLHK. (2022). *Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK)*.
- Lazos-Chavero, E., Zinda, J., Bennett-Curry, A., Balvanera, P., Bloomfield, G., Lindell, C., & Negra, C. (2016). Stakeholders and tropical reforestation: challenges, trade-offs, and strategies in dynamic environments. *Biotropica*, 48(6), 900–914. <https://doi.org/10.1111/btp.12391>
- Livingston, C., & Lincoln, N. K. (2023). Determining Allometry and Carbon Sequestration Potential of Breadfruit (*Artocarpus altilis*) as a Climate-Smart Staple in Hawai'i. *Sustainability*, 15(22), 15682. <https://doi.org/10.3390/su152215682>
- McNamara, K. E., & Buggy, L. (2017). Community-based climate change adaptation: a review of academic literature. *Local Environment*, 22(4), 443–460. <https://doi.org/10.1080/13549839.2016.1216954>
- Setiawan, I. C., Indarto, & Deendarlianto. (2019). Reducing CO 2 Emissions from Land Transport Sector in Indonesia: Case Study Automobiles Sector. *Journal of Physics: Conference Series*, 1167, 012008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1167/1/012008>
- Siddique, I. A., Grados, D., Chen, J., Lærke, P. E., & Jørgensen, U. (2023). Soil organic carbon stock change following perennialization: a meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(5), 58. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00912-w>
- Wijayanto, N., & Prasetyo, A. (2021). Struktur Vegetasi, Komposisi, dan Serapan Karbon Pekarangan Di Desa Duyung, Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto. *Journal of Tropical Silviculture*, 12(3), 144–150. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.12.3.144-150>