

Evaluasi Potensi Pertanian Perkotaan Berdasarkan Karakteristik Fisik Tanah di Wilayah Samarinda Ulu dan Samarinda Utara, Kalimantan Timur

**Arum Sekar Kedhaton^{1*}, Hizwatin Maulidya¹, Yuliana Devina Angela Jane¹, Juwari¹
Prince Clinton Immanuel Christian Damanik²**

¹Departemen Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Kependidikan, Universitas Mulawarman

²Departemen Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Jakarta

Email: arumsekar@fkip.unmul.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan karakteristik fisik tanah di dua wilayah Kota Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara sebagai dasar evaluasi potensi pertanian perkotaan. Parameter fisik tanah yang diamati meliputi tekstur, struktur, warna, dan konsistensi tanah. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif untuk menganalisis perbedaan karakteristik fisik tanah di Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di Kecamatan Samarinda Ulu memiliki tekstur lempung berpasir halus, struktur remah kecil, dan warna *olive brown* (2.5Y 4/4), sedangkan tanah di Samarinda Utara bertekstur agak kasar, struktur gumpal bersudut, dan warna *reddish brown* (5YR 4/4). Perbedaan karakteristik ini menunjukkan variasi kemampuan retensi air dan drainase yang memengaruhi kesesuaian tanaman. Tanah di Kecamatan Samarinda Ulu lebih sesuai untuk tanaman hortikultura, sementara tanah di Kecamatan Samarinda Utara cocok untuk tanaman tahan kering. Kajian ini memberikan informasi penting bagi pengembangan pertanian perkotaan berkelanjutan di wilayah tropis lembab.

Kata kunci: Fisik Tanah, Kalimantan Timur, Pertanian Perkotaan, Samarinda Ulu, Samarinda Utara

Abstract

This study aims to analyze and compare the physical characteristics of soils in two districts of Samarinda City, Samarinda Ulu and Samarinda Utara as a basis for evaluating urban agricultural potential. The observed soil physical parameters include texture, structure, color, and consistency. A descriptive-comparative approach was employed to examine the differences in soil physical characteristics between the two locations. The results showed that soils in Samarinda Ulu have a fine sandy loam texture, small crumb structure, and olive brown color (2.5Y 4/4), whereas soils in Samarinda Utara exhibit a slightly coarser texture, angular blocky structure, and reddish brown color (5YR 4/4). These differences indicate variations in water retention and drainage capacity that affect crop suitability. Soils in Samarinda Ulu are more suitable for horticultural crops, while those in Samarinda Utara are better suited for drought-tolerant plants. This study provides essential information for the development of sustainable urban agriculture in humid tropical regions.

Keywords: Physical Soil, East Kalimantan, Urban Agriculture, Samarinda Ulu, Samarinda Utara

PENDAHULUAN

Pertanian perkotaan menjadi strategi krusial dalam memenuhi kebutuhan pangan di tengah pesatnya urbanisasi dan keterbatasan lahan (Cahyanto & Murwanti, 2022). Fenomena ini mendorong pengembangan sistem pertanian yang adaptif terhadap lingkungan perkotaan, termasuk pemanfaatan lahan sempit dan tidak produktif (Kamaruddin, 2023; Lukmanul, 2021). Dalam konteks ini, kota-kota besar seperti Samarinda, yang mengalami pertumbuhan populasi signifikan, menghadapi tantangan serius terkait ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya lahan (Wulandari *et al.*, 2023). Urbanisasi di Indonesia telah meningkat pesat, dengan prediksi mencapai 77.1% pada tahun 2045 dan mencapai 57.9% pada tahun 2022 (Giyarsih *et al.*, 2024).

Pertumbuhan populasi perkotaan ini memicu peningkatan permintaan pangan (Putra *et al.*, 2020) dan transformasi pola konsumsi dari sereal ke produk hewani, sayuran, dan buah-buahan (Colozza *et al.*, 2023; Putra *et al.*, 2020). Urbanisasi yang pesat dan alih fungsi lahan pertanian secara signifikan telah mengubah kondisi tanah di perkotaan, menimbulkan urgensi untuk memahami sifat fisik tanah guna menjamin produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian (Paradelo *et al.*, 2024; Pratomo & Wijayanti, 2023; Yurike *et al.*, 2022). Tekstur tanah, sebagai contoh, secara langsung memengaruhi kapasitas retensi air dan aerasi tanah, yang merupakan faktor penentu utama pertumbuhan tanaman (Solekhah *et al.*, 2024). Struktur tanah, di sisi lain, memengaruhi permeabilitas, drainase, dan stabilitas agregat tanah, yang esensial untuk perkembangan akar dan aktivitas mikroorganisme (Pane *et al.*, 2023; Setyanto *et al.*, 2023).

Mengingat peran fundamental sifat fisik tanah ini, penelitian ini berfokus pada komparasi karakteristik fisik tanah di dua wilayah perkotaan Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara untuk menyajikan data dasar yang komprehensif bagi perencanaan pertanian perkotaan yang berkelanjutan (Bachtiar *et al.*, 2020; Saida *et al.*, 2023). Peningkatan alih fungsi lahan pertanian menjadi non-pertanian akibat urbanisasi yang pesat semakin mempertegas urgensi studi karakteristik tanah untuk pertanian berkelanjutan (Pratomo & Wijayanti, 2023; Yurike *et al.*, 2022). Isu ini menjadi sangat relevan mengingat tantangan swasembada pangan yang dihadapi Indonesia, dengan pengurangan lahan pertanian produktif yang terus berlangsung (Adhitya *et al.*, 2013; Mulyono, 2023). Kajian ini berupaya mengisi kesenjangan pengetahuan dengan menyediakan kerangka kerja holistik untuk penilaian kualitas tanah sub-regional yang mempertimbangkan dinamika perubahan lahan di perkotaan. Melalui pemetaan sifat tanah

dan karakteristik biofisik lainnya, informasi penting dapat dihasilkan untuk mengarahkan penggunaan lahan pertanian berkelanjutan dan menjaga ekonomi teritorial (Richiedei *et al.*, 2024). Studi ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pemerintah kota Samarinda dalam merumuskan kebijakan tata ruang yang mendukung pengembangan pertanian perkotaan, sejalan dengan upaya perlindungan lahan pertanian berkelanjutan (Baihaqi *et al.*, 2025; Miranti *et al.*, 2020).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif untuk menganalisis perbedaan karakteristik fisik tanah di dua wilayah dengan kondisi morfologi berbeda di Kota Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2025 dengan mempertimbangkan perbedaan topografi kedua lokasi. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara *purposive sampling* pada lapisan atas untuk memastikan data yang representatif. Alat yang digunakan meliputi sekop tanah, plastik sampel, *Munsell Soil Color Chart*, serta kamera dan GPS untuk dokumentasi lapangan.

Parameter karakteristik fisik tanah yang diamati mencakup tekstur tanah, struktur tanah, warna tanah, dan konsistensi tanah. Tekstur tanah diidentifikasi melalui uji sentuh dan visual untuk menentukan proporsi fraksi pasir, debu, dan liat (Ungaro *et al.*, 2025). Struktur tanah diamati berdasarkan bentuk dan ukuran agregat. Warna tanah diidentifikasi menggunakan *Munsell Soil Color Chart* pada kondisi lembab (Baek *et al.*, 2023). Konsistensi tanah diuji pada kondisi basah, lembab, dan kering untuk menilai plastisitas dan kelekatan (Zheng *et al.*, 2021). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif komparatif melalui perbandingan hasil antar lokasi dan interpretasi faktor pembentuk tanah, meliputi bahan induk, iklim, topografi, organisme, dan waktu. Kombinasi faktor-faktor tersebut digunakan untuk menjelaskan variasi karakteristik fisik tanah (Paradelo *et al.*, 2025) serta mengevaluasi potensi kesesuaian lahan bagi pengembangan pertanian perkotaan di Kota Samarinda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Tanah di Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan adanya variasi karakteristik fisik tanah antara Kecamatan Samarinda Ulu dan Kecamatan Samarinda Utara. Secara umum, perbedaan kondisi topografi, bahan induk, dan drainase menyebabkan variasi nyata dalam

warna, tekstur, struktur, dan konsistensi tanah di kedua wilayah seperti yang disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komparasi Karakteristik Fisik Tanah di Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara

Kecamatan	Parameter Fisik Tanah					
	Warna	Tekstur	Struktur	Konsistensi		
				Basah	Lembab	Kering
Samarinda Ulu	<i>Olive brown</i> (2.5Y 4/4)	Lempung berpasir	Gumpal bersudut	Lekat	Sedang	Lemah
Samarinda Utara	<i>Reddish brown</i> (5YR 4/4)	Debu berpasir	Remah	Lekat	Sedang	Kuat

Sumber: Data primer, 2025

Tanah di Samarinda Ulu cenderung diasosiasikan dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi dan drainase yang baik, mengindikasikan potensi kesuburan tanah yang lebih baik (Ghimire et al., 2024). Sebaliknya, tanah di Samarinda Utara umumnya menunjukkan dominasi oksida besi, yang walaupun bisa mengindikasikan kondisi teroksidasi yang baik, juga dapat bervariasi dalam kandungan bahan organiknya (Dotto et al., 2020; Holdridge et al., 2022). Tekstur tanah di Samarinda Ulu menunjukkan keseimbangan antara retensi air dan drainase yang baik, menjadikannya ideal untuk pertumbuhan berbagai tanaman karena ketersediaan air yang memadai dan aerasi yang optimal (Eyong & Ofem, 2020; Perera et al., 2020). Sementara itu, tekstur tanah di Samarinda Utara memiliki kapasitas menahan air yang baik karena partikel debu yang lebih kecil (Green et al., 2022; Ponzoni et al., 2021). Namun, tanah dengan tekstur dominan debu atau pasir cenderung memiliki kandungan bahan organik yang lebih rendah dan stabilitas agregat yang rendah, yang dapat memengaruhi kesuburan dan produktivitas (Alghamdi et al., 2023; Hohenbrink et al., 2023; Sharifi et al., 2021).

Struktur tanah di Samarinda Ulu dapat memengaruhi permeabilitas air dan penetrasi akar, seringkali mengindikasikan pemadatan atau kandungan lempung yang lebih tinggi yang dapat membatasi pertumbuhan tanaman (Frene et al., 2024). Struktur tanah di Samarinda Utara sangat baik dalam pertanian karena berkontribusi pada aerasi yang sangat baik, infiltrasi air yang optimal, dan lingkungan yang kondusif bagi perkembangan akar dan aktivitas mikroorganisme tanah (Bodner et al., 2021; Ngolo et al., 2023). Konsistensi tanah di Samarinda Ulu menunjukkan sifat lekat, sedang, lemah pada kondisi basah, lembab, dan kering. Analisis ini mengindikasikan bahwa tanah mudah melekat saat jenuh air, menunjukkan stabilitas menengah saat lembab, dan relatif lunak ketika kering.

Karakteristik ini secara kolektif menandakan plastisitas sedang dan kemudahan dalam pengolahan tanah, yang diinginkan untuk aktivitas pertanian karena berkorelasi dengan friabilitas dan workabilitas tanah yang baik (Ketena *et al.*, 2025). Sebaliknya, tanah di Samarinda Utara memiliki konsistensi lekat, sedang, kuat, di mana kondisi kuat saat kering menunjukkan ketahanan agregat tanah terhadap gaya eksternal (Paradelo *et al.*, 2024). Tingkat kekompakan yang lebih tinggi ini, kemungkinan diakibatkan oleh dominasi fraksi debu dan pasir, dapat menyebabkan penurunan porositas signifikan saat kehilangan kadar air (Yu *et al.*, 2023). Kondisi tanah yang padat dan berkurangnya porositas membatasi penetrasi dan perkembangan akar tanaman karena peningkatan resistensi mekanik dan hambatan difusi gas (Frene *et al.*, 2024; Zhu *et al.*, 2024).

Implikasi Kondisi Fisik Tanah Terhadap Potensi Pertanian Perkotaan

Hasil komparasi karakteristik fisik tanah antara Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara menunjukkan bahwa kondisi fisik tanah memiliki pengaruh langsung terhadap potensi pengembangan pertanian perkotaan. Berdasarkan analisis kesesuaian lahan, Kecamatan Samarinda Ulu dapat dikategorikan sebagai area dengan kesesuaian tinggi–sedang. Adapun, Kecamatan Samarinda Utara termasuk kesesuaian sedang–rendah untuk pertanian perkotaan.

Kondisi tanah di Kecamatan Samarinda Ulu sesuai untuk tanaman menjadikannya cocok untuk tanaman berumur pendek seperti sawi, kangkung, bayam, cabai, dan tomat. Kondisi tersebut juga menguntungkan untuk pengembangan sistem pertanian *urban farming* berbasis media tanah, seperti *raised bed garden* dan *rooftop farming* yang mulai banyak diterapkan di wilayah perkotaan (Drottberger *et al.*, 2023; Song *et al.*, 2022). Sebaliknya, Samarinda Utara memiliki keterbatasan dari segi kemampuan menahan air dan ketebalan horizon atas, sehingga lebih sesuai untuk sistem pertanian ekstensif dengan tanaman tahan kekeringan seperti singkong, jagung, dan kacang tanah (Gómez-Villarino & Briz, 2022; Pichakum & Pichakum, 2021), serta membutuhkan strategi pengelolaan air agar tetap produktif.

Perbedaan struktur dan konsistensi memberikan arah praktis bagi strategi konservasi. Struktur tanah di Kecamatan Samarinda Ulu cenderung menyebabkan pemadatan jika sering diinjak atau diolah tanpa penambahan bahan organik, sehingga dianjurkan penerapan pengolahan minimum disertai penggunaan pembenah fisik tanah seperti kompos dan arang sekam untuk meningkatkan aerasi dan stabilitas agregat (Negiş *et al.*, 2019; Obalum *et al.*, 2019). Sementara itu, struktur remah di Samarinda Utara

bersifat mudah hancur saat kering, sehingga diperlukan perlindungan permukaan tanah melalui penerapan mulsa organik untuk menjaga kelembapan dan mengurangi erosi permukaan (Jiang *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024; Musei *et al.*, 2024). Strategi adaptif ini memungkinkan setiap wilayah mengoptimalkan potensi tanah tanpa mengubah karakteristik alaminya.

Kondisi tanah di Kecamatan Samarinda Utara memerlukan inovasi berbasis konservasi air dan pengelolaan kelembapan mikro. Tanah bertekstur kasar dengan drainase cepat dapat diperbaiki melalui penerapan mulsa organik (Wang *et al.*, 2021), penggunaan arang sekam (Upadhyay *et al.*, 2024), dan sistem irigasi tetes yang efisien (Farah *et al.*, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan pembenah fisik pada tanah berpasir, seperti biochar, dapat meningkatkan kapasitas air tersedia hingga 30% (Gluba *et al.*, 2021), serta menurunkan kehilangan air permukaan (Wang *et al.*, 2021).

Implikasi praktis dari hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pengelolaan tanah berbasis kesesuaian lokasi (*site-specific soil management*) untuk mewujudkan pertanian perkotaan berkelanjutan. Pemerintah Kota Samarinda bersama akademisi dapat berperan dalam menyusun peta kesesuaian lahan pertanian perkotaan berbasis data karakteristik fisik tanah, sehingga pengambilan keputusan pembangunan lebih terarah. Selain itu, kolaborasi dengan masyarakat melalui edukasi urban farming perlu diperluas agar pemanfaatan tanah di pekarangan, taman, dan lahan kosong dapat dilakukan secara produktif namun tetap memperhatikan kapasitas fisik tanah setempat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik fisik tanah antara Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara memiliki variasi akibat perbedaan morfologi, topografi, dan kondisi drainase. Tanah di Samarinda Ulu berwarna *olive brown* (2.5Y 4/4) dengan tekstur lempung berpasir dan struktur gumpal bersudut, yang menunjukkan keseimbangan antara kemampuan retensi air dan aerasi yang baik. Sebaliknya, tanah di Samarinda Utara berwarna *reddish brown* (5YR 4/4), bertekstur debu berpasir, dan berstruktur remah, yang menunjukkan drainase cepat dan kelembapan rendah. Kondisi ini berimplikasi terhadap kemampuan tanah dalam mendukung jenis tanaman yang berbeda. Samarinda Ulu lebih sesuai untuk tanaman hortikultura berumur pendek seperti sawi, kangkung, dan cabai, sementara Samarinda Utara lebih potensial untuk tanaman tahan kekeringan seperti singkong, jagung, dan kacang tanah.

Hasil ini menegaskan bahwa pengembangan pertanian perkotaan di Kota Samarinda harus mempertimbangkan kesesuaian lahan berbasis karakteristik fisik tanah untuk menjamin produktivitas dan keberlanjutan lingkungan. Diperlukan strategi pengelolaan tanah spesifik lokasi (*site-specific soil management*) untuk mengoptimalkan fungsi agronomis kedua wilayah. Penyusunan peta kesesuaian lahan pertanian perkotaan dibutuhkan sebagai dasar perencanaan zonasi produktif dan konservatif. Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, dan masyarakat akan memperkuat ketahanan pangan lokal sekaligus mewujudkan pertanian perkotaan berkelanjutan di wilayah tropis lembap seperti Kota Samarinda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, F. W., Hartono, D., & Awirya, A. A. (2013). Determinan Produktivitas Lahan Pertanian Subsektor Tanaman Pangan Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 14(1), 110. <https://doi.org/10.23917/jep.v14i1.165>
- Alghamdi, A. G., Majrashi, M. A., & Ibrahim, H. M. (2023). Improving the Physical Properties and Water Retention of Sandy Soils by the Synergistic Utilization of Natural Clay Deposits and Wheat Straw. *Sustainability*, 16(1), 46. <https://doi.org/10.3390/su16010046>
- Bachtiar, T., Nurrobifahmi, N., Citraresmini, A., & Flatian, A. N. (2020). Teknik Isotop ¹⁵N untuk Mengevaluasi Pengaruh Biochar dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Serapan Nitrogen Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 43(2), 139. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n2.2019.139-145>
- Baek, S.-H., Park, K.-H., Jeon, J.-S., & Kwak, T.-Y. (2023). A Novel Method for Calibration of Digital Soil Images Captured under Irregular Lighting Conditions. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/s23010296>
- Baihaqi, M. G., Kusuma, R. S. B. G., Ozora, F. A., & Ajesbiah, T. R. (2025). Transformasi Penataan Ruang Daerah: Tantangan Dan Peluang Menuju Pembangunan Berkelanjutan. *Deleted Journal*, 7(2), 82–91. <https://doi.org/10.36985/mf19e110>
- Bodner, G., Mentler, A., & Keiblinger, K. (2021). Plant Roots for Sustainable Soil Structure Management in Cropping Systems. *The Root Systems in Sustainable Agricultural Intensification*, 45–90. <https://doi.org/10.1002/9781119525417.ch3>
- Cahyanto, T. A., & Murwanti, R. (2022). Pembinaan Budidaya Pertanian Berbasis Smart Vertical Farming Untuk Pemanfaatan Lahan Sempit Di Daerah Perumahan. *INTEGRITAS Jurnal Pengabdian*, 6(1), 155. <https://doi.org/10.36841/integritas.v6i1.1533>
- Colozza, D., Wang, Y., & Avendaño, M. (2023). Does urbanisation lead to unhealthy diets? Longitudinal evidence from Indonesia. *Health & Place*, 83, 103091. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.103091>
- Dotto, A. C., Demattê, J. A. M., Rossel, R. A. V., & Rizzo, R. (2020). Soil environment grouping system based on spectral, climate, and terrain data: a quantitative branch

- of soil series. *SOIL*, 6(1), 163–177. <https://doi.org/10.5194/soil-6-163-2020>
- Drottberger, A., Zhang, Y., Yong, J. W. H., & Dubois, M.-C. (2023). Urban farming with rooftop greenhouses: A systematic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113884. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113884>
- Eyong, M. O., & Ofem, K. I. (2020). Soil Mechanical Composition and Texture as Indices for On-site and Field Precise Choice of Land Use Type to Adopt. *Asian Soil Research Journal*, 28–43. <https://doi.org/10.9734/asrj/2020/v4i330094>
- Farah, A. H., Al-Ghobari, H. M., El-Abedin, T. K. Z., Alrasasimah, M. S., & El-Shafei, A. A. (2021). Impact of Partial Root Drying and Soil Mulching on Squash Yield and Water Use Efficiency in Arid. *Agronomy*, 11(4), 706. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040706>
- Frene, J. P., Pandey, B. K., & Castrillo, G. (2024). Under pressure: elucidating soil compaction and its effect on soil functions. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06573-2>
- Ghimire, S., Ojha, R. B., Shrivastav, C., Bhatta, S., & Panday, D. (2024). Profile distribution and edaphic controls of soil organic carbon in dominant soil orders of Chitwan, Nepal. *Carbon Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44246-024-00139-8>
- Giyarsih, S. R., Armansyah, A., Zaelany, A. A., Latifa, A., Setiawan, B., Saputra, D. N., Haqi, M., Lamijo, L., & Fathurohman, A. (2024). Interrelation of urban farming and urbanization: an alternative solution to urban food and environmental problems due to urbanization in Indonesia. *Frontiers in Built Environment*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1192130>
- Gluba, Ł., Rafalska-Przysucha, A., Szewczak, K., Łukowski, M., Szlązak, R., Vitková, J., Kobyłecki, R., Bis, Z., Wichliński, M., Zarzycki, R., Kacprzak, A., & Usowicz, B. (2021). Effect of Fine Size-Fractionated Sunflower Husk Biochar on Water Retention Properties of Arable Sandy Soil. *Materials*, 14(6), 1335. <https://doi.org/10.3390/ma14061335>
- Gómez-Villarino, M. T., & Briz, T. (2022). With sustainable use of local inputs, urban agriculture delivers community benefits beyond food. *California Agriculture*, 1–10. <https://doi.org/10.3733/ca.2022a0013>
- Green, D., Rezanezhad, F., Jordan, S. F., Wagner-Riddle, C., Henry, H. A. L., Slowinski, S., & Cappellen, P. Van. (2022). Effects of winter pulsed warming and snowmelt on soil nitrogen cycling in agricultural soils: A lysimeter study. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1020099>
- Hohenbrink, T. L., Jackisch, C., Durner, W., Germer, K., Iden, S. C., Kreiselmeier, J., Leuther, F., Metzger, J. C., Naseri, M., & Peters, A. (2023). Soil water retention and hydraulic conductivity measured in a wide saturation range. *Earth System Science Data*, 15(10), 4417–4432. <https://doi.org/10.5194/essd-15-4417-2023>
- Holdridge, G., Simpson, I. A., Lichtenberger, A., Raja, R., Kinnaird, T., Sanderson, D. C. W., & Kristiansen, S. M. (2022). Urban gardens in Antiquity. *Journal of Archaeological Science Reports*, 46, 103633. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103633>
- Jiang, H., Guo, H., Sun, Z., Yan, X., Zha, J., Zhang, H., & Li, S. (2023). Urban-rural

- disparities of carbon storage dynamics in China's human settlements driven by population and economic growth. *Science of the Total Environment*, 871(February), 162092. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162092>
- Kamaruddin, C. A. (2023). Pemberdayaan Lahan Sempit Bagi Masyarakat Perkotaan dalam Meningkatkan Minat Berwirausaha pada Subsektor Usaha Tani Perkotaan. *Journal of Economic Education and Entrepreneurship Studies*, 4(2), 565–583. <https://doi.org/10.26858/je3s.v4i2.1154>
- Ketena, S., Gebresenbet, G., Kolhe, K. P., Mathewos, M., & Seifu, Y. (2025). Soil tillage interactions study based on workability and draft power efficiency. *Discover Agriculture*, 3(1), 182. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00350-0>
- Li, J., Li, J., Nassani, A. A., Naseem, I., & Zaman, K. (2024). The impact of women's empowerment and access to finance on greenhouse gas emissions: A framework for securing environmental tranquility. *Borsa Istanbul Review*, 24(2), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2024.01.008>
- Lukmanul, A. (2021). Urban Farming Metode Teknologi Dan Inovasi Baru Pada Pertanian Perkotaan (Urban Farming Technology And Methods New Innovations In Urban Agriculture). *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3782290>
- Miranti, S. A., Setiadi, H., & Erthalia, M. (2020). Mapping Potential Area of Sustainable Food Agriculture Area in Somba Opu Sub-District, Gowa Regency. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 436(1), 12009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/436/1/012009>
- Mulyono, J. (2023). Implementasi Program Pengembangan Food Estate Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Analis Kebijakan*, 7(1), 13–28. <https://doi.org/10.37145/jak.v7i1.599>
- Musei, S. K., Kuyah, S., Nyawira, S. S., Ng'ang'a, S. K., Karugu, W., Smucker, A. J. M., & Nkurunziza, L. (2024). Sandy soil reclamation technologies to improve crop productivity and soil health: a review. In *Frontiers in Soil Science* (Vol. 4). Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2024.1345895>
- Negiş, H., Şeker, C., Gümüş, İ., Manirakiza, N., & Mücevher, O. (2019). Effects of Biochar and Compost Applications on Penetration Resistance and Physical Quality of a Sandy Clay Loam Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(1), 38–44. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1695819>
- Ngolo, A. O., de Oliveira, F. S., de Oliveira, M. F., & Fernandes, R. B. A. (2023). Microstructural changes in Oxisols under long-term different management systems. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 47. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20230051>
- Obalum, S. E., Uteau, D., & Peth, S. (2019). Reduced tillage and compost effects on soil aggregate stability of a silt-loam Luvisol using different aggregate stability tests. *Soil and Tillage Research*, 189, 217–228. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.02.002>
- Pane, K. N., Walida, H., Saragih, S. H. Y., & Dalimunthe, B. A. (2023). Analisis Karakteristik Sifat Biologi Tanah Ultisol Setelah Di Inkubasi Dengan Kompos Limbah Buah Dan Sayuran. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2), 85–90. <https://doi.org/10.47662/alulum.v11i2.466>

- Paradelo, R., Herbón, C., & Barral, M. T. (2024). Physical properties of the urban soils of Santiago de Compostela (Spain). *Journal of Soils and Sediments*. <https://doi.org/10.1007/s11368-024-03833-7>
- Paradelo, R., Herbón, C., & Barral, M. T. (2025). Physical properties of the urban soils of Santiago de Compostela (Spain). *Journal of Soils and Sediments*, 25(2), 462–471. <https://doi.org/10.1007/s11368-024-03833-7>
- Perera, K. H. K., Udeshani, C., Piyathilake, I. D. U. H., Wimalasiri, G. E. M., Kadupitiya, H. K., Udayakumara, E. P. N., & Gunatilake, S. K. (2020). Assessing soil quality and soil erosion hazards in the Moneragala District, Sri Lanka. *SN Applied Sciences*, 2(12). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03926-1>
- Pichakum, N., & Pichakum, A. (2021). Evaluating the Drought Endurance of Landscaping Ground Cover Plants in a Roof Top Model. *Horticulturae*, 7(2), 31. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020031>
- Ponzoni, E., Nocilla, A., & Jommi, C. (2021). Determination of Water Retention Properties of Silty Sands by Means of Combined Commercial Techniques. *Geosciences*, 11(8), 315. <https://doi.org/10.3390/geosciences11080315>
- Pratomo, R. A., & Wijayanti, E. (2023). Strategi Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian Tanaman Pangan di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 19(3). <https://doi.org/10.14710/pwk.v19i3.44533>
- Putra, A. S., Tong, G., & Pribadi, D. O. (2020). Food Security Challenges in Rapidly Urbanizing Developing Countries: Insight from Indonesia. *Sustainability*, 12(22), 9550. <https://doi.org/10.3390/su12229550>
- Richiedei, A., Giuliani, M. V., & Pezzagno, M. (2024). Unveiling the Soil beyond Definitions: A Holistic Framework for Sub-Regional Soil Quality Assessment and Spatial Planning. *Sustainability*, 16(14), 6075. <https://doi.org/10.3390/su16146075>
- Saida, S., Putra, A., & Ibrahim, B. (2023). Analisis Sifat Kimia dan Evaluasi Kesuburan Tanah Pada Lahan Kering Di Kecamatan Eremerasa Kabupaten Bantaeng. *Savana Cendana*, 8(3), 84–91. <https://doi.org/10.32938/sc.v8i3.2107>
- Setyanto, D. P., Susanto, S., Setyawan, C., & Zaki, M. K. (2023). GIS-Based Analysis of Land Suitability for Rice Production in Food Buffer Area of New Capital City Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 468, 8004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346808004>
- Sharifi, A., Shirani, H., Besalatpour, A. A., Esfandiarpour-Boroujeni, I., & Hajabbasi, M. A. (2021). High-energy moisture characteristics of various low organic matter sandy soils in different land uses. *Geoderma*, 398, 115104. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115104>
- Solekhah, B. A., Priyadarshini, R., & Maroeto, M. (2024). Kajian Pola Distribusi Tekstur terhadap Bahan Organik pada Berbagai Penggunaan Lahan. *Agro Bali Agricultural Journal*, 7(1), 256–265. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i1.1571>
- Song, S., Cheong, J. C., Lee, J. S. H., Tan, J. K. N., Chiam, Z., Arora, S., Png, K. J. Q., Seow, J. W. C., Leong, F. W. S., Palliwal, A., Biljecki, F., Tablada, A., & Tan, H. T. W. (2022). Home gardening in Singapore: A feasibility study on the utilization of the vertical space of retrofitted high-rise public housing apartment buildings to increase urban vegetable self-sufficiency. *Urban Forestry & Urban Greening*, 78,

127755. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127755>

- Ungaro, F., Tarocco, P., Aprea, A., Bazzocchi, S., & Calzolari, C. (2025). From Fertile Grounds to Sealed Fields: Assessing and Mapping Soil Ecosystem Services in Forlì's Urban Landscape (NE Italy). In *Land* (Vol. 14, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/land14040719>
- Upadhyay, V. K., Choudhary, K. K., & Agrawal, S. B. (2024). Use of biochar as a sustainable agronomic tool, its limitations and impact on environment: a review. In *Discover Agriculture* (Vol. 2, Issue 1). Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00033-2>
- Wang, B., Niu, J., Berndtsson, R., Zhang, L., Chen, X., Li, X., & Zhu, Z. (2021). Efficient organic mulch thickness for soil and water conservation in urban areas. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85343-x>
- Wulandari, R., Fahridho, M., & Tjale, M. M. (2023). The Potential for Development of Urban Farming in Supporting Agriculture Sustainability. *E3S Web of Conferences*, 444, 2044. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344402044>
- Yu, C., Mawodza, T., Atkinson, B. S., Atkinson, J. A., Sturrock, C. J., Whalley, W. R., Hawkesford, M. J., Cooper, H. V., Zhang, X., Zhou, H., & Mooney, S. J. (2023). The effects of soil compaction on wheat seedling root growth are specific to soil texture and soil moisture status. *Rhizosphere*, 29, 100838. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100838>
- Yurike, Y., Sugara, A., & Putri, A. D. (2022). Kajian Kesesuaian Alih Fungsi Lahan Pertanian Dalam Upaya Mendukung Ketahanan Pangan Di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu. *Naturalis Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 11(2), 171–176. <https://doi.org/10.31186/naturalis.11.2.24254>
- Zheng, K., Cheng, J., Xia, J., Liu, G., & Xu, L. (2021). Effects of Soil Bulk Density and Moisture Content on the Physico-Mechanical Properties of Paddy Soil in Plough Layer. In *Water* (Vol. 13, Issue 16). <https://doi.org/10.3390/w13162290>
- Zhu, X., Peng, W., Xie, Q., & Ran, E. (2024). Effects of Soil Compaction Stress Combined with Drought on Soil Pore Structure, Root System Development, and Maize Growth in Early Stage. In *Plants* (Vol. 13, Issue 22). <https://doi.org/10.3390/plants13223185>