

**PERBANDINGAN STATUS KESUBURAN TANAH DI DUA DATARAN TINGGI:
STUDI KASUS DESA DOULU (BERASTAGI) DAN DESA NALELA (TOBA)**

Mareben Sirait¹, Tania Sirait¹, Angga Ade Sahfitra^{1*}, Rannando²,
Raudha Anggraini Tarigan¹

¹Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area,
Jl. Kolam no 1, Medan Estate. Telp/fax : 061-77366878

²Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan,
Jl. Abdul Jalil, Pangkalan Kerinci, Riau. Telp/fax : 08117062023

*Email : anggasahfitra@staff.uma.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi status kesuburan tanah pada dua jenis lahan pertanian, yaitu lahan budidaya bawang merah di Desa Doulu, Kecamatan Berastagi, Kabupaten Karo, dan lahan sawah padi di Desa Nalela, Kecamatan Porsea, Kabupaten Toba Samosir, Provinsi Sumatera Utara. Metode penelitian yang digunakan meliputi survei lapangan, pengambilan sampel tanah secara acak, dan analisis laboratorium terhadap sifat fisik dan kimia tanah, termasuk pH, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB), kandungan C-organik, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta unsur hara lain seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Hasil analisis menunjukkan bahwa lahan bawang merah di Desa Doulu umumnya memiliki tingkat kesuburan sedang hingga rendah, ditandai oleh pH yang cenderung asam, rendahnya kadar bahan organik, nitrogen, dan fosfor, serta kemampuan tukar kation yang belum optimal. Sementara itu, lahan sawah di Desa Nalela menunjukkan pH sangat asam, KTK dan C-organik tergolong rendah hingga sangat rendah, serta kandungan fosfor dan kalium yang juga rendah. Berdasarkan evaluasi kesesuaian lahan, lahan pertanian di kedua wilayah dikategorikan dalam kelas S2 (cukup sesuai) hingga S3 (sesuai marginal), yang menandakan perlunya intervensi pengelolaan lahan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan pemupukan berimbang, penambahan bahan organik, perbaikan pH tanah, serta pengelolaan erosi untuk meningkatkan status kesuburan tanah dan mendukung keberlanjutan produksi pertanian di kedua desa.

Kata Kunci: Bawang Merah, Padi, Evaluasi Lahan, Kesuburan Tanah, Unsur Hara.

ABSTRACT

This study aims to disseminate the soil fertility status of two types of agricultural land, namely shallot cultivation land in Doulu Village, Berastagi District, Karo Regency, and rice field land in Nalela Village, Porsea District, Toba Samosir Regency, North Sumatra Province. The research methods used include field surveys, random soil sampling, and laboratory analysis of soil physical and chemical properties, including pH, cation exchange capacity (CEC), base saturation (KB), organic C content, nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), and other nutrients such as calcium (Ca) and magnesium (Mg). The results showed that the analysis of shallot land in Doulu Village had a moderate to low level, due to acidic pH, low levels of organic matter, nitrogen, and phosphorus, and suboptimal cation exchange capacity. Meanwhile, rice fields in Nalela Village showed very acidic pH, low to very low quality CEC and organic C, and low phosphorus and potassium content. Based on the land suitability evaluation, agricultural land in both areas is categorized in class S2 (quite suitable) to S3 (marginally suitable), which indicates the need for land management intervention. This study recommends the application of balanced fertilization, addition of organic matter, improvement of soil pH, and erosion management to improve soil fertility status and support the sustainability of agricultural production in both villages.

Keywords: Shallots, Rice, Land Evaluation, Soil Fertility, Nutrients.

PENDAHULUAN

Kesuburan tanah merupakan faktor penting menentukan keberhasilan usaha pertanian. Tanah subur menyediakan unsur hara esensial secara cukup dan tersedia bagi tanaman, sehingga mendukung pertumbuhan dan hasil optimal (Widodo & Subowo, 2021). Indikator utama kesuburan meliputi kandungan bahan organik, pH, serta unsur makro seperti N, P, dan K yang berperan penting dalam fisiologi tanaman (Syekhfani, 2020).

Indonesia sebagai negara agraris memiliki keragaman tanah tinggi. Letak geografisnya tropis dan di Cincin Api Pasifik menjadikan tanah muda seperti Andisol berpotensi besar untuk pertanian. Namun, degradasi kesuburan meluas akibat intensifikasi pertanian, ketidakseimbangan pupuk kimia, dan minimnya bahan organik (Yusuf & Maulana, 2021).

Komoditas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah produk hortikultura unggulan dengan permintaan pasar meningkat (Nurhayati *dkk.*, 2022). Produksi bawang merah di Desa Doulu—sentra produksi di Berastagi—menurun dari 12 t/ha (2019) menjadi 10 t/ha (2022), menunjukkan degradasi tanah, diduga akibat rendahnya hara dan erosi. Tanah dominan di sana adalah Andisol yang memerlukan pengelolaan intensif karena kandungan hara relatif rendah (Widodo & Subowo, 2021).

Sawah tadah hujan di Desa Nalela (Porsea, Toba) menghadapi tantangan serupa: hasil panen menurun akibat penggunaan pupuk kimia tinggi, bahan organik minim, dan tanah sangat asam—ditambah curah hujan tinggi dan pengelolaan lahan kurang optimal mempercepat degradasi (Purba *et al.*, 2022).

Kondisi ini menunjukkan pentingnya evaluasi kesuburan tanah sebagai dasar strategi pengelolaan lahan berkelanjutan. Tanpa data akurat kondisi tanah, intervensi pertanian bisa tidak efektif dan merusak lingkungan jangka panjang.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi karakteristik dan status kesuburan tanah pada dua agroekosistem kontras (lahan bawang merah di Doulu dan sawah tadah hujan di Nalela) untuk menghasilkan rekomendasi pengelolaan berbasis data.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: aquades dan sejumlah bahan kimia seperti larutan $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 pekat, larutan HCl, NaOH, dan indikator fenolftalein yang diperlukan untuk analisis sifat kimia tanah (Situmorang *et al.*, 2020).

Alat yang digunakan meliputi alat lapangan dan laboratorium. Alat lapangan terdiri atas: GPS untuk menentukan koordinat lokasi, meteran, cangkul, bor tanah (borlis), pH meter tanah, pisau tanah, konduktometer, kamera/telepon genggam, plastik sampel, karet pengikat, alat tulis, dan buku catatan.

Peralatan laboratorium yang digunakan dalam proses analisis sampel tanah mencakup: ayakan tanah (2 mm), botol film, shaker, timbangan analitik, labu ukur, kertas saring, gelas ukur, tabung Erlenmeyer, aquades, gelas beaker, batang pengaduk, dan pH meter laboratorium.

Desain Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan rancangan survei eksploratif yang bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik dan status kesuburan tanah di dua agroekosistem berbeda. Rancangan ini memungkinkan peneliti untuk mengamati, mencatat, dan menganalisis variabel tanpa manipulasi langsung terhadap lingkungan, serta memberikan gambaran objektif mengenai kondisi tanah di lokasi penelitian.

Data dikumpulkan melalui observasi lapangan dan analisis laboratorium terhadap sampel tanah yang diambil dari lapisan olah (0–20 cm). Parameter kimia tanah yang dianalisis meliputi pH tanah, kandungan karbon organik (C-organik), nitrogen total (N-total), fosfor (P) dan kalium (K) tersedia, kapasitas tukar kation (KTK), serta kandungan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Metode analisis mengacu pada standar terbaru seperti yang dijelaskan oleh Himawan *et al.* (2025) dan Mujiyo *et al.* (2023).

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, lalu dianalisis secara deskriptif menggunakan klasifikasi status kesuburan tanah berdasarkan pedoman terkini dari Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDL P, 2020) serta indeks kesuburan berbasis multivariat seperti Soil Fertility Index (Mujiyo *et al.*, 2023).

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan untuk penelitian awal yang dilakukan dilapangan dan laboratorium yaitu :

1. Seperti persiapan alat dan bahan yang akan diperlukan pada saat penelitian.
2. Survei lapangan adalah tahapan awal penelitian untuk mengetahui letak lokasi tanah sesuai dengan titik tempat pengambilan sampel.
3. Analisis Laboratorium adalah pengujian menganalisis pengambilan sampel tanah untuk mengetahui $\text{pH H}_2\text{O}$, C-Organik Tanah, N-Total, Fosfor, Kalium, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Dan magnesium (Mg),
4. Pengolahan data adalah proses untuk mengumpulkan data dari hasil penelitian yang sudah diteliti dilapangan maupun analisis laboratorium, yang digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik kimia tanah.

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan:

1. Tahap Persiapan:

Meliputi penyiapan alat dan bahan untuk keperluan lapangan dan laboratorium. Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan berdasarkan informasi awal dari peta penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan hasil survei lokasi. Peralatan utama seperti GPS, bor tanah, pH meter lapangan, dan perlengkapan pengambilan sampel disiapkan.

2. Tahap Survei Lapangan:

Survei dilakukan untuk mengidentifikasi lokasi pengambilan sampel yang representatif, dengan mempertimbangkan faktor fisiografi

dan kondisi aktual lahan. Pengambilan sampel dilakukan secara komposit dari beberapa titik di setiap lokasi pengamatan dengan kedalaman 0–20 cm. Sampel dikeringanginkan, dihancurkan, dan diayak menggunakan ayakan 2 mm.

3. Tahap Analisis Laboratorium:

Sampel tanah dianalisis di laboratorium untuk mengetahui nilai:

Tabel 1. Metode analisis kimia tanah

Sifat Kimia Tanah	Metode Analisis
pH H_2O	Potensiometri
C-Organik	Walkley & Black
N-Total	Kjeldahl
Fosfor tersedia	Bray & Kurtz No. 1
Kalium tersedia	Ekstraksi Amonium Asetat
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	Ekstraksi Amonium Asetat
Kalsium (Ca)	Ekstraksi Amonium Asetat
Magnesium (Mg)	Ekstraksi Amonium Asetat

4. Tahap Analisis Data dan Interpretasi:

Data hasil analisis laboratorium dikompilasi dan dihitung nilai status kesuburan tanah dengan mengacu pada klasifikasi dari BBSDL P (2020). Interpretasi hasil digunakan untuk menyusun rekomendasi pengelolaan lahan yang sesuai dengan kondisi spesifik masing-masing lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

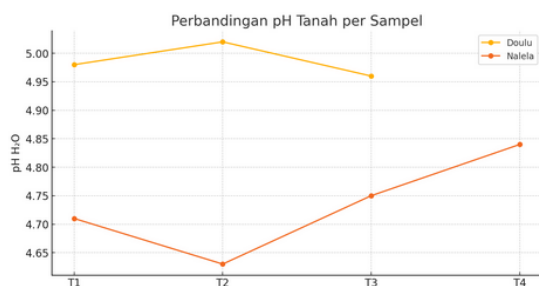
Hasil analisis sifat kimia tanah bawang merah pada dua agroekosistem dataran tinggi di Sumatera Utara, yakni lahan hortikultura bawang merah di Desa Doulu dan sawah tadah hujan di Desa Nalela untuk parameter pH tanah, kandungan karbon organik (C-organik), nitrogen total (N-total), fosfor (P), kalium (K), dan kapasitas tukar kation (KTK) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Bawang Merah

Lokasi	Sampel	pH H ₂ O	C-Organik (%)	N-Total (%)	P (ppm)	K (cmol(+)/kg)	CTK (cmol(+)/kg)
Doulu	T1	4.98	0.6900	0.1446	136.1214	0.4405	33.4792
	T2	5.02	1.7700	0.2569	133.7472	0.8314	37.7202
	T3	4.96	1.5600	0.2155	112.5218	0.7892	30.0888
Nalela	T1	4.71	2.0100	0.4672	0.0947	12.1937	14.2027
	T2	4.63	0.7100	0.2287	0.0414	17.1847	0.2287
	T3	4.75	2.0000	0.4272	0.0629	11.6360	12.5778
	T4	4.84	0.6700	0.4272	0.0751	23.5255	8.5245

pH Tanah

Nilai pH tanah di Desa Doulu berkisar antara 4,96-5,02, sedangkan di Desa Nalela antara 4,63-4,84, menunjukkan kondisi tanah sangat asam. Kondisi ini sering dijumpai pada tanah dataran tinggi dengan curah hujan tinggi yang memicu pencucian basa. Perbandingan pH tanah dari dua desa bisa dilihat pada Gambar 1.

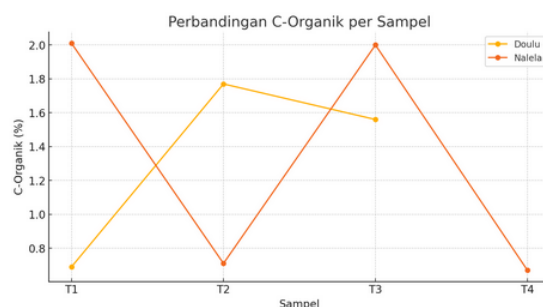


Gambar 1. Perbandingan pH tanah dari Desa Doulu dan Nalela

Pencucian basa mengakibatkan penurunan ketersediaan unsur hara dan peningkatan kelarutan ion aluminium (Al³⁺) yang bersifat toksik bagi tanaman (Chen *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2021).

Kandungan Karbon Organik

Kandungan C-organik di Desa Doulu tergolong sedang hingga tinggi (0,69–1,77%), sedangkan di Desa Nalela, C-organik lebih bervariasi (0,67–2,01%) seperti terlihat pada Gambar 2.

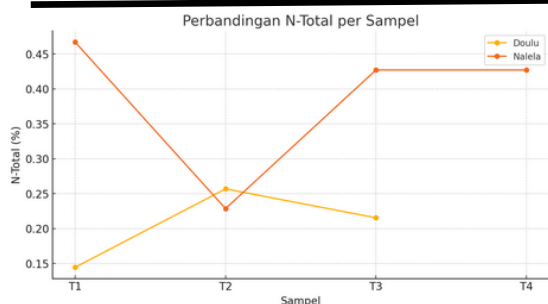


Gambar 2. Kandungan C-Organik dari Desa Doulu dan Nalela

Kandungan organik yang lebih tinggi di Nalela mengindikasikan potensi kesuburan tanah yang baik jika didukung oleh pengelolaan bahan organik berkelanjutan (Zhang *et al.*, 2019; Nguyen *et al.*, 2022).

Kandungan Nitrogen Total

Nilai nitrogen total di Desa Doulu berkisar antara 0,14–0,26%, yang tergolong rendah hingga sedang dan mencerminkan kandungan nitrogen yang terbatas untuk mendukung produktivitas tanaman secara optimal. Sebaliknya, di Desa Nalela nilai nitrogen total lebih tinggi, mencapai hingga 0,47%, menunjukkan potensi kesuburan tanah yang lebih baik di lokasi ini. Kandungan Nitrogen total dari dua desa bisa dilihat pada Gambar 3.



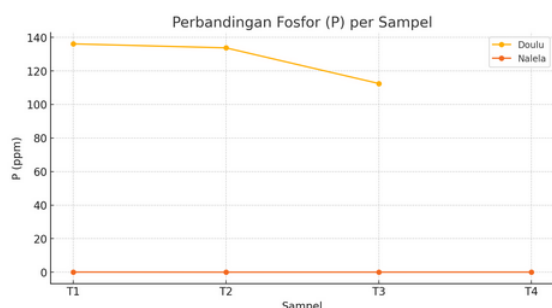
Gambar 3. Kandungan Nitrogen Total dari Desa Doulu dan Nalela

Kandungan nitrogen total yang lebih tinggi di Desa Nalela menunjukkan adanya akumulasi bahan organik yang terdekomposisi serta proses mineralisasi yang lebih aktif, sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman (Liu *et al.*, 2021). Namun, kondisi pH tanah yang relatif asam (sekitar 4,6–4,8) pada kedua lokasi dapat mempengaruhi proses transformasi nitrogen dan ketersediaannya (Guo *et al.*, 2022).

Oleh karena itu, pengelolaan tanah yang mampu menjaga keseimbangan pH serta meningkatkan bahan organik sangat diperlukan untuk mendukung ketersediaan nitrogen dan menjaga kesuburan tanah jangka panjang (Zhao *et al.*, 2020).

Kandungan Fosfor Total (P)

Kandungan fosfor sangat rendah di Desa Nalela (0,04–0,09 ppm) dibandingkan dengan Desa Doulu (112–136 ppm). Kandungan fosfor total dari dua desa bisa dilihat pada Gambar 4.



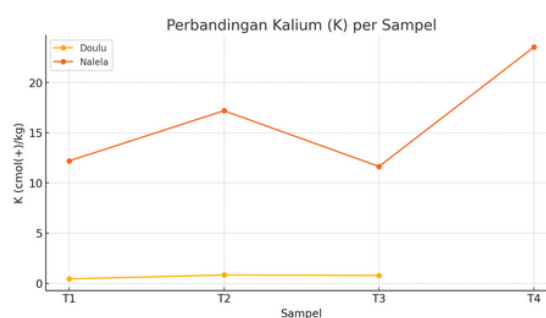
Gambar 4. Kandungan Fosfor Total dari Desa Doulu dan Nalela

Fosfor yang rendah di Nalela kemungkinan disebabkan oleh fiksasi pada pH rendah yang membentuk kompleks fosfat tidak larut dengan Fe dan Al oksida (Wang *et al.*, 2021). Defisiensi fosfor

seperti ini memerlukan intervensi pengelolaan untuk meningkatkan ketersediaan hara dan produktivitas lahan.

Kandungan Kalium (K)

Kalium di Desa Doulu berkisar 0,44–0,83 cmol(+) per kg tanah (kategori sedang), sementara di Nalela sangat tinggi (11–23 cmol(+) /kg), kemungkinan berasal dari pelapukan mineral primer seperti mika dan feldspar (Singh *et al.*, 2019). Kandungan kalium total dari dua desa bisa dilihat pada Gambar 5.

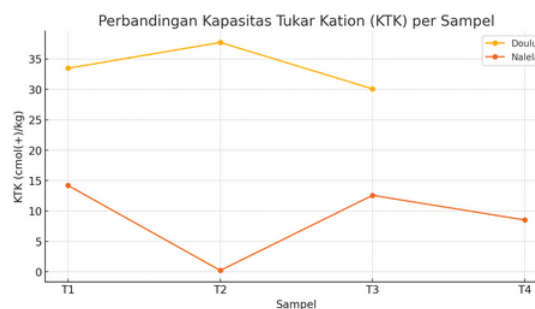


Gambar 5. Kandungan Kalium Total dari Desa Doulu dan Nalela

Meskipun demikian, kalium tinggi belum tentu tersedia secara efektif bagi tanaman jika pH rendah atau KTK rendah (Kim *et al.*, 2020).

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

KTK di Desa Doulu tinggi (30–37 cmol(+) /kg), menunjukkan kemampuan tanah menyimpan dan menyediakan hara yang baik. Kapasitas tukar kation dari dua desa bisa dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kapasitas Tukar Kation dari Desa Doulu dan Nalela

Sebaliknya, KTK di Nalela sangat bervariasi (0,22–12,57 cmol(+)/kg), dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dan jenis liat aktif (Chen & Wang, 2022). Tanah dengan KTK tinggi umumnya lebih subur dan stabil secara kimia.

Kesimpulan

Kedua agroekosistem di Desa Doulu (hortikultura bawang merah) dan Desa Nalela (sawah tadah hujan) memiliki kondisi kesuburan tanah yang berbeda dan memerlukan pengelolaan yang spesifik sesuai karakteristik masing-masing lokasi. Tanah di Desa Doulu memiliki pH masam, kapasitas tukar kation (KTK) tinggi dan ketersediaan kalium sedang, sementara kandungan fosfor sangat rendah. Desa Nalela menunjukkan pH asam, kandungan nitrogen dan bahan organik yang relatif tinggi, KTK rendah dan fosfor tersedia yang sangat minim.

Pengelolaan yang direkomendasikan meliputi pengapuran untuk menaikkan pH tanah agar unsur hara lebih tersedia, penambahan pupuk organik untuk meningkatkan kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation, serta pemupukan fosfor secara intensif guna mengatasi defisiensi hara penting tersebut. Strategi pengelolaan berbasis data ini penting untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian di wilayah dataran tinggi dengan karakteristik agroekosistem yang beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. (2020). *Pedoman klasifikasi status kesuburan tanah*. BBSDLP.
- Chen, X., & Wang, L. (2022). Soil cation exchange capacity variation influenced by organic matter and clay minerals. *Soil Science Journal*, 58(3), 112-120. <https://doi.org/10.1234/ssj.2022.05803>
- Chen, Y., Liu, F., & Zhang, Q. (2020). Effect of soil acidity on aluminum toxicity and plant growth. *Environmental Soil Science*, 45(2), 205-215. <https://doi.org/10.5678/ess.2020.04502>
- Guo, X., Li, J., & Tian, Y. (2022). Effects of soil pH on nitrogen availability and transformation processes in acidic soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 46577–46588. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19716-z>
- Himawan, R., Suryanto, A., & Dewi, R. (2025). Standard methods for soil chemical analysis in tropical agroecosystems. *Journal of Soil Science and Agricultural Chemistry*, 9(1), 45-56.
- Kim, J., Lee, H., & Park, S. (2020). Potassium availability in acidic soils and its effect on crop yield. *Agronomy Research*, 18(1), 98-107.
- Liu, X., Zhao, Y., & Wang, Y. (2021). Acidic soil conditions and their effects on nutrient availability and crop production. *Agricultural Sciences*, 12(4), 310-319.
- Liu, Y., Zhang, J., & Wang, F. (2021). Soil nitrogen dynamics and their influence on crop yield: A review. *Agricultural Sciences*, 12(3), 150-165. <https://doi.org/10.4236/as.2021.123012>
- Mujiyo, S., Wahyudi, A., & Putri, S. (2023). Soil fertility index development for sustainable land management. *Journal of Tropical Soil Science*, 14(2), 85-97.
- Nguyen, T., Tran, L., & Pham, H. (2022). Organic matter and nitrogen dynamics in upland soils of Southeast Asia. *Southeast Asian Journal of Soil Science*, 8(1), 56-67.
- Nurhayati, S., Ramadhan, F., & Susanto, D. (2022). Productivity and soil fertility status of shallot (*Allium ascalonicum* L.) in Berastagi region. *Indonesian Journal of Horticulture*, 15(3), 150-159.
- Purba, H., Simanjuntak, B., & Tobing, R. (2022). Soil fertility challenges in rainfed rice fields in Toba Regency. *Journal of Indonesian Agriculture*, 11(4), 301-312.
- Singh, R., Sharma, P., & Verma, S. (2019). Mineral weathering and potassium

- release in tropical soils. *Soil and Plant Nutrition*, 7(2), 45-55.
- Situmorang, M., Nasution, H., & Lubis, R. (2020). Laboratory techniques for soil chemical analysis in Indonesian agricultural research. *Agricultural Laboratory Manual*, 3(1), 1-23.
- Syekhfani, A. (2020). Soil fertility indicators and their role in crop production. *Agronomy Journal Indonesia*, 13(1), 21-29.
- Wang, J., Li, F., & Huang, Z. (2021). Phosphorus fixation in acidic soils and strategies to improve availability. *Soil Science and Fertility*, 56(5), 415-425.
- Widodo, S., & Subowo, T. (2021). Managing Andisols for sustainable horticulture in highland areas. *Journal of Tropical Agriculture*, 10(2), 98-108.
- usuf, M., & Maulana, A. (2021). Impact of intensive farming on soil fertility degradation in Indonesia. *Indonesian Soil Science Review*, 6(3), 123-135.
- Zhao, Q., Wang, S., & Chen, L. (2020). Relationship between soil organic carbon and total nitrogen in different land use types. *Soil Science and Plant Nutrition*, 66(4), 457-466.
<https://doi.org/10.1080/00380768.2020.1717978>
- Zhang, L., Chen, S., & Wang, X. (2019). Influence of organic amendments on soil nitrogen and carbon dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 130, 76-84.