

Karakteristik Sifat Kimia Tanah Vertisol pada Lahan Sawah dan Tegalan di Kabupaten Jeneponto

Chemical Properties Characteristics of Vertisol Soil in Rice Fields and Dryland Fields in Jeneponto Regency

Nur Aisyah Raoda*, Muh. Ansar

Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

*Corresponding email: nuraisyahraodaa@gmail.com

ABSTRACT

Vertisol soil have high agricultural potential but are constrained by complex physical and chemical properties, thus requiring specific management strategies. This study aims to characterize the chemical properties of Vertisol soils under paddy field and dryland conditions in Jeneponto Regency and to relate them to crop productivity. The research method used was a survey with purposive soil sampling at three land-use type. Composite soil samples at a depth of 0–30 cm were analyzed in the laboratory to determine pH, organic C, total N, available P, available K, and CEC parameters. At the same time production data were obtained through interviews. The results showed that farmers' management practices were a more dominant factor in determining soil chemical properties than land-use systems. Organic C and total N contents tended to be higher in dryland (averaging 1.39% and 0.17%) than in paddy fields (averaging 0.71% and 0.18%). However the differences were not statistically significant based on the t-test ($p > 0.05$). Available P levels were very high in both land uses, indicating long-term fertilizer accumulation. Rice productivity in paddy fields (3.3–3.52 tons/ha/year) was identified as very low, which correlated directly with low organic matter content and nitrogen deficiency in the soil. Conclusion. It can be concluded that organic matter degradation resulting from management practices, such as straw removal, is the main limiting factor for rice productivity in Vertisol soils at the study site.

Keywords: Dryland, Land Management, Organic C, Paddy Field, Soil Fertility, Vertisol

ABSTRAK

Tanah Vertisol memiliki potensi pertanian yang tinggi namun terkendala oleh sifat fisik dan kimia yang kompleks, sehingga memerlukan strategi pengelolaan spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat-sifat kimia tanah Vertisol pada penggunaan lahan sawah dan lahan tegalan di Kabupaten Jeneponto, serta mengaitkannya dengan produktivitas tanaman. Metode penelitian yang digunakan adalah survei dengan pengambilan sampel tanah secara *purposive sampling* pada tiga titik sampel untuk masing-masing penggunaan lahan. Sampel tanah dianalisis di laboratorium untuk mengetahui parameter pH, C-Organik, N-Total, P-Tersedia, K-Tersedia, dan KTK, sementara data produksi diperoleh melalui wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa praktik pengelolaan oleh petani menjadi faktor yang lebih dominan dalam menentukan sifat kimia tanah dibandingkan perbedaan sistem lahannya. Kandungan C-Organik dan N-Total cenderung lebih tinggi di lahan tegalan (rata-rata 1,39% dan 0,17%) dibandingkan lahan sawah (rata-rata 0,71% dan 0,18%), meskipun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik berdasarkan Uji-t ($p > 0,05$). Kadar P-Tersedia tergolong sangat tinggi di kedua lahan, yang mengindikasikan adanya akumulasi pupuk jangka panjang. Produktivitas padi di lahan sawah (3,3-3,52 ton/ha/tahun) teridentifikasi sangat rendah, yang secara langsung berkorelasi dengan rendahnya kandungan bahan organik dan defisiensi nitrogen di dalam tanah. Dapat disimpulkan bahwa degradasi bahan organik akibat praktik pengelolaan, seperti pengangkatan jerami, menjadi faktor pembatas utama produktivitas padi pada tanah Vertisol di lokasi penelitian.

Kata Kunci: Lahan Tegalan, Manajemen Lahan, C-Organik, Lahan Sawah, Kesuburan Tanah, Vertisol

1. PENDAHULUAN

Tanah Vertisol merupakan salah satu ordo tanah dengan karakteristik fisik yang unik dan seringkali menimbulkan tantangan dalam pemanfaatannya untuk pertanian. Sifat utama tanah ini adalah kandungan liat yang sangat tinggi, didominasi oleh mineral liat tipe 2:1 dari kelompok smektit, seperti montmorillonit, yang menyebabkan tanah memiliki kemampuan kembang-kerut ekstrem (Obala & Chimdi, 2022). Akibatnya, tanah Vertisol akan mengembang dan menjadi sangat lengket saat basah, namun akan mengerut, mengeras, dan membentuk retakan-retakan lebar dan dalam saat kering (Mukherjee & Lal, 2023). Kondisi fisik yang keras dan padat pada saat kering ini menjadikan tanah sukar diolah, terutama pada musim kemarau, sehingga memerlukan strategi pengelolaan khusus untuk mendukung produktivitas pertanian (Husein *et al.*, 2023). Pembentukan Vertisol, atau vertisasi, dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor pembentuk tanah seperti bahan induk yang kaya mineral pembentuk smektit, iklim dengan musim basah dan kering yang kontras, topografi relatif datar, organisme, dan periode waktu yang cukup panjang (Soil Survey Staff, 2022; Utomo, 2024). Proses ini melibatkan akumulasi smektit dan siklus kembang-kerut periodik yang menghasilkan struktur khas seperti bidang kilir (*slickensides*) dan terkadang relief mikro gilgai (Madyana *et al.*, 2023). Pemanfaatan tanah Vertisol untuk pertanian dihadapkan pada berbagai kendala, tidak hanya dari sifat fisiknya yang kompleks tetapi juga dari aspek kimianya. Sifat kembang-kerut yang ekstrem berdampak langsung pada kemudahan pengolahan tanah; ketersediaan air yang cukup membuat tanah mengembang dan relatif mudah diolah, namun pada kondisi kering, tanah menjadi sangat padat, keras, dan retak-retak sehingga sulit diolah (Das *et al.*, 2022).

Kondisi kering yang ekstrem ini dapat menyebabkan tanaman mengalami stres kekeringan hebat hingga kematian, karena tanah yang mengerut mampu menarik kelembaban dari jaringan tanaman (Utomo, 2024; Zhang *et al.*, 2020). Dari segi kimia, Vertisol seringkali menunjukkan keterbatasan berupa kandungan karbon organik (C-Organik) yang relatif rendah (kurang dari 2%), ketersediaan Kalium (K) dan Fosfor (P) yang juga rendah, serta kandungan Nitrogen (N) total pada tingkat sedang (Matheus dan Kartur, 2022; Jones *et al.*, 2021). Keterbatasan unsur hara ini berkontribusi pada rendahnya kesuburan kimia tanah, yang selanjutnya berimplikasi pada rendahnya produktivitas pertanian, khususnya pada sistem lahan kering yang minim input (Manaye *et al.*, 2023). Di Indonesia, tanah Vertisol tersebar di berbagai wilayah, termasuk di Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan, di mana ordo tanah ini mendominasi sebagian besar lanskap. Kondisi iklim di Kabupaten Jeneponto yang cenderung

tropis semi-arid, dengan curah hujan tahunan yang relatif rendah dan periode musim kemarau yang panjang, sangat mendukung proses pembentukan Vertisol dengan karakteristik tekstur liat berat dan dinamika perubahan volume yang tinggi (Hartemink & Minasny, 2023; Juita, 2017). Penggunaan lahan di wilayah ini sangat beragam, meliputi lahan pertanian sawah irigasi (lahan basah), pertanian tegalan atau tadah hujan (lahan kering), padang penggembalaan, hingga permukiman. Penggunaan lahan yang intensif, khususnya pada tanah Vertisol, menuntut perhatian serius terhadap pengelolaan kesuburan tanahnya untuk menjaga keberlanjutan produksi. Perbedaan mendasar dalam pengelolaan air dan kondisi lingkungan antara lahan basah dan lahan kering diperkirakan akan menghasilkan karakteristik sifat kimia tanah Vertisol yang berbeda secara signifikan (Kirk, 2023; Lal, 2020).

Memahami perbedaan karakteristik sifat kimia tanah Vertisol antara lahan sawah dan lahan tegalan menjadi penting untuk merumuskan rekomendasi pengelolaan yang tepat guna dan berkelanjutan. Lahan sawah yang tergenang akan didominasi oleh proses reduksi yang mempengaruhi pH dan ketersediaan unsur hara seperti P dan Fe, serta siklus N (Wu *et al.*, 2021), sementara lahan kering akan didominasi proses oksidasi dengan dinamika bahan organik dan unsur hara yang berbeda (Chaudhary *et al.*, 2022). Informasi mendalam mengenai sifat kimia aktual Vertisol pada kedua sistem penggunaan lahan tersebut di tingkat lokal, seperti di Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto, masih terbatas. Padahal, informasi tersebut sangat dibutuhkan sebagai dasar ilmiah untuk upaya perbaikan kesuburan tanah, pemilihan komoditas yang sesuai, dan penerapan teknik budidaya yang adaptif (Amare *et al.*, 2021). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai karakteristik sifat kimia tanah Vertisol pada penggunaan lahan sawah dan lahan tegalan di Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto, menjadi penting untuk dilakukan.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2025 – selesai. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto (5°37.650' S, 119°33.082' E) dan analisis sampel tanah akan dilakukan di Laboratorium Kimia Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan penelitian ini yaitu *arcgis 10.8*, bor tanah, cutter, plastik bening, kertas label, lakban, kamera, alat tulis – menulis serta peralatan analisis di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan saat analisis laboratorium

Parameter	Metode Analisis
pH-Tanah	Elektrometri
C- Organik	Walkley and Black
KTK (Kapasitas Tukar Kation)	Ekstraksi NH_4OAc 1 M, pH 7
N-total	Kjeldahl
P-tersedia	Olsen
K dd	Ekstraksi NH_4OAc 1 M, pH 7

2.3. Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode analisis komparatif yang membandingkan dua penggunaan lahan yaitu lahan sawah dan lahan tegalan untuk mengetahui perbedaan sifat kimia tanah.

2.4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini berupa tahap persiapan, pembuatan peta lokasi penelitian, peta pengambilan sampel, penentuan lokasi pengambilan sampel, pengambilan sampel tanah, analisis laboratorium dan analisis data.

2.4.1. Tahap Persiapan

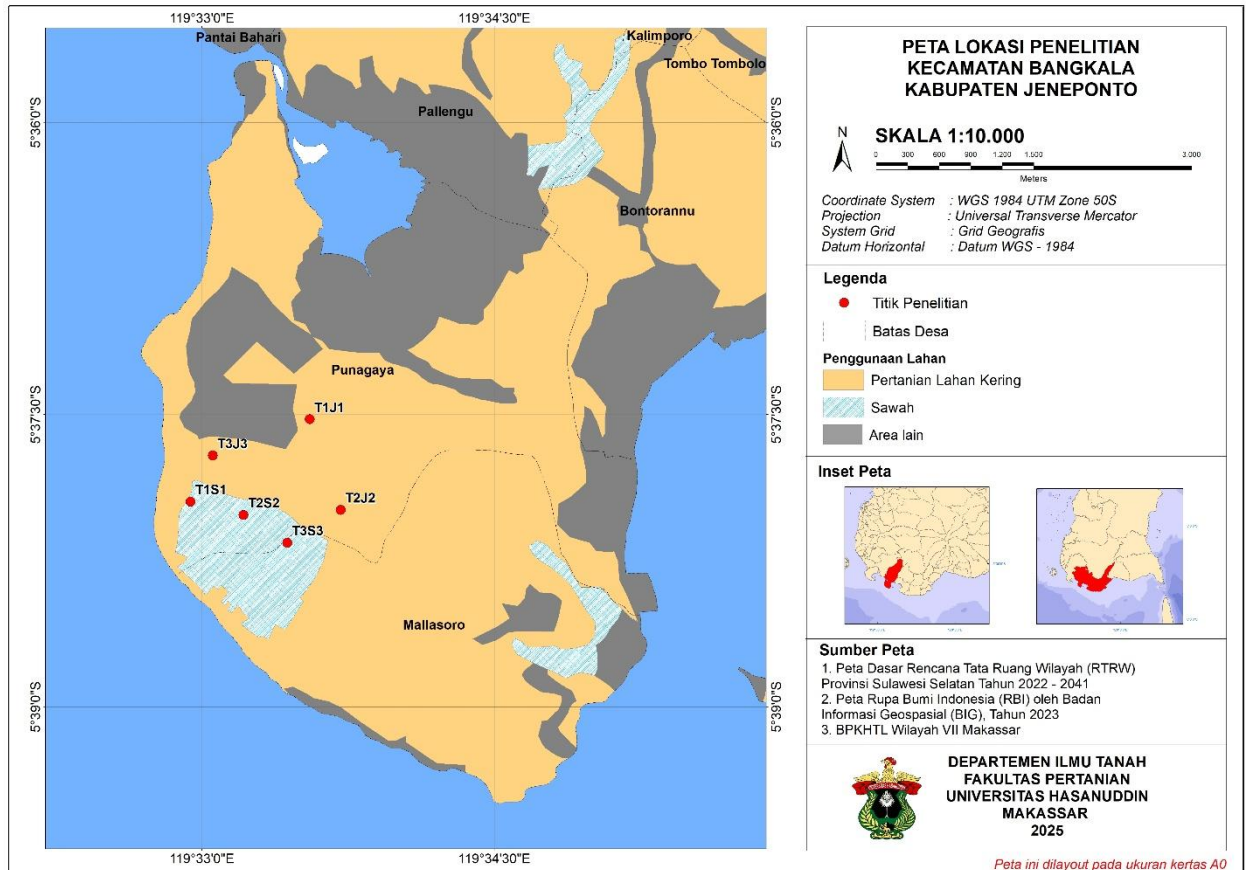
Tahapan persiapan dilakukan dengan melakukan studi pustaka terkait topik penelitian, konsultasi dengan dosen pembimbing, perizinan lokasi penelitian dan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

2.4.2. Pembuatan Peta Lokasi Penelitian

Data sekunder dibutuhkan dalam pembuatan peta lokasi pengambilan sampel tanah dengan menggunakan data peta dasar RTRW Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2022-2024, peta RBI oleh BIG tahun 2023, dan BPKHTL Wilayah VII Makassar.

2.4.3. Peta Pengambilan Sampel

Peta titik pengambilan sampel berdasarkan penggunaan lahan di Kabupaten Jeneponto dengan 3 titik di lahan sawah dan 3 titik di lahan tegalan. Peta yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto

2.4.4. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengamatan dipilih secara *purposive sampling* ditetapkan berdasarkan pengamatan di lapangan pada dua penggunaan lahan yang berbeda di Kabupaten Jeneponto yaitu lahan sawah dan lahan tegalan. Penentuan titik sampel juga dilakukan dengan melihat elevasi setiap titiknya, rentang elevasi yang hamper serupa untuk memastikan validitas perbandingan.

2.4.5. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada titik yang telah ditentukan pada peta area lokasi penelitian. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu menggunakan bor tanah dengan kedalaman tanah 0-30 cm. Secara keseluruhan sampel diambil pada 6 titik pengamatan yang mewakili kondisi lokasi penelitian.

2.4.6. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk mendapatkan hasil dari analisis sampel tanah yang selanjutnya menyajikan data mengenai sifat kimia tanah vertisol berupa pH, KTK, C- Organik, N-Total, P-Tersedia, K-Tersedia.

Tabel 2. Parameter Penelitian

Parameter	Metode Analisis
pH tanah	Elektrometri
C-Organik	Walkley and Black
KTK	Ekstraksi NH_4Oac 1 M, pH 7
N total	Kjeldahl
P tersedia	Olsen
K dd	Ekstraksi NH_4Oac 1 M, pH 7

2.4.7. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah memperoleh data analisis laboratorium dan lapangan dengan menggunakan kriteria masing – masing analisis. Hasil analisis tersebut dijadikan faktor yang mempengaruhi karakteristik sifat kimia tanah vertisol. Untuk mengetahui sifat kimia tanah pada lokasi penelitian, hasil analisis laboratorium kemudian dibandingkan dengan kriteria sifat kimia tanah. Kriteria ini digunakan sebagai acuan untuk menilai tingkat kesuburan berdasarkan parameter seperti C-organik, N-total, P tersedia, K-dd, C/N ratio, dan KTK. Adapun batasan penilaian masing-masing parameter disajikan pada Tabel 3. Selanjutnya, dilakukan uji statistik yaitu berupa analisis deskriptif (Koefisien Keragaman) dengan menghitung nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi (SD), dan koefisien keragaman (CV). Kriteria koefisien keragaman disajikan pada Tabel 4. Nilai CV dihitung menggunakan rumus:

$$CV = \frac{\text{Standar Deviasi (SD)}}{\text{Rata-Rata (Mean)}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 3. Kriteria Sifat Kimia Tanah (Balai Penelitian Tanah, 2009)

Parameter	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C- Organik	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N- total	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
P- tersedia	<4	5-7	8-10	11-15	>15
K- dd	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,6-1,0	>1
C/N ratio	<5	5-10	11-15	16-25	>25
KTK	<5	5-16	17-24	25-40	>40

Parameter	Nilai					
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH (H ₂ O)	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Tabel 4. Kriteria Koefisien Keragaman

Nilai CV (%)	Kriteria
CV < 10%	Sangat Rendah
10% ≤ CV ≤ 20%	Rendah
20% ≤ CV ≤ 30%	Sedang
30% ≤ CV ≤ 35 %	Tinggi
CV ≥ 35 %	Sangat Tinggi

Uji statistik selanjutnya yang digunakan yaitu Uji-t independen (*Independent Samples t-test*) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok data yang tidak berhubungan. Uji ini membandingkan nilai rata-rata dua kelompok sampel yang tidak berpasangan. Hipotesis yang digunakan adalah:

- a. Hipotesis Nol (H_0): Tidak ada perbedaan signifikan antara lahan tegalan (μ_1) dan lahan sawah (μ_2). ($H_0: \mu_1 = \mu_2$)
- b. Hipotesis Alternatif (H_1): Terdapat perbedaan signifikan antara lahan tegalan dan lahan sawah. ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$)

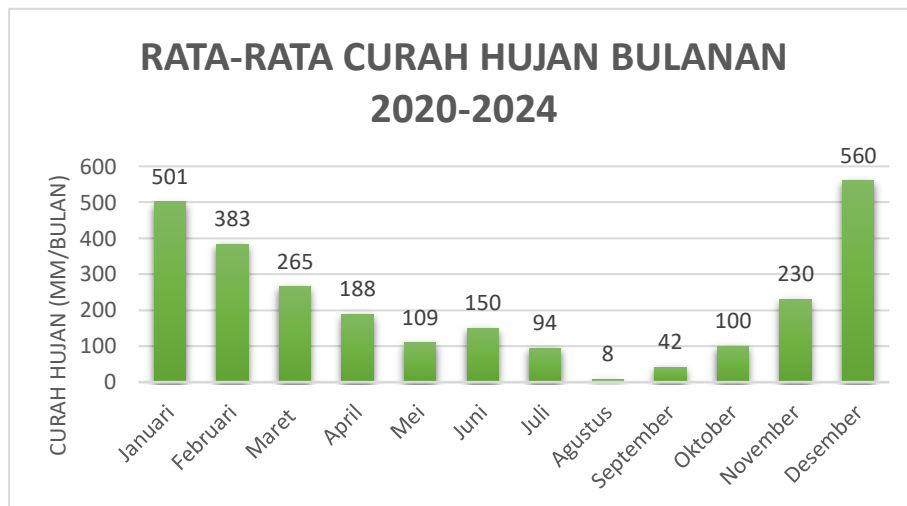
Kriteria pengujian: jika nilai signifikansi (p-value) < 0,05 maka H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan yang nyata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1 Curah Hujan

Rata-rata curah hujan bulan tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 560 mm/bulan dan yang terendah terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 8 mm/bulan (Gambar 2). Pola curah hujan ini secara langsung menyebabkan perbedaan rezim kelembaban tanah antara kedua penggunaan lahan. Curah hujan yang sangat tinggi dari Desember hingga Februari menyebabkan kondisi jenuh air (anaerob) pada lahan sawah, sementara curah hujan yang sangat rendah dari Juli hingga September menyebabkan kondisi kekeringan ekstrem dan retak-retak pada lahan tegalan.



Gambar 2. Rata Rata curah hujan bulan Kecamatan Bankala 2020-2024.

3.1.2 Karakteristik Morfologi Tanah

Berdasarkan pengamatan lapangan yang telah dilakukan, nilai ketebalan tanah vertisol menunjukkan kriteria seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Ketebalan tanah vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	Kedalaman (cm)	Elevasi (m dpl)
T1 (Lahan Tegalan)	47	32
T2 (Lahan Tegalan)	38	37
T3 (Lahan Tegalan)	60	11
S1 (Lahan Sawah)	60	11
S2 (Lahan Sawah)	50	17
S3 (Lahan Sawah)	40	22

Data menunjukkan bahwa kedalaman solum tanah Vertisol di lokasi penelitian bervariasi dari 38 cm hingga 60 cm, yang tergolong sedang hingga dalam. Tidak terlihat pola yang jelas yang membedakan kedalaman solum antara lahan sawah dan lahan tegalan, yang menunjukkan bahwa faktor lain mungkin lebih berpengaruh terhadap kedalaman tanah di lokasi penelitian ini.

3.1.3 Karakteristik Sifat Kimia Tanah

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, sifat kimia tanah menunjukkan nilai seperti pada Tabel 6 hingga 12 berikut:

Tabel 6. Hasil Analisis pH Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	pH Tanah	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	7,24	Netral
T2 (Lahan Tegalan)	7,15	Netral
T3 (Lahan Tegalan)	7,25	Netral
S1 (Lahan Sawah)	6,57	Agak Masam
S2 (Lahan Sawah)	7,35	Netral
S3 (Lahan Sawah)	7,37	Netral

Tabel 7. Hasil Analisis C-Organik Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	C- Organik (%)	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	1,08	Rendah
T2 (Lahan Tegalan)	2	Rendah
T3 (Lahan Tegalan)	1,08	Rendah
S1 (Lahan Sawah)	0,53	Sangat Rendah
S2 (Lahan Sawah)	1	Rendah
S3 (Lahan Sawah)	0,60	Sangat Rendah

Tabel 8. Hasil Analisis N- Total Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	N- Total (%)	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	0,12	Rendah
T2 (Lahan Tegalan)	0,16	Rendah
T3 (Lahan Tegalan)	0,23	Sedang
S1 (Lahan Sawah)	0,23	Sedang
S2 (Lahan Sawah)	0,20	Rendah
S3 (Lahan Sawah)	0,11	Rendah

Tabel 9. Hasil Analisis P- Tersedia Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	P- Tersedia (ppm)	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	18,29	Sangat Tinggi
T2 (Lahan Tegalan)	18,87	Sangat Tinggi
T3 (Lahan Tegalan)	19,04	Sangat Tinggi
S1 (Lahan Sawah)	18,41	Sangat Tinggi
S2 (Lahan Sawah)	19,02	Sangat Tinggi
S3 (Lahan Sawah)	17,26	Sangat Tinggi

Tabel 10. Hasil Analisis K- dd Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	K- dd (me/100g)	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	0,15	Rendah
T2 (Lahan Tegalan)	0,21	Sedang
T3 (Lahan Tegalan)	0,28	Sedang
S1 (Lahan Sawah)	0,20	Rendah
S2 (Lahan Sawah)	0,19	Rendah
S3 (Lahan Sawah)	0,31	Sedang

Tabel 11. Hasil Analisis KTK Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	KTK (me/100g)	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	19,62	Sedang
T2 (Lahan Tegalan)	24,29	Sedang
T3 (Lahan Tegalan)	25,87	Tinggi
S1 (Lahan Sawah)	21,91	Sedang
S2 (Lahan Sawah)	25,86	Tinggi
S3 (Lahan Sawah)	17,77	Sedang

Tabel 12. Hasil Analisis C/N Ratio Tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala

Titik Sampel	C/N ratio	Kriteria
T1 (Lahan Tegalan)	9	Rendah
T2 (Lahan Tegalan)	12,50	Sedang
T3 (Lahan Tegalan)	4,70	Sangat Rendah
S1 (Lahan Sawah)	2,30	Sangat Rendah
S2 (Lahan Sawah)	5	Rendah
S3 (Lahan Sawah)	5,45	Rendah

3.1.4 Hasil Uji Statistik

Hasil Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, sifat kimia tanah menunjukkan nilai seperti pada Tabel 13 hingga 14 berikut:

Tabel 13. Nilai Rata- Rata (Mean) dan Koefisien Keragaman (CV)

Parameter	Lahan Tegalan (Mean)	CV (%)	Lahan Sawah (Mean)	CV (%)
pH Tanah	7,21	0,8	7,09	6,3
C- Organik	1,39	38,1	0,71	36,6
N- Total	0,17	35,3	0,18	33,3
P- Tersedia	18,73	2,1	18,23	4,9
K- dd	0,21	33,3	0,23	30,4
KTK	23,26	13,9	21,84	18,5

Tabel 14. Hasil Uji- t Independen

Parameter	Lahan Tegal (Mean $\pm$ SD, n=3)	Lahan Sawah (Mean $\pm$ SD, n=3)	t- hitung	p-value	Keterangan
pH Tanah	7, 21 $\pm$ 0,05	7,09 $\pm$ 0,45	0,440	0,70	Tidak Nyata
C- Organik	1,39 $\pm$ 0,53	0,71 $\pm$ 0,25	1,991	0,11	Tidak Nyata
N- Total	0,17 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,06	- 0,207	0,84	Tidak Nyata
P- Tersedia	18,73 $\pm$ 0,39	18,23 $\pm$ 0,89	0,893	0,42	Tidak Nyata
K- dd	0,21 $\pm$ 0,06	0,23 $\pm$ 0,06	- 0,372	0,72	Tidak Nyata
KTK	23,26 $\pm$ 3,24	21,84 $\pm$ 4,04	0,472	0,66	Tidak Nyata

Keterangan: *Signifikan pada $\alpha = 0,05$

3.1.5 Hasil Produksi

Berdasarkan hasil wawancara yang di lakukan pada petani pemilik lahan sebagai lokasi Titik sampel, diketahui hasil produksi pada tabel 15 berikut:

Tabel 15. Hasil produksi

Titik Sampel	Komoditas	Produktivitas ton/ha/tahun
T1 (Lahan Tegal)	Jagung	7,2
T2 (Lahan Tegal)	Jagung	7,68
T3 (Lahan Tegal)	Jagung	7,5
S1 (Lahan Sawah)	Padi	3,52
S2 (Lahan Sawah)	Padi	3,3
S3 (Lahan Sawah)	Padi	3,3

3.2. Pembahasan

Diskusi pada bagian ini bertujuan untuk mengupas secara komprehensif temuan-temuan penelitian dengan melakukan sintesis antara data kuantitatif hasil analisis laboratorium, observasi kondisi biofisik lapangan, serta informasi kualitatif yang diperoleh dari pelaku utama pertanian. Fokus analisis diarahkan untuk mengurai kompleksitas interaksi antara sistem pemanfaatan lahan, dalam hal ini lahan sawah dan lahan tegalan, dengan praktik pengelolaan yang diterapkan petani. Interaksi tersebut pada akhirnya bermanifestasi pada karakteristik

kimiawi tanah Vertisol dan berimplikasi langsung pada capaian produktivitas tanaman di Kecamatan Bangkala.

3.2.1. Dominasi Praktik Pengelolaan atas Proses Biogeokimia

Salah satu temuan yang paling menarik adalah adanya kecenderungan kandungan karbon organik (C-Organik) tanah yang lebih tinggi di lahan tegalan (rata-rata 1,39%) dibandingkan lahan basah (rata-rata 0,71%). Meskipun secara numerik perbedaan rata-rata ini terlihat substantif, hasil Uji-t Independen menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik ($t(4) = 1.991, p > 0,05$). Hasil statistik ini kemungkinan besar disebabkan oleh kombinasi antara tingkat keragaman data yang tinggi di lapangan ($CV > 35\%$ untuk kedua lahan) dan jumlah sampel penelitian yang terbatas ($n=3$), yang membuat uji statistik memiliki kekuatan rendah untuk mendeteksi perbedaan nyata. Walaupun belum terbukti secara statistik, tren perbedaan yang kuat ini tetap menyajikan sebuah paradoks yang menarik untuk dibahas. Secara teoretis, kondisi anaerob akibat penggenangan di lahan sawah seharusnya menghambat laju dekomposisi bahan organik. Anomali ini memberikan petunjuk kuat bahwa dalam sistem pertanian yang dikelola secara intensif, pengaruh praktik agronomi sering kali lebih dominan daripada pengaruh proses biogeokimia alami, sebuah fenomena yang menegaskan kompleksitas dinamika karbon organik di bawah berbagai penggunaan lahan (Chaudhary *et al.*, 2022).

Penjelasan yang paling sah untuk kecenderungan ini berakar pada perbedaan fundamental dalam manajemen biomassa pascapanen. Di lahan sawah yang didominasi oleh pertanaman padi, menjadi sebuah kelaziman bagi petani untuk mengangkut keluar hampir seluruh biomassa jerami dari lahan sesaat setelah panen untuk pemanfaatan lain. Konsekuensinya, pengembalian karbon ke dalam tanah dari sisa tanaman menjadi nihil, menyebabkan neraca karbon tanah menjadi negatif. Kondisi ini berkebalikan secara drastis dengan yang terjadi di lahan tegalan.

Pada sistem pertanaman jagung, petani cenderung meninggalkan sebagian besar sisa tanaman di permukaan tanah. Residu tanaman ini secara bertahap terdekomposisi dan terinkorporasi ke dalam tanah, menjadi input bahan organik tahunan yang vital. Retensi residu tanaman di lahan secara signifikan berkontribusi pada peningkatan stok karbon organik tanah dan retensi air (Lal, 2020). Oleh karena itu, perbedaan tingkat masukan (input) bahan organik menjadi hipotesis utama yang dapat menjelaskan tren lebih rendahnya kandungan C-Organik di lahan sawah. Kondisi ini secara langsung juga tecermin pada data Nitrogen total yang rendah,

sejalan dengan paradigma baru dinamika bahan organik tanah yang menyatakan bahwa sebagian besar nitrogen tanah tersimpan dalam fraksi organik yang labil (Jones *et al.*, 2021).

3.2.2. Jejak Akumulasi Pemupukan Jangka Panjang

Hasil analisis Fosfor tersedia (P-tersedia) menunjukkan status "Sangat Tinggi" di seluruh sampel tanah. Secara teoretis, kondisi reduktif pada lahan sawah seharusnya meningkatkan kelarutan P yang sebelumnya terikat oleh oksida besi, sebagaimana dijelaskan dalam kajian komprehensif biogeokimia tanah sawah (Kirk, 2023). Namun, data penelitian tidak menunjukkan adanya perbedaan yang jelas, dan justru memperlihatkan tingkat ketersediaan P yang sangat melimpah di kedua sistem.

Fenomena ini mengindikasikan bahwa dinamika P alami di lokasi penelitian kemungkinan besar telah tertutupi oleh pengaruh antropogenik yang jauh lebih kuat, yakni akumulasi P akibat aplikasi pupuk fosfat secara intensif dan berulang selama bertahun-tahun. Karakteristik tanah Vertisol di lokasi penelitian yang memiliki pH netral, sebagaimana juga dilaporkan pada Vertisol di wilayah semi-arid lain di Indonesia (Matheus & Kartur, 2022), turut mendukung proses akumulasi ini. Pada rentang pH tersebut, fiksasi P oleh Aluminium (Al) dan Besi (Fe) yang dominan di tanah masam tidak berlangsung secara ekstensif.

3.2.3. Dinamika Kation pada Tanah Vertisol: Kapasitas Tinggi, Ketersediaan Terbatas

Sesuai dengan ciri khasnya, tanah Vertisol di Kecamatan Bangkala menunjukkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang tergolong sedang hingga tinggi. Nilai KTK yang tinggi ini merupakan cerminan langsung dari dominasi mineral liat tipe 2:1 dari kelompok smektit, yang pengaruhnya terhadap fungsi tanah telah banyak dikaji (Mukherjee & Lal, 2023). Kapasitas ini secara teoretis menandakan kemampuan tanah yang superior dalam menyimpan dan mencegah kehilangan kation hara melalui pencucian. Akan tetapi, kapasitas simpan yang tinggi tersebut tidak serta-merta menjamin ketersediaan hara yang melimpah. Data Kalium dapat ditukar (K-dd) justru menunjukkan status yang rendah hingga sedang di seluruh titik sampel. Rendahnya ketersediaan K ini dapat diatribusikan pada neraca kalium yang negatif, di mana unsur hara yang terangkut panen tidak diimbangi dengan pemupukan yang setara. Rendahnya kandungan bahan organik yang terukur juga memperlemah kapasitas tanah dalam menahan dan melepaskan K secara perlahan. Kondisi ini menggarisbawahi pentingnya aplikasi amandemen seperti biochar untuk memperbaiki sifat kimia tanah Vertisol, sebagaimana telah diteliti di beberapa lokasi di Indonesia (Husein *et al.*, 2023; Darmawan *et al.*, 2024).

3.2.4. Merunut Krisis Produktivitas pada Kesehatan Tanah

Temuan yang paling signifikan dari perspektif agronomis adalah capaian produksi padi di lahan sawah yang berada pada level kritis. Angka ini jauh berada di bawah rata-rata produktivitas nasional dan mengindikasikan adanya satu atau lebih faktor pembatas yang serius, yang juga menjadi tantangan dalam evaluasi kesesuaian lahan di wilayah Jeneponto (Jamal et al., 2021). Data-data kimia tanah yang telah diuraikan memberikan landasan yang kokoh untuk mendiagnosis akar permasalahan ini. Penyebab utama dari krisis produktivitas tersebut adalah defisiensi unsur hara yang parah, dengan Nitrogen (N) sebagai faktor pembatas utama.

Diagnosis ini didukung kuat oleh kandungan C-Organik dan N-Total tanah yang berada pada kategori sangat rendah hingga rendah. Lebih jauh lagi, rendahnya kandungan C-Organik tidak hanya berimplikasi pada kurangnya pasokan N, tetapi juga merupakan indikator dari kesehatan tanah yang terdegradasi. Tantangan pengelolaan Vertisol untuk pertanian berkelanjutan memang merupakan isu global yang kompleks (Hartemink & Minasny, 2023). Kombinasi antara kemiskinan unsur hara N dan kesehatan tanah yang buruk inilah yang secara sinergis menekan pertumbuhan tanaman dan menjadi penyebab utama dari celah hasil yang lebar pada pertanaman padi di lokasi penelitian.

4. KESIMPULAN

Praktik pengelolaan oleh petani merupakan faktor dominan yang membentuk sifat kimia tanah Vertisol di lokasi penelitian, yang pengaruhnya terbukti lebih kuat daripada perbedaan sistem lahan. Walaupun secara numerik terdapat kecenderungan C-Organik lebih tinggi di lahan tegalan, perbedaan ini tidak terbukti signifikan secara statistik berdasarkan Uji-t, hal ini karena jumlah sampel yang terbatas. Namun, tingginya kadar Fosfor di kedua lahan secara jelas menunjukkan adanya akumulasi pupuk jangka panjang. Pada akhirnya, krisis produktivitas padi di lahan sawah dapat disimpulkan sebagai akibat langsung dari defisiensi Nitrogen yang parah, yang berakar pada degradasi kandungan bahan organik tanah akibat praktik pengelolaan yang tidak berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amare, T., Addis, T., & Tesfaye, A. 2021. Effects of land use types on selected soil physicochemical properties of Vertisols in Wogera District, Northwest Ethiopia. *Applied and Environmental Soil Science*, 2021, Article 6688953.
- Balai Penelitian Tanah Bogor. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan

- Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Chaudhary, S., Dunjana, N., Sharda, R., & Singh, S. 2022. Soil organic carbon dynamics under different land uses and management practices in tropical regions: A review. *Land Degradation & Development*, 33(13), 2175–2194.
- Darmawan, E., Mulyati, M., & Dewi, R. A. S. 2024. Aplikasi Biochar Dan Kombinasi Pemulsaan Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata L.*) Pada Tanah Vertisol Di Kabupaten Lombok Tengah. *Agroteksos*, 34(3), 808-821.
- Das, B., Singh, M., & Lal, R. 2022. Cracking in Vertisols: Implications for soil processes and management. *Geoderma*, 410, Article 115678.
- Hartemink, A. E., & Minasny, B. 2023. Advances in understanding Vertisol pedogenesis and management. *Catena*, 225, Article 107011.
- Husein, A. R., Maulana, I., & Santoso, B. 2023. Pengaruh pemberian biochar terhadap sifat fisik tanah Vertisol dan pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 47(1), 35–45.
- Husein, M. F., Mindari, W., & Santoso, S. B. 2023. Dampak pemberian bahan organik dan pasir terhadap sifat fisika tanah Vertisol Bojonegoro. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 6(2), 435-445.
- Jamal, M. I., Tjoneng, A., & Nontji, M. 2021. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Cabai Merah Kecil (*Capsicum Annum L.*) Di Kecamatan Bontoramba Kabupaten Jeneponto. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 2(2), 30-43.
- Jones, D. L., Cooledge, E. C., Hoyle, F. C., & Griffiths, R. I. 2021. Soil organic matter dynamics: The new paradigm. *Soil Biology and Biochemistry*, 155, Article 108160.
- Juita, N. 2017. Characteristic and genesis of black and red soil vertisol in Jeneponto Regency. *Journal of Tropical Soils*, 21(2), 123-128.
- Kirk, G. J. D. 2023. The biogeochemistry of rice soils. *Geoderma*, 430, Article 116315.
- Lal, R. 2020. Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(4), 3265–3277.
- Madyana, K. A., Samosir, S. R., & Lestari, W. 2023. Identifikasi struktur mikro tanah Vertisol menggunakan analisis citra mikroskopis. *Buletin Tanah dan Lahan*, 7(2), 88–97.
- Manaye, T., Dejene, M., & Kibret, K. 2023. Effects of land use types on soil physicochemical properties of Vertisols in Ginchi watershed, central highlands of Ethiopia. *Heliyon*, 9(3), Article e14021.
- Matheus, J. E., & Kartur, Y. 2022. Status kesuburan kimia tanah Vertisol pada lahan kering di Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 11(1), 120–129.
- Matheus, R., & Kantur, D. 2022. Perbaikan kualitas kimia vertisol melalui pemberian bahan organik *Mucuna*, *Crotolaria*, dan dosis pupuk hayati. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 444-453.
- Maydayana, A., Kusumo, B. H., Bakti, L. A. A., & Dewi, R. A. S. 2023. Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Vertisol dan Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*): The Impact of Biochar Application on Alterations in Chemical Properties of Vertisol Soil and the Growth of Mung Bean (*Vigna radiata L.*). *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(4), 663-674.
- Mukherjee, A., & Lal, R. 2023. Clay mineralogy and its influence on soil functions: A review.

- Clay Minerals, 58(1), 23–45.
- Neswati, R., Sulfani, H., & Lopulisa, C. 2023. Soil Water Management to Minimize Shrinkage of Vertisols. *Jurnal Ecosolum*, 11(2):179-190. DOI: 10.20956/ecosolum.v11i2.24132.
- Obala, F. N., & Chimdi, A. 2022. Genesis, properties, and management of Vertisols: A review. *Environmental Challenges*, 7, Article 100487.
- Sholihah, N. A., Utomo, D. H., & Juarti, J. 2016. Sifat fisika kimia Tanah Ordo Vertisol pada penggunaan lahan pertanian. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktek dalam Bidang Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 21(1), 1.
- Soil Survey Staff. 2022. Keys to soil taxonomy (13th ed.). USDA-Natural Resources Conservation Service.
- Utomo, D. H. 2024. Morfologi Profil Tanah Vertisol Di Kecamatan Kra-Ton, Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, Dan Praktek Dalam Bidang Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 21(2), 6.
- Utomo, M. H. 2024. Dasar-dasar ilmu tanah pertanian berkelanjutan. Penerbit Andi.
- Wu, L., Chien, S. H., & Singh, U. 2021. Nitrogen transformations in flooded soils: A review of current understanding and future research needs. *Journal of Environmental Management*, 290, Article 112590.
- Zhang, Y., Kendy, E., & Liu, C. 2020. Soil cracking in Vertisols: Impact on root water uptake and crop yield. *Agricultural Water Management*, 239, Article 106254.