



JOURNAL ARUNASITA

Pangan dan Tantangan dalam Era Digital

Publisher:
WBS Laboratory

<https://ejournal.arunasita.com/jasita>



Pemberian Kompos Kotoran Sapi Terhadap Perubahan Karakteristik Kimia Tanah Bekas Tambang Batu Kapur PT. Semen Padang

Application of Cow Manure Compost on Changes in Chemical Characteristics of Soil Ex-Limestone Mining PT. Semen Padang

Lukman Nul Hakim^{1*}, Hermansah¹, Lusi Maira¹, Muhammad Aknil Sefano¹

1Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Kota, Padang, 25175

*Corresponding Author: lukmannh1395@gmail.com

ABSTRAK

Tanah bekas tambang batu kapur merupakan tanah yang memiliki sifat kimia, fisika, dan biologi yang buruk sehingga tingkat kesuburan sangat rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis kompos kotoran sapi yang optimal untuk perbaikan sifat kimia tanah bekas tambang batu kapur dan pertumbuhan tanaman trembesi (*Samanea saman*). Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Macam perlakuan yang diuji merupakan dosis kompos kotoran sapi (dosis 0,5 kg, 1 kg, 1,5 kg, dan 2 kg). Hasil optimal ditunjukkan oleh perlakuan 1 kg kompos kotoran sapi yaitu pH 7,29, kejenuhan basa 41,25%, kandungan C-organik 0,166%, N-total 0,173%, P-tersedia 60,19 ppm, KTK 24,10 me/100g, Mg-dd 1,409 me/100g, K-dd 0,076 me/100g, dan Na-dd 0,329 me/100g. Sedangkan untuk kandungan Ca-dd mengalami penurunan menjadi 8,101 me/100g.

Kata kunci: Kompos, Kotoran Sapi, Lahan Bekas Tambang, Batu Kapur, Kimia Tanah

ABSTRACT

*Ex-limestone mining soil is soil that has poor chemical, physical and biological properties so the fertility level is very low. The aim of this research is to determine the optimal dose of cow dung compost to improve the chemical properties of ex-limestone mining soil and the growth of trembesi (*Samanea saman*) plants. This research used a completely randomized design method with 5 treatments and 3 replications. The types of treatment tested were doses of cow dung compost (dose of 0.5 kg, 1 kg, 1.5 kg and 2 kg). Optimal results were shown by the treatment of 1 kg of cow dung compost, namely pH 7.29, base saturation 41.25%, C-organic content 0.166%, N-total 0.173%, P-available 60.19 ppm, CEC 24.10 me/ 100g, Mg-dd 1.409 me/100g, K-dd 0.076 me/100g, and Na-dd 0.329 me/100g. Meanwhile, the Ca-DD content decreased to 8.101 me/100g.*

Keywords: Cow Manure, Compost, Former Limestone Mining Land,

PENDAHULUAN

Sektor pertambangan merupakan sektor penting yang mendatangkan devisa cukup besar bagi negara kita. Namun demikian, tidak dapat dipungkiri juga bahwa sektor pertambangan berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung terhadap kerusakan ekosistem dan tanah di Indonesia (Kemenperin, 2014). Jenis kegiatan pertambangan tersebar di seluruh Indonesia, seperti : (a) tambang batu bara; (b) tambang fosfor; (c) tambang intan; (d) tambang emas; dan (e) tambang batu kapur. Salah satu tambang batu kapur yang ada di Indonesia terletak di Sumatera Barat tepatnya di Kota Padang. Kegiatan pertambangan kapur yang terdapat di Kota Padang adalah tambang batu kapur milik PT Semen Padang yang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Padang. Gunung kapur yang dikelola dan dijadikan pertambangan untuk diambil mineral kapurnya. Eksploitasi bahan galian Golongan C yaitu batuan kapur di Kelurahan Indarung dilakukan secara terus-menerus dalam jumlah yang sangat besar sejak tahun 1910 di bawah pemerintahan Belanda.

Kondisi pasca pertambangan kapur ini mengakibatkan perubahan lanskap, hilangnya tanah pucuk (*top soil*) dan vegetasi penutup, membentuk lereng-lereng yang terjal, sehingga rentan terhadap longsor serta mengubah kondisi hidrologis dan kesuburan tanah. Dampak lainnya yaitu terjadi penurunan kandungan bahan organik dan kandungan unsur hara tersedia, pemadatan tanah, serta pH dan suhu tanah menjadi tinggi. Hilangnya lapisan tanah atas (*top soil*) menyebabkan penurunan kandungan unsur hara esensial, seperti nitrogen dan fosfor pada lahan pasca penambangan. Keadaan ini juga menyebabkan rusaknya ekosistem alami tanah dan lahan menjadi tandus yang secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada lahan pasca penambangan (Rusdiana *et al.* 2000; Conesa *et al.* 2005; Soewandita, 2010).

Pemerintah berupaya untuk menanggulangi dampak negatif tersebut melalui UU No. 76 tahun 2008 yaitu mengharuskan setiap perusahaan tambang untuk melakukan reklamasi dan rehabilitasi berupa revegetasi pada lahan-lahan kritis bekas tambang. Kegiatan revegetasi (penghijauan) merupakan upaya merehabilitasi lahan yang mengalami kerusakan. Tujuan revegetasi adalah memperbaiki lahan-lahan labil dan tidak produktif, mengurangi erosi, serta dalam jangka panjang diharapkan dapat memperbaiki iklim mikro, memulihkan biodiversitas, dan meningkatkan produktivitas lahan. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk menunjang keberhasilan proses revegetasi lahan-lahan yang rusak tersebut seperti perbaikan lahan pratanam, pemilihan jenis tanaman yang cocok, dan pemupukan (Sudarmonowati *et al.* 2009). Permasalahan utama yang sering muncul pada upaya revegetasi lahan pasca tambang ialah rendahnya kualitas sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Sifat fisik, kimia dan biologi tanah dapat diperbaiki dengan melakukan aplikasi kompos kotoran sapi pada tanah.

Kompos kotoran sapi merupakan salah satu dari pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan. Kompos kotoran sapi diperoleh dari kotoran padat dan cair hewan ternak, baik segar maupun yang telah melalui proses dekomposisi. Aplikasi kompos kotoran sapi dapat meningkatkan kandungan unsur hara Nitrogen (N), Fosfat (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S), serta kandungan Karbon organik (C-organik), yang pada akhirnya dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah (Hartatik dan Widowati, 2010).

Pada penelitian ini kompos kotoran sapi yang digunakan adalah kompos kotoran sapi yang telah diproduksi oleh RQ Farm, sebuah peternakan yang ada di Nagari Simpang Tanjung Nan IV, Kecamatan Danau Kembar, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Pada demplot yang telah dilakukan oleh pihak RQ Farm menyatakan hasil pengujian yang positif terhadap pertumbuhan tanaman akasia sehingga penulis telah mencobakan kompos kotoran sapi dari RQ Farm ini untuk diaplikasikan pada jenis tanaman yang lain sesuai permintaan PT Semen Padang.

Terdapat 2 jenis pengaplikasian kompos kotoran sapi pada penelitian ini, yaitu kompos atas dan kompos dalam. Kompos kotoran sapi atas merupakan kompos yang diaplikasikan di atas permukaan tanah, sedangkan kompos kotoran sapi dalam merupakan kompos yang diaplikasikan di dekat bagian perakaran tanaman. Kandungan dari 2 jenis pengaplikasian kompos ini sedikit berbeda. Kompos atas terdiri atas 3,43 % N, 3,58 % P, dan 0,5 % K. Kompos dalam terdiri atas 3,85 % N, 3,27 % P, dan 0,49 % K. Kandungan hara ini nantinya akan sangat membantu dalam pertumbuhan tanaman revegetasi pada lahan bekas tambang.

Proses penanaman kembali di lahan bekas tambang harus memilih jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi tanah, seperti kapasitas dalam menstabilkan tanah, mampu meningkatkan bahan organik tanah, dan tersedia unsur hara tanah serta didukung oleh kondisi ekologi di sekitarnya,. Terutama jenis-jenis yang cepat tumbuh, misalnya trembesi dan sengon yang telah nyata adaptif di lahan bekas tambang (Singh, 2004). Dewasa ini, tanaman trembesi (*Samanea saman*) mulai banyak digunakan untuk mereklamasi lahan lahan bekas tambang karena pertumbuhannya yang cepat, mempunyai kemampuan adaptasi terhadap tanah yang miskin unsur hara, daun yang rindang dan kaya akan nitrogen serta dapat menyerap karbon dioksida di udara dengan baik (Bashri, 2014)

Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang Iriansyah dan Susilo (2009) lakukan yaitu uji coba penanaman jenis pionir seperti akasia, trembesi dan waru. Pada penelitian ini ketiga jenis tanaman pionir tersebut menunjukkan persen hidup di atas 79% pada lahan bekas tambang di Jawa Timur. Namun tanaman akasia memiliki daun yang tebal sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengalami proses pelapukan di tanah. Oleh karena itu, penulis menggunakan tanaman trembesi (*Samanea saman*) yang memiliki daun yang relatif tipis dan kaya akan nitrogen sehingga mempercepat terbentuknya bahan organik di tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui dosis kompos kotoran sapi yang optimal untuk perbaikan sifat kimia tanah bekas tambang batu kapur dan pertumbuhan tanaman trembesi (*Samanea saman*).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama lima bulan (April – Agustus 2022) di Rumah Kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat. Alat yang digunakan selama penelitian yaitu cangkul, gelas piala, erlenmeyer, pot, pipet tetes dan lain-lain. Alat Selengkapannya dapat dilihat pada Lampiran 2. Bahan yang digunakan adalah tanah bekas tambang kapur yang diambil di Karang Putih,

Indarung, Padang, Sumatera Barat. Kompos kotoran sapi dari RQ Farm dan tanaman indikator yang digunakan adalah tanaman trembesi (*Samanea saman*).

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 15 satuan percobaan. Setiap pot diberi kompos kotoran sapi dan dicampurkan dengan tanah kapur dengan dosis berdasarkan rekomendasi dari RQ Farm. Terdapat 2 jenis kompos kotoran sapi yang digunakan berdasarkan pengaplikasian dan pembuatannya, yaitu kompos kotoran sapi atas dan kompos kotoran sapi dalam. Proses pembuatan kompos kotoran sapi atas dilakukan menggunakan proses pengasapan dan penambahan dekomposer, sedangkan untuk kompos kotoran sapi dalam hanya diberikan penambahan dekomposer untuk mempercepat proses dekomposisi tanpa adanya proses pengasapan. Perlakuan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan yang Digunakan

Kode	Perlakuan
A	Kontrol
B	0,5 kg kompos kotoran sapi
C	1 kg kompos kotoran sapi
D	1,5 kg kompos kotoran sapi
E	2 kg kompos kotoran sapi

Analisis tanah awal yang dilakukan di laboratorium yaitu sifat kimia tanah bekas tambang kapur sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Parameter yang diamati adalah pH (metode Elektrometri), C-organik (Metode Walkley dan Black), N-total (metode Kjeldhal), P-tersedia (metode Olsen), KTK, dan Kejenuhan Basa (metode Pencucian dengan NH_4OAc 1N pH 7) dan data pertumbuhan tanaman. Data yang diperoleh berupa analisis tanah dan tanaman diolah berdasarkan analisis statistik dengan uji F pada taraf nyata 5%. Apabila berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut (DNMRT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Batu Kapur PT Semen Padang

Hasil analisis sifat fisika dan kimia tanah pasca penambangan batu kapur oleh PT Semen Padang yang terletak di Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis tanah awal tanah bekas tambang kapur, pH aktual (H_2O) sebesar 7,67 dengan kriteria agak alkalis. Menurut Allo (2016), pH tanah berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara makro dan mikro bagi pertumbuhan tanaman karena pertukaran ion pada koloid tanah dan larutan tanah sangat dipengaruhi oleh derajat kemasaman tanah. Berdasarkan hasil analisis didapatkan kadar C-Organik di dalam tanah sebesar 0,0001%, N-total sebesar 0,014%, P- tersedia sebesar 11,43 ppm, K-dd sebesar 0,018 me/100g, Ca-dd sebesar 11,133 me/100g, Na-dd sebesar 0,404 me/100g dan Mg-dd sebesar 0,110 me/100g yang tergolong pada kriteria sangat rendah sehingga kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman di atasnya sangat rendah pula.

Tabel 2. Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Batu Kapur PT Semen Padang

Parameter	Nilai	*Kriteria
pH H ₂ O (1:5)	7,67	Agak Alkalis
C-Organik (%)	0,0001	Sangat Rendah
P-Tersedia (ppm)	11,43	Sedang
N-Total (%)	0,014	Sangat Rendah
Rasio C/N	0,0071	Sangat Rendah
K-dd (me/100g)	0,018	Sangat Rendah
Ca-dd (me/100g)	11,133	Tinggi
Mg-dd (me/100g)	0,110	Sangat Rendah
Na-dd (me/100g)	0,404	Sedang
KTK (me/100g)	19,00	Sedang
Kejenuhan Basa (%)	61,40	Tinggi

*Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009

Penambangan dengan sistem terbuka juga berdampak terhadap kandungan bahan organik yang menurun oleh akibat aktivitas pengerukan kulit bumi. Bahan organik pada lapisan bagian atas tanah (*top soil*) dikenal dengan istilah humus yang berperan dalam pertumbuhan tanaman. Berdasarkan analisis, lahan bekas tambang kapur mengandung C-organik sebesar 0,0001%. Hasil analisis juga menunjukkan kriteria KTK yang sedang dengan nilai sebesar 19,00 me/100g. Hasil analisis pada tanah tambang kapur PT Semen Padang menggambarkan bahwa tanah pasca penambangan mengalami degradasi yang berat dan tanah didominasi oleh kapur. Hal ini dapat dilihat dari unsur hara yang sangat rendah dan kadar Ca yang tinggi sehingga berdampak terhadap pertumbuhan tanaman reklamasi dan ekosistem setempat.

B. Hasil Analisis Tanah Bekas Tambang Kapur Setelah Perlakuan

1. Nilai pH H₂O (1:5)

pH tanah adalah derajat kemasaman suatu tanah. pH tanah sangat mempengaruhi sifat kimia suatu tanah. Hasil analisis pH tanah pada tanah bekas tambang batu kapur setelah pengamatan disajikan pada Tabel 3. Nilai pH tanah tertinggi diperoleh dari perlakuan kontrol dengan nilai 7,57 dan memiliki kriteria agak alkalis. Kemudian pada perlakuan 1 kg, 1,5 kg dan 2 kg kompos kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap nilai pH yang ditandai dengan nilai pH tanah menjadi 7,29, 7,18 dan 7,00 berturut turut dengan kriteria netral dan secara statistik berbeda nyata terhadap kontrol. Sedangkan pada perlakuan 0,5 kg kompos kotoran sapi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH yang ditandai dengan nilai pH 7,55 dan kriterianya belum mengalami perubahan dari kontrol yaitu masih bersifat agak alkalis.

Nilai pH tanah pada tanah bekas tambang setelah diberikan perlakuan terjadi penurunan seiring dengan banyaknya dosis kompos kotoran sapi yang diberikan. Semakin tinggi dosis kompos kotoran sapi yang diberikan, maka nilai dari pH tanah semakin menurun. Hal ini dikarenakan bahan organik yang diberikan berupa kompos kotoran sapi dapat menghasilkan asam organik sebagai salah satu penyumbang ion H⁺ yang dapat menurunkan pH tanah

Tabel 3. Nilai pH H₂O 1:5 setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	pH H ₂ O	Kriteria
Kontrol	7,57 a	Agak Alkalis
0,5 kg KKS	7,55 a	Agak Alkalis
1 kg KKS	7,29 b	Netral
1,5 kg KKS	7,18 c	Netral
2 kg KKS	7,00 d	Netral

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMR 5%

. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Soepardi (1983) bahwa dalam proses dekomposisi akan menghasilkan asam-asam organik maupun asam anorganik yang menyebabkan tanah dalam keadaan masam yang dalam hal ini menurunkan pH tanah bekas tambang kapur dari agak alkalis menjadi netral. Berdasarkan nilai pH tanah maka dapat dinyatakan bahwa pH tanah yang telah diberikan perlakuan telah memenuhi syarat untuk pertumbuhan tanaman trembesi. Syarat tumbuh tanaman trembesi yaitu pada pH tanah kisaran 6,63-7,83 (Zaki *et al.* 2017).

2. Kadar C-organik (%)

C-organik merupakan komponen penting yang mempengaruhi sifat-sifat tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai sumber energi bagi organisme tanah dan pemicu ketersediaan hara bagi tanaman. Hasil analisis kandungan C-organik pada tanah bekas tambang batu kapur setelah pengamatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan C-Organik Tanah setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	C-Organik (%)	Kriteria
Kontrol	0,015 b	Sangat Rendah
0,5 kg KKS	0,076 b	Sangat Rendah
1 kg KKS	0,166 a	Sangat Rendah
1,5 kg KKS	0,206 a	Sangat Rendah
2 kg KKS	0,222 a	Sangat Rendah

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMR 5%

Perlakuan 0,5 kg kompos kotoran sapi didapatkan nilai C-organik sebesar 0,076% dan mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan kontrol. Kemudian pada perlakuan 1 kg, 1,5 kg dan 2 kg kompos kotoran sapi nilai C-organik mengalami peningkatan berturut-turut menjadi 0,166%, 0,206% dan 0,222%. Secara statistik perlakuan 1 kg, 1,5 kg dan 2 kg kompos kotoran sapi berbeda nyata terhadap kontrol. Walaupun belum menunjukkan adanya perubahan berdasarkan kriteria, namun hasil analisis sidik ragam pada data C-organik menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik tanah. Kriteria C-organik dari setiap perlakuan masih tergolong pada kriteria sangat rendah, namun persentase C-organik mengalami peningkatan sesuai dengan dosis kompos kotoran sapi yang diberikan. Peningkatan ini menunjukkan adanya proses respirasi aktif oleh mikroorganisme yang pada tahap akhir penguraian melepaskan CO₂, kemudian CO₂ akan bereaksi dengan H₂O membentuk asam-asam organik seperti asam karbonat

(HCO₃), asam bikarbonat (H₂CO₃), dan melepaskan energi sehingga kandungan C-organik dalam tanah meningkat (Sutanto, 2002). Semakin banyak kompos kotoran sapi yang diberikan maka semakin tinggi pula kandungan C-organik di dalam tanah. Hal ini senada dengan penelitian Syukur dan Indah (2006) yang menyimpulkan bahwa semakin banyak kompos kotoran sapi yang diaplikasikan, maka berbanding lurus dengan peningkatan kandungan C-organik dalam tanah.

3. Kadar N-total (%)

Nitrogen merupakan unsur hara yang bersifat *mobile* atau dapat ditranslokasikan sehingga konsentrasinya sangat rendah pada tanah bekas tambang batu kapur. Kandungan N-total tanah setelah pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan N-total Tanah setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	N-Total (%)	Kriteria
Kontrol	0,030 b	Sangat Rendah
0,5 kg KKS	0,070 b	Sangat Rendah
1 kg KKS	0,173 a	Rendah
1,5 kg KKS	0,188 a	Rendah
2 kg KKS	0,192 a	Rendah

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMR 5%

Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol dengan nilai sebesar 0,030% adalah perlakuan 2 kg kompos kotoran sapi yang dapat meningkatkan nilai nitrogen menjadi 0,192% seperti yang disajikan pada Tabel 7. Peningkatan persentase nitrogen total melalui perlakuan ini dapat merubah kriteria nitrogen total dalam tanah dari sangat rendah menjadi rendah. Kemudian pada perlakuan 0,5 kg kompos kotoran sapi didapatkan hasil sebesar 0,070% dengan notasi tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Selanjutnya pada perlakuan 1 kg dan 1,5 kg kompos kotoran sapi didapatkan nilai N-total berturut turut sebesar 0,173% dan 0,188% dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol.

Peningkatan persentase nitrogen total dalam tanah senada dengan dosis kompos yang diberikan, semakin tinggi dosis kompos kotoran sapi yang diberikan maka persentase nitrogen di dalam tanah juga semakin meningkat. Kompos kotoran sapi merupakan bahan organik dengan kandungan unsur N, P, K, dan S jika mengalami dekomposisi akan menghasilkan protein dan asam-asam amino yang terurai menjadi unsur unsur N sebagai penyumbang nitrogen terbesar dalam tanah (Prasetya, 2016). Tisdale *et. al* (1999) juga mengungkapkan bahwa aktivitas pengambilan unsur N dalam tanah oleh akar berlangsung secara aliran massa sehingga terjadi peningkatan aktivitas pengambilan unsur N oleh tanaman yang berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi N yang diberikan ke dalam tanah. Hasil analisis juga menunjukkan kriteria N-total pada tanah tambang batu kapur setelah perlakuan menunjukkan kriteria sangat rendah dan rendah. Rendahnya persentase N-total tanah ini juga bisa disebabkan oleh pencucian dan penguapan ke udara. Hal ini sesuai dengan pendapat Syahputra (2015) yang menyatakan bahwa rendahnya kandungan N-total disebabkan karena rendahnya C- organik tanah, hilangnya akibat dari pencucian, penguapan ke udara, dan terangkut panen. Hakim *et al.*, (1986) *cit* Syahputra (2015) menyebutkan bahwa kehilangan N dalam bentuk gas lebih besar daripada kehilangan dalam bentuk tercuci.

4. Kadar P-tersedia (ppm)

Pospat (P) tersedia merupakan P yang siap diambil oleh tanaman. Kandungan P-tersedia tanah bekas tambang batu kapur setelah pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan P-tersedia Tanah setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	P-tersedia (ppm)	Kriteria
Kontrol	13,93 d	Sedang
0,5 kg KKS	30,21 c	Sangat Tinggi
1 kg KKS	60,19 b	Sangat Tinggi
1,5 kg KKS	73,60 ab	Sangat Tinggi
2 kg KKS	74,72 a	Sangat Tinggi

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMR 5%

Kandungan P-tersedia yang paling tinggi diperoleh dari perlakuan 2 kg kompos kotoran sapi yakni sebesar 74.72 ppm. Berdasarkan kriteria yang tertera pada Balai Penelitian Tanah (2009), nilai ini termasuk pada kriteria sangat tinggi dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol yakni hanya senilai 13.93 ppm dengan kriteria sedang. Perlakuan 0,5 kg kompos kotoran sapi diperoleh hasil yang signifikan terhadap kontrol yaitu dengan peningkatan nilai menjadi 30.21 ppm. Kemudian pada perlakuan 1 kg kompos kotoran sapi nilai P-tersedia yang didapat juga mengalami peningkatan signifikan yaitu sebesar 60.19 ppm dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol dan kriteria sangat tinggi. Selanjutnya pada perlakuan 1,5 kg kompos kotoran sapi juga mengalami peningkatan menjadi 73.60 ppm dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol dan kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil analisis, dapat dilihat bahwa kandungan P-tersedia di dalam tanah meningkat seiring dengan peningkatan dosis kompos kotoran sapi yang diberikan.

Kandungan P-tersedia yang tinggi ini disebabkan oleh kompos kotoran sapi memiliki kandungan unsur hara P yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kadar P_2O_5 pada tanah. Hal ini sesuai dengan literatur Foth (1991) yang menyatakan bahwa kandungan unsur hara P_2O_5 pada kotoran hewan ternak sebesar 16% lebih besar dari pada hewan yang lainnya. Hal ini juga sejalan dengan hasil analisis kandungan P pada kompos kotoran sapi yang digunakan yaitu sebesar 3,58% pada kompos RQ dalam dan 3,43% kompos RQ atas, selengkapnya dapat dilihat di Lampiran 10. Selain itu, nilai P-tersedia yang tinggi juga dapat disebabkan oleh metode yang digunakan yaitu metode Olsen yang dapat mengukur ketiga bentuk fosfat di dalam tanah yaitu $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} (Ghazaly et. al, 2014). Kandungan P-tersedia di dalam tanah juga dipengaruhi oleh nilai pH. Dapat dilihat pada Tabel 3. semakin tinggi dosis kompos yang diberikan, maka nilai pH tanah akan bergeser ke arah netral. Semakin nilai pH tanah mendekati netral, maka semakin tinggi pula nilai P-tersedia yang diperoleh. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Hanafiah (2005), yaitu faktor terpenting yang mempengaruhi tersedianya P bagi tanaman adalah pH tanah. Unsur P paling mudah diserap tanaman dalam kisaran pH netral (6-7).

5. Nilai Kapasitas Pertukaran Kation (KTK) (cmol/kg)

KTK merupakan jumlah total kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid yang bermuatan negatif. Hasil analisis KTK tanah yang telah diaplikasikan kompos kotoran sapi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai KTK Tanah setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	KTK (me/100g)	Kriteria
Kontrol	19,55 c	Sedang
0,5 kg KKS	22,64 bc	Sedang
1 kg KKS	24,10 b	Sedang
1,5 kg KKS	33,03 a	Tinggi
2 kg KKS	34,07 a	Tinggi

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMR 5%

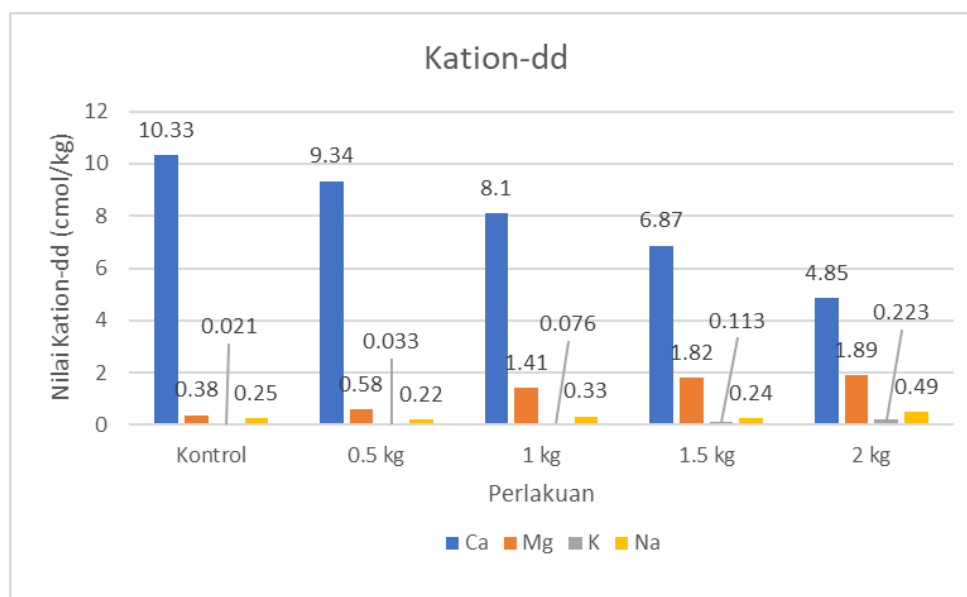
Nilai KTK tertinggi diperoleh dari perlakuan 2 kg kompos kotoran sapi yaitu 34,07 me/100g dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol seperti yang disajikan pada Tabel 9. Nilai KTK dari perlakuan 0,5 kg kompos kotoran sapi didapatkan nilai yaitu 22,64 me/100g dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009), nilai KTK pada perlakuan kontrol dan 0,5 kg kompos kotoran sapi tergolong pada kriteria sedang. Sedangkan perlakuan 1 kg dan 1,5 kg kompos kotoran sapi didapatkan nilai sebesar 24,10 me/100g dan 33,03 me/100g dengan notasi berbeda nyata berturut-turut terhadap kontrol. Menurut Romadhan (2021), peningkatan nilai KTK pada tanah terjadi karena bertambahnya muatan negatif dalam tanah yang berasal dari gugus karboksil (COO^-) dan Hidroksil (OH^-) yang bersumber dari bahan organik yang dalam hal ini merupakan kompos kotoran sapi. Kompos kotoran sapi yang diberikan ke dalam tanah mengalami dekomposisi yang berakhir dengan mineralisasi dan terbentuknya bahan yang relatif resisten yaitu humus. Humus yang tersusun dari selulosa, lignin dan protein mempunyai kandungan C-organik umumnya sekitar 58 % sehingga pemberian kompos kotoran sapi akan meningkatkan jumlah humus dalam tanah dan dengan demikian akan meningkatkan KTK tanah (Brady,1990).

Sanchez (1992) menyatakan bahwa bahan organik tanah secara tidak langsung berperan dalam meningkatkan kestabilan agregat, kapasitas menahan air, KTK, daya sangga tanah serta menurunkan jerapan P oleh tanah. Semakin tinggi bahan organik di dalam tanah, maka semakin tinggi nilai KTK nya. Data pada Tabel 4 yang menyajikan persentase C-organik tanah, dapat dilihat bahwa kandungan C-organik di dalam tanah masih tergolong sangat rendah sehingga nilai KTK tidak meningkat signifikan. Kandungan C-organik dalam tanah juga mencerminkan kandungan bahan organik di dalam tanah.

6. Kejenuhan Basa (%)

Kejenuhan basa merupakan perbandingan antara jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan kation asam) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Data kation dapat ditukar pada tanah tambang batu kapur setelah pengamatan disajikan pada Gambar 1. Nilai kejenuhan basa (Tabel 8) pada perlakuan kontrol diperoleh hasil sebesar 56,53%. Kemudian pada perlakuan 0,5 kg dan 1 kg kompos kotoran sapi diperoleh hasil masing masing sebesar 45,15% dan 41,15%. Secara statistik, perlakuan 0,5

dan 1 kg kompos kotoran sapi telah berbeda nyata terhadap kontrol. Selanjutnya pada perlakuan 1,5 kg dan 2 kg kompos kotoran sapi diperoleh hasil masing masing sebesar 27,91% dan 22,04% dengan notasi nyata berurut-turut terhadap kontrol. Data pada Gambar 1 mengindikasikan adanya penurunan seiring dengan banyaknya dosis kompos yang diberikan. Hasil analisis sidik ragam pada data kejenuhan basa menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap nilai kejenuhan basa pada tanah bekas tambang batu kapur.



Gambar 1. Nilai kation dapat ditukar

Tabel 8. Nilai Kejenuhan Basa setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	Kejenuhan Basa (%)	Kriteria
Kontrol	56,53 a	Tinggi
0,5 kg KKS	45,15 b	Sedang
1 kg KKS	41,15 b	Sedang
1,5 kg KKS	27,91 c	Rendah
2 kg KKS	22,04 c	Rendah

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT 5%

Nilai kejenuhan basa tanah dipengaruhi oleh jumlah kation- kation basa seperti Ca, Mg, K dan Na bervariasi yaitu Ca dengan kriteria tinggi hingga rendah, Mg, K dan Na serta nilai kapasitas tukar kation. Nilai kejenuhan basa yang tinggi didukung oleh data pH tanah (Tabel 5) yang memiliki kriteria agak alkalis dan netral. Tarigan (2018) menyatakan bahwa kejenuhan basa sangat berhubungan dengan pH tanah. Jika pH tanah masam maka kejenuhan basa rendah, dan sebaliknya jika pH tanah alkalis maka kejenuhan basa tinggi.

C. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Trambesi

Data pada Tabel 9 dan Gambar 2, menunjukkan tinggi tanaman tertinggi diperoleh dari perlakuan 2 kg kompos kotoran sapi yaitu 68,67 cm dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol dengan tinggi tanaman yaitu 52,97 cm. Selanjutnya perlakuan 0,5 kg

kompos kotoran sapi diperoleh hasil tinggi tanaman yaitu 54,87 cm dengan notasi tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Kemudian pada perlakuan 1 kg kompos kotoran sapi dan 1,5 kg kompos kotoran sapi diperoleh tinggi tanaman 66,77 cm dan 68,07 cm berturut-turut dengan notasi berbeda nyata terhadap kontrol. Data pada Tabel 9 dan Gambar 2, mengindikasikan adanya peningkatan signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman trembesi seiring dengan dosis kompos kotoran sapi yang diberikan. Hal ini disebabkan karena kompos kotoran sapi memiliki kandungan unsur hara N, P, dan K yang cukup tinggi sehingga dapat membantu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Semakin tinggi dosis kompos yang diberikan maka semakin tinggi pula unsur hara yang tersedia bagi tanaman sehingga pertumbuhan tanaman pun meningkat signifikan.

Tabel 9. Tinggi Tanaman setelah 10 Minggu Tanam

Perlakuan	Tinggi Tanaman Minggu Ke-1 (cm)	Tinggi Tanaman Minggu Ke-10 (cm)
Kontrol	44,90	52,97 b
0,5 kg KKS	47,63	54,87 b
1 kg KKS	43,80	66,77 a
1,5 kg KKS	39,83	68,07 a
2 kg KKS	43,63	68,67 a

Keterangan: KKS: Kompos Kotoran Sapi, angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata menurut uji DNMR 5%



Gambar 2. Tinggi tanaman trembesi

Selain itu ditemukannya juga bintil akar pada tanaman trembesi di setiap perlakuan (Gambar 3). Bintil akar menunjukkan adanya simbiosis tanaman trembesi dengan bakteri pemfiksasi N akibat rendahnya kandungan N-total pada tanah. Bakteri pemfiksasi nitrogen

mengambil unsur N dari udara dan kemudian menyumbang unsur N ke tanaman sehingga kebutuhan nitrogen tanaman trembesi tetap dapat terpenuhi.



Gambar 3. Bintil akar tanaman trembesi

Syarief (1986) mengungkapkan bahwa unsur nitrogen (N) sangat diperlukan tanaman untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman seperti batang, akar, daun dan cabang. Berdasarkan hasil analisis kandungan unsur hara pada kompos kotoran sapi, kompos kotoran sapi yang digunakan memiliki kandungan hara yaitu 3,43% N, 3,58% P dan 0,5% K. Dengan tersedianya unsur N dapat memacu pertumbuhan tinggi tanaman. Pemberian bahan organik berupa kompos kotoran sapi mampu membuat tanaman trembesi tumbuh lebih baik dibandingkan tanpa aplikasi bahan organik. Selain itu tanaman trembesi juga merupakan tanaman pionir yang dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang cukup ekstrim sehingga pertumbuhan tanaman ini masih cukup baik pada lahan bekas tambang batu kapur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perbaikan sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman trembesi dengan pemberian dosis kompos kotoran sapi yang berbeda pada tanah bekas tambang batu kapur PT Semen Padang, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi kompos kotoran sapi dengan dosis 1 kg merupakan dosis optimal untuk perbaikan sifat kimia tanah bekas tambang batu kapur yang ditandai dengan analisis sidik ragam telah menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol. Adapun perbaikan sifat kimia tanah pada dosis 1 kg meliputi nilai pH 7,29, kejenuhan basa 41,15%, kandungan C-organik 0,166%, N-total 0,173%, P-tersedia 60,19 ppm, KTK 24,10 me/100g, Mg-dd 1,409 me/100g, K-dd 0,076 me/100g, dan Na-dd 0,329 me/100g. Sedangkan untuk kandungan Ca-dd mengalami penurunan menjadi 8,101 me/100g. Aplikasi kompos kotoran sapi dengan dosis 1 kg merupakan dosis optimal untuk pertumbuhan dan peningkatan kandungan unsur hara tanaman trembesi yang ditandai dengan analisis sidik ragam telah menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol. Adapun pertumbuhan dan peningkatan unsur hara meliputi tinggi tanaman 66,77 cm,

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, M.K. (2016). Kondisi Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*. Vol. 4, No. 2. Hal. 2017-217
- Balai Penelitian Tanah. (2009). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Balai Pengembangan dan Penelitian Pertanian Departemen Pertanian. 215 hal
- Bashri, A., Utami, B. dan Primandiri, P. R. (2014). Pertumbuhan Bibit Trembesi (*Samanea saman*) dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula pada Media Bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Klotok Kediri. *Prosiding Seminar Biologi*. Surakarta: FKIP UNS
- Conesa, A., et al. (2005): *a universal tool for annotation, visualization and analysis in functional genomics research*. *Bioinformatics*. 2005;21:3674–3676.
- Foth, H. D. (1991). *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Ed. Ketujuh. Diterjemahkan E. D. Purbayanti, D. R. Lukiwati dan R. Trimulati. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta
- Ghazaly R. Umaternate, Jemmy Abidjulu, Audy D. Wuntu. (2014). Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal MIPA Unsrat (1)*. Hal 6-10
- Hanafiah A.S. (2009). *Biologi dan Ekologi Tanah*. FP - USU, Medan
- Hartatik, W., dan L.R. Widowati. 2010. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Buku. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 283 hal
- Kementrian Perindustrian Indonesia. (2014). Laporan Kinerja Kementrian Perindustrian Tahun 2014.
- Prasetya, D., Wahyudi, I., dan Baharudin. (2016). Pengaruh Jenis dan Komposisi Pupuk Kandang ayam dan Pupuk NPK terhadap Serapan Nitrogen dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis*. Vol. 4. No. 4. Hal 384-393
- Romadhon, Panji. (2021). *Perbaikan Sifat Kimia dan Kemampuan Bunga Matahari dalam Proses Fitoremediasi Lahan Bekas Tambang Emas*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Rusdiana O, Fakuara Y, Kusmana C, Hidayat Y. (2000). *Respon Pertumbuhan Akar Tanaman Sengon (Paraserienthes falcataria) terhadap Kepadatan dan Kandungan Air Tanah Podsolik Merah Kuning*. *J Manaj Hut Trop* Vol 6 (2): 43-53
- Sanchez, P. A. (1992). *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Alih bahasa: Amir Hamzah. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Sefano, M. A., Maira, L., Darfis, I., Yunanda, W. W., & Nursalam, F. (2023). Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Rhizosfir Jagung (*Zea mays L.*) dengan Pemberian Pupuk Organik pada Ultisol. *JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)*, 1(1), 31-39.
- Singh, A. N., A. S. Raghubanshi and J. S. Singh. (2004). *Plantation as a Tool for Mine Spoil Restoration*. *Current Sci*. 82(12):1436-1441

- Sudarmonowati E, Novi S, Hartati NS, Taryana N, Siregar UJ. (2009). Sengon mutan putatif tahan tanah ex-tambang emas. *Journal of Applied and Industrial Biotechnology in Tropical Region* 2(2):1–5.
- Soepardi, G. (1983). *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Soewandita, H. (2010). *Pengembangan Nutrient Block Untuk Mendukung Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang*. Laporan Akhir Program Insentif Perekayasa KRT Tahun 2010 No 25. Pusat Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Wilayah Dan Mitigasi Bencana Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Susilo, A. (2010). *Status Riset Reklamasi Bekas Tambang Batubara*. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda
- Syahputra, E., Fauzi, Razali. (2015). *Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara*. Jurnal Agroekoteknologi 4(1): 1796- 1803
- Syukur, A dan N. M. Indah. (2006). Kajian Pengaruh Pemberian Macam Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jahe Di Inceptisol Karanganyar. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan Vol 6 (2)* : 124-131
- Tisdale, S., Nelson, W., Havlin, J. and Beaton, J. (1999). *Soil Fertility and Fertilizers*. An Introduction to Nutrient Management. 6th Edition, Prentice- Hall, New Jersey.

**Pengamatan Sifat Biologi Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kebun
Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas**

***Observation of Soil Biological Properties in Several Land Uses in the Experimental
Garden of the Faculty of Agriculture, Andalas University***

**Muhammad Aknil Sefano^{1*}, Moli Monikasari¹, Vivin Auliadesti¹, Nabila¹,
Salma Athya, Wiyatri Tapiyani¹, Agustian¹**

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Kota, Padang, 25175

*Corresponding Author: m.aknil.sefano@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan lahan yang berbeda dapat memberikan dampak signifikan terhadap sifat biologi tanah. Di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, terdapat beragam jenis penggunaan lahan seperti lahan pertanian, lahan perkebunan, dan lahan hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesuburan biologi tanah di lokasi penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei sederhana. Tanah diambil pada kelerengan yang sama (0-8%) pada beberapa penggunaan lahan yaitu lahan yaitu lahan padang rumput, lahan hutan, dan lahan perkebunan sawit. Sampel diambil pada kedalaman 0-20 cm pada daerah rhizosfir. Hasil penelitian menunjukkan Respirasi tertinggi terdapat di hutan sebesar 2.10 mg CO₂/g tanah/hari lalu padang rumput dan lahan sawit masing-masing 0.95 mg CO₂/g tanah/hari. C-Biomassa tertinggi di padang rumput yaitu 0.072% lalu lahan sawit 0.018% kemudian hutan 0.011%. Populasi bakteri tertinggi terdapat pada lahan padang rumput yaitu 6.21 CFU, kemudian hutan 5.92 CFU, dan sawit 5.58 CFU. Kadar enzim pospatase baik yang aktif di pH masam maupun basa, nilai tertinggi terdapat pada lahan hutan yaitu 10.38 $\mu\text{mol/g}$ (asam) dan 5.68 $\mu\text{mol/g}$ (basa) kemudian lahan padang rumput sebesar 5.87 $\mu\text{mol/g}$ (asam) dan 2.30 $\mu\text{mol/g}$ (basa), dan lahan sawit 3.25 $\mu\text{mol/g}$ (asam) dan 0.90 $\mu\text{mol/g}$ (basa). Berdasarkan analisis, lahan hutan dan lahan pdang rumput masih merupakan lahan dengan sifat biokimia yang masih stabil dan memiliki kesuburan biologi yang baik.

Kata kunci: Enzim Pospatase, Hutan, Padang rumput, Lahan Sawit, Biologi Tanah

ABSTRACT

Different land uses can have a significant impact on the biological properties of soil. At the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture, Andalas University, there are various types of land use such as agricultural land, plantation land and forest land. This research aims to determine the level of biological fertility of the soil at the research location. The method used in this research is a simple survey method. Soil was taken at the same slope (0-8%) for several land uses, namely grassland, forest land and oil palm plantation land. Samples were taken at a depth of 0-20 cm in the rhizosphere area. The research results showed that the highest respiration was in forests at 2.10 mg CO₂/g soil/day, then grasslands and oil palm fields each at 0.95 mg CO₂/g soil/day. The highest C-Biomass is in grasslands, namely 0.072%, then oil palm land 0.018%, then forests 0.011%. The highest bacterial population was found in grassland, namely 6.21 CFU, then forest 5.92 CFU, and oil palm 5.58 CFU. The levels of the phosphate enzyme, both active at acidic and alkaline pH, had the highest values in forest land, namely 10.38 $\mu\text{mol/g}$ (acid) and 5.68 $\mu\text{mol/g}$ (alkaline) then grassland land at 5.87 $\mu\text{mol/g}$ (acid) and 2.30 $\mu\text{mol/g}$ (alkaline), and oil palm land 3.25 $\mu\text{mol/g}$ (acid) and 0.90 $\mu\text{mol/g}$ (base). Based on the analysis, forest land and grassland are still land with stable biochemical properties and good biological fertility.

Keywords: *Phosphatase Enzymes, Forests, Grasslands, Palm Oil Lands, Soil Biology*

PENDAHULUAN

Penggunaan lahan yang berbeda dapat memberikan dampak signifikan terhadap sifat biologi tanah, yang pada gilirannya mempengaruhi kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, terdapat berbagai jenis penggunaan lahan yang mencakup lahan pertanian, lahan perkebunan, dan lahan hutan. Setiap jenis penggunaan lahan ini memiliki karakteristik yang unik dalam memengaruhi komposisi dan aktivitas organisme tanah, seperti mikroorganisme, cacing tanah, dan jamur. Sebagai contoh, lahan pertanian yang intensif biasanya menunjukkan penurunan biodiversitas mikroba tanah akibat penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan, yang dapat menurunkan kualitas tanah. Sementara itu, lahan perkebunan, meskipun cenderung memiliki struktur tanah yang lebih stabil, juga dapat mengalami degradasi jika tidak dikelola dengan bijaksana. Di sisi lain, lahan hutan memiliki kemampuan alami untuk mendukung keragaman hayati tanah yang lebih tinggi, berkat keberadaan bahan organik yang terus-menerus terdekomposisi dan memperkaya tanah.

Pentingnya pemahaman tentang pengaruh penggunaan lahan terhadap sifat biologi tanah tercermin dalam studi-studi terbaru yang menunjukkan bahwa perubahan pola penggunaan lahan dapat mengubah siklus karbon dan nitrogen tanah, yang pada akhirnya mempengaruhi ketahanan ekosistem terhadap perubahan iklim. Penelitian yang dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas mengungkapkan bahwa tanah yang dikelola dengan pendekatan agroforestri atau rotasi tanaman cenderung memiliki lebih banyak mikroorganisme pengurai dan lebih tinggi kandungan bahan organik dibandingkan dengan lahan pertanian konvensional. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengelolaan penggunaan lahan yang berkelanjutan dapat mendukung keberlanjutan ekosistem tanah dan meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap karbon, yang penting dalam mitigasi perubahan iklim. Dengan demikian, pemilihan dan pengelolaan penggunaan lahan yang tepat sangat krusial untuk menjaga fungsi ekosistem tanah yang optimal dan mendukung ketahanan lingkungan.

Sifat biologi tanah meliputi berbagai aspek kehidupan mikroorganisme ini memainkan peran penting dalam proses dekomposisi bahan organik, siklus nutrisi, dan pembentukan struktur tanah yang baik (Vintausek, *et al*, 1985). Proses dekomposisi oleh mikroorganisme menghasilkan humus yang meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air dan nutrisi. Siklus nutrisi yang efisien memastikan bahwa tanaman mendapatkan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal, sementara pembentukan struktur tanah yang baik meningkatkan aerasi dan perkolasi air, yang semuanya berkontribusi pada kondisi tanah yang sehat (Wander, *et al*, 2002). Kondisi tanah yang sehat dengan aktivitas biologi yang tinggi akan mendukung produktivitas tanaman dan keberlanjutan lingkungan. Mikroorganisme tanah juga dapat membantu dalam mitigasi perubahan iklim melalui sekuester karbon, di mana karbon diikat dalam bahan organik tanah sehingga mengurangi jumlah karbon di atmosfer (Lavelle dan Spain, 2001). Keragaman hayati tanah sangat beragam dan kompleks, dan setiap jenis penggunaan lahan memiliki komunitas biologi tanah yang berbeda. Faktor musim juga dapat mempengaruhi sifat biologi tanah secara signifikan. Kondisi iklim yang berubah-ubah, seperti curah hujan dan suhu, dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dan fauna tanah. Oleh karena itu, penelitian mengenai sifat biologi tanah tidak hanya penting untuk produktivitas

pertanian tetapi juga untuk kesehatan lingkungan secara keseluruhan (Bünemann, *et al*, 2018).

Studi tentang sifat biologi tanah sangat relevan dalam konteks pertanian berkelanjutan. Dengan meningkatnya perhatian terhadap perubahan iklim dan penurunan kualitas tanah, industri pertanian saat ini semakin fokus pada praktik pengelolaan lahan yang ramah lingkungan dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat biologi tanah di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas dan dapat memberikan pengetahuan bagi petani modern dan pengelola lahan dalam memilih praktik pertanian yang dapat menjaga atau meningkatkan kesehatan tanah. Ini juga relevan untuk industri perkebunan dan kehutanan yang berusaha untuk meningkatkan produktivitas sambil mempertahankan keberlanjutan lingkungan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2024. Penelitian ini terdiri dari penelitian di lapangan yang dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Analisis tanah dilaksanakan di laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Alat yang akan digunakan pada penelitian di lapangan antara lain GPS (*Global Positioning System*), bor Belgi, cangkul dan sebagainya. Alat yang digunakan pada analisis tanah di laboratorium antara lain timbangan analitik, gelas ukur, ayakan tanah dan sebagainya. Sedangkan bahan yang akan digunakan antara lain sampel tanah, kertas saring, zat kimia pro analisis dan sebagainya.

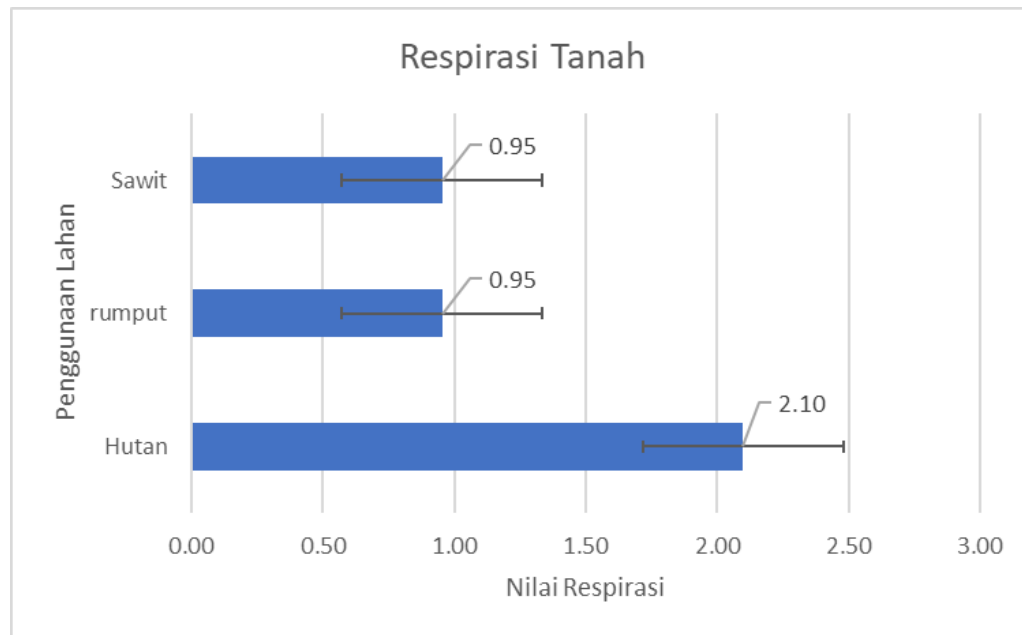
Metode yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu metode survei, dimana sampel diambil pada 3 jenis penggunaan lahan yaitu Lahan padang rumput, Lahan hutan, Lahan perkebunan sawit. Sampel diambil pada kedalaman 0-20 cm pada daerah rhizosfir. Untuk analisis laboratorium, parameter analisis adalah Respirasi mikroorganisme (menggunakan metode Penangkapan CO₂ dengan KOH 1N), C-Biomassa (menggunakan metode Ekstraksi dan Fumigasi), Enzim Pospatase (menggunakan metode Substrat pNP), dan Populasi Bakteri (menggunakan metode Pengenceran dan Cawan Tuang) dimana prosedur analisis merujuk pada Buku *Methods in Soil Biology* (Schinner *et al*, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Nilai Respirasi Mikroorganisme

Respirasi tanah merujuk pada proses pelepasan karbon dioksida (CO₂) oleh organisme tanah, yang terjadi selama dekomposisi bahan organik. Proses ini mencerminkan aktivitas mikroba dalam tanah dan dapat digunakan sebagai indikator penting untuk mengukur kesehatan dan dinamika ekosistem tanah (Chevallier *et al.*, 2008). Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 1, lahan hutan menunjukkan kadar respirasi tanah tertinggi, yaitu sebesar 2,10 mg CO₂/g tanah/hari, yang mencerminkan aktivitas mikroorganisme yang tinggi. Sebaliknya, lahan sawit dan rumput memiliki nilai respirasi yang lebih rendah, masing-masing sebesar 0,95 mg CO₂/g tanah/hari. Hal ini menunjukkan bahwa hutan, sebagai ekosistem yang lebih stabil, mendukung aktivitas biologis yang lebih intensif dibandingkan dengan sistem pertanian atau perkebunan monokultur, di mana keragaman dan ketersediaan bahan organik terbatas. Sebagai lahan yang kaya akan C-organik, hutan mendukung kondisi yang optimal

bagi mikroorganisme tanah untuk berkembang dan meningkatkan proses dekomposisi bahan organik.

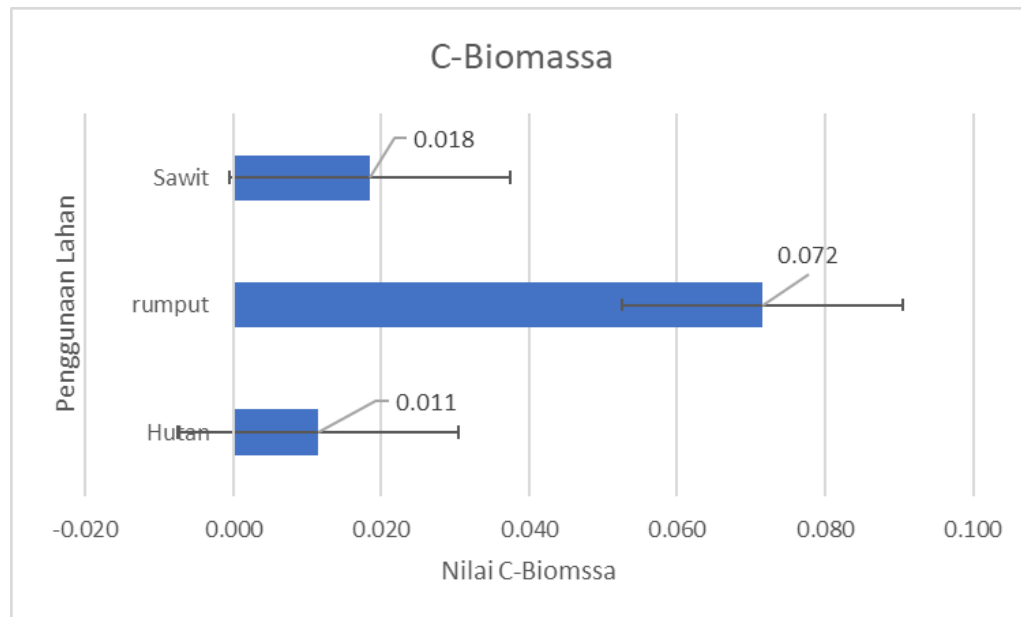


Gambar 1. Nilai Respirasi Tanah (mg CO₂/g tanah/hari)

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa respirasi tanah berkorelasi positif dengan kadar C-organik, di mana karbon bertindak sebagai sumber utama bagi mikroorganisme tanah (Stefano, 2022). Ketika ketersediaan bahan organik dalam tanah tinggi, aktivitas mikroba dalam mengurai bahan tersebut akan meningkat, yang pada gilirannya mempercepat proses respirasi tanah (Wardle, 2002). Dalam konteks ini, hutan memiliki keunggulan karena kandungan C-organik yang tinggi, yang mendukung siklus biogeokimia tanah yang stabil dan sehat. Sementara itu, pada lahan pertanian atau perkebunan seperti sawit, penggunaan pupuk sintetis dan pengelolaan tanah yang intensif dapat mengurangi jumlah bahan organik yang tersedia, sehingga menghambat aktivitas mikroba dan menurunkan laju respirasi tanah. Hal ini menjadikan respirasi tanah tidak hanya sebagai indikator biologis, tetapi juga sebagai alat untuk mengevaluasi dampak dari praktik pengelolaan lahan terhadap keberlanjutan ekosistem tanah.

2. Kadar C-Biomassa

C-Biomassa adalah bagian dari bahan organik tanah yang berasal dari makhluk hidup seperti mikroorganisme (Alef dan Nannieper, 1995). C-Biomassa tanah disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 2, kadar C-biomassa tertinggi ditemukan pada lahan rumput, yaitu sebesar 0,072%, diikuti oleh lahan sawit dengan 0,018%, dan lahan hutan yang memiliki kadar C-biomassa sebesar 0,011%. Hal ini menunjukkan bahwa padang rumput memiliki input karbon organik yang lebih tinggi meskipun bahan organiknya lebih mudah terdekomposisi dibandingkan dengan serasah yang ada di hutan.



Gambar 2. Nilai C-Biomassa (%)

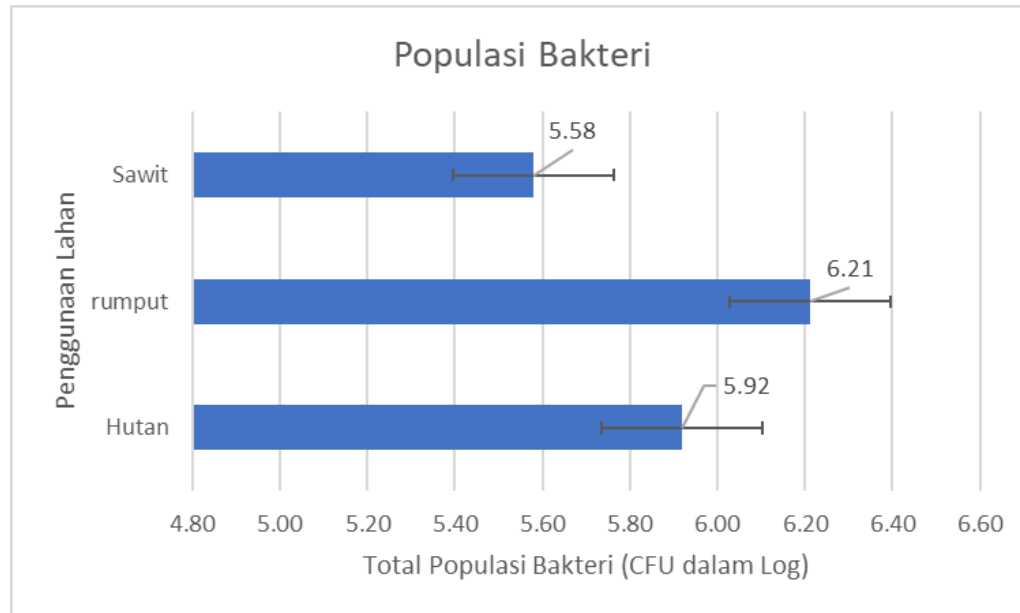
Pada lahan hutan, meskipun terdapat banyak bahan organik, dominasi tanaman dengan kandungan lignin yang tinggi menyebabkan proses dekomposisi lebih lambat. Lignin yang terkandung dalam bahan organik seperti serasah hutan sulit diurai oleh mikroorganisme, sehingga karbon yang terkandung dalam C-biomassa hutan cenderung lebih lama tersimpan. Sebaliknya, pada padang rumput, bahan organik seperti rumput dan tanaman paku yang lebih mudah lapuk menyediakan karbon yang cepat tersedia bagi mikroorganisme tanah, yang mengarah pada nilai C-biomassa yang lebih tinggi.

C-biomassa memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan tanah karena berfungsi sebagai sumber energi utama bagi mikroorganisme tanah. Ketersediaan karbon organik yang cukup di dalam tanah mendukung kelimpahan dan keragaman mikroorganisme yang penting untuk proses dekomposisi dan siklus biogeokimia lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Iswandi *et al.* (1995) mengungkapkan bahwa keanekaragaman mikroorganisme tanah hanya dapat berkembang di tanah dengan kondisi yang mendukung kehidupan mereka, seperti ketersediaan unsur hara yang memadai, pH tanah yang sesuai, serta aerasi dan drainase yang baik. Dalam hal ini, padang rumput yang memiliki ketersediaan bahan organik yang lebih cepat terurai dan tanah yang lebih gembur memungkinkan mikroorganisme untuk berkembang lebih cepat dan lebih beragam. Sebaliknya, pada lahan hutan yang kaya akan bahan organik namun lebih padat, ketersediaan oksigen dan kecepatan dekomposisi menjadi lebih terbatas, yang mengurangi keberagaman mikroorganisme meskipun kandungan C-organiknya lebih tinggi. Dengan demikian, meskipun hutan dapat menyimpan lebih banyak karbon, padang rumput menunjukkan potensi yang lebih besar dalam menyediakan biomassa karbon yang lebih cepat tersedia bagi ekosistem mikroba tanah.

3. Total Populasi Bakteri

Tanah adalah suatu ekosistem yang terdiri dari berbagai jenis mikroba dengan morfologi dan sifat fisiologis yang berbeda-beda. Jumlah mikroba memengaruhi sifat kimia

dan fisik tanah dan pertumbuhan tanaman. Dengan mengetahui jumlah dan aktivitas mikroba dalam suatu tanah, maka dapat diketahui tingkat kesuburan suatu tanah. Total Populasi Bakteri (TPB) tanah disajikan pada Gambar 3.



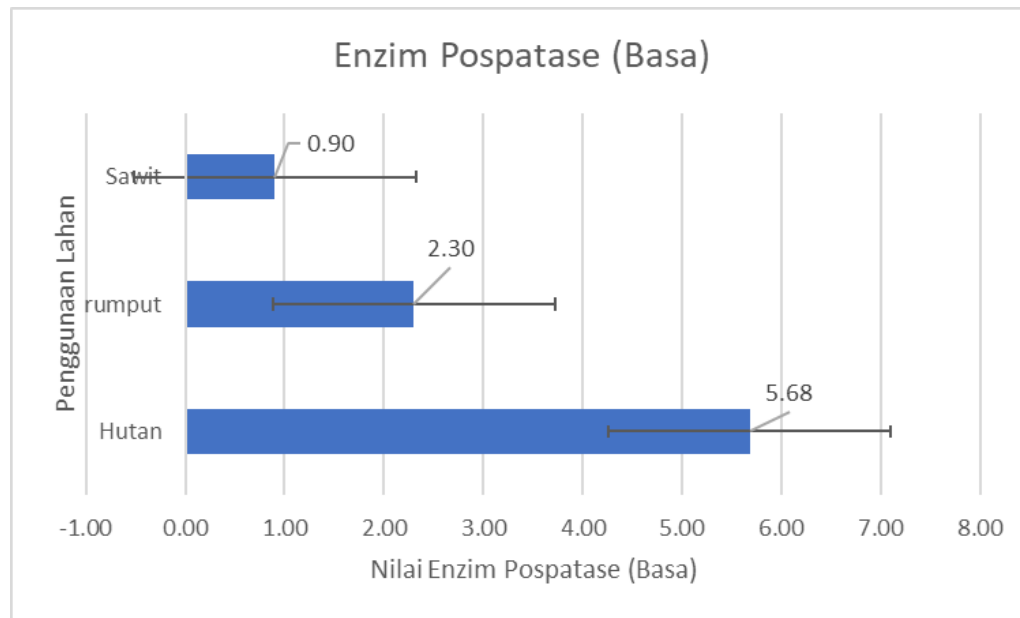
Gambar 3. Jumlah Populasi Bakteri

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 3, populasi bakteri tanah tertinggi ditemukan pada lahan rumput, yaitu sebesar 6,21 CFU, diikuti oleh lahan hutan dengan 5,92 CFU, dan lahan sawit yang memiliki populasi bakteri terendah sebesar 5,58 CFU. Tingginya populasi bakteri di lahan rumput dapat dijelaskan oleh adanya input karbon organik yang lebih besar dan bahan organik yang lebih mudah terdekomposisi. Pada lahan rumput, bahan organik berasal dari sisa-sisa tanaman yang lebih cepat terurai, memberikan sumber karbon yang lebih cepat tersedia bagi bakteri pengurai. Sebaliknya, pada lahan hutan, meskipun terdapat banyak bahan organik, sebagian besar berasal dari serasah yang lebih kaya lignin dan lebih lambat terurai, sehingga memperlambat proses dekomposisi dan menurunkan ketersediaan sumber karbon bagi mikroorganisme tanah. Di lahan sawit, penggunaan pupuk kimia dan pola pengelolaan yang lebih intensif cenderung mengurangi keanekaragaman bahan organik yang tersedia, yang pada gilirannya membatasi populasi bakteri di tanah.

Selain bahan organik, keberadaan pupuk sintetis juga berperan penting dalam mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Penambahan pupuk ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, yang pada gilirannya merangsang aktivitas dan pertumbuhan populasi mikroba, terutama bakteri yang terlibat dalam proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Penelitian yang dilakukan oleh Tian et al. (1997) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme, mempercepat proses dekomposisi, dan mendukung siklus nutrisi di dalam tanah. Namun, penting untuk dicatat bahwa meskipun pupuk sintetis dapat meningkatkan aktivitas mikroba dalam jangka pendek, penggunaan berlebihan dapat menyebabkan ketidakseimbangan mikroorganisme dan degradasi kualitas tanah dalam jangka panjang.

4. Kadar Enzim Pospatase

Enzim pospatase adalah enzim yang berperan dalam proses hidrolisis ester fosfat organik, sehingga melepaskan ion fosfat bebas. Enzim ini terdapat di berbagai organisme, termasuk mikroorganisme tanah, dan memainkan peran penting dalam siklus fosfor. Enzim pospatase tanah disajikan pada gambar 4 dan 5.

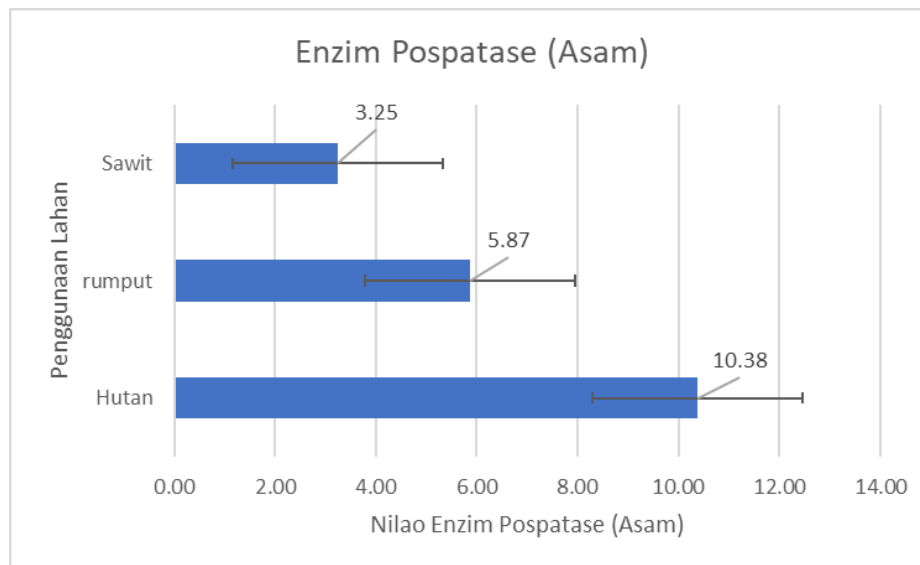


Gambar 4. Enzim pospatase aktif di pH asam

Berdasarkan data yang diperlihatkan pada Gambar 4, aktivitas enzim fosfatase asam menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh signifikan terhadap kinerja enzim ini di dalam tanah. Tanah hutan memiliki nilai aktivitas enzim fosfatase asam tertinggi, yaitu 10,38 $\mu\text{mol/g}$, yang mengindikasikan bahwa kondisi tanah hutan lebih mendukung aktivitas enzim tersebut dibandingkan dengan tanah di lahan sawit dan rumput. Aktivitas enzim fosfatase asam yang tinggi di tanah hutan kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik yang terus-menerus terdekomposisi. Bahan organik yang kaya akan karbon dan unsur hara memberikan substrat yang melimpah bagi mikroorganisme tanah, yang pada gilirannya mempengaruhi produksi enzim-enzim yang berperan dalam proses mineralisasi fosfor, terutama fosfatase, yang berfungsi melepaskan fosfor yang terikat dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman.

Selain itu, keberagaman dan aktivitas mikroorganisme yang tinggi di tanah hutan turut berperan dalam meningkatkan aktivitas enzim fosfatase asam. Mikroorganisme pengurai yang ada di tanah hutan, seperti bakteri dan jamur, memiliki kemampuan untuk memecah bahan organik yang mengandung fosfor, sehingga memperkaya ketersediaan fosfor bagi tanaman. Penelitian terbaru oleh Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa tanah dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi dan populasi mikroorganisme yang lebih beragam cenderung memiliki aktivitas enzim yang lebih intensif dalam mendekomposisi senyawa-senyawa fosfor. Sebaliknya, pada lahan sawit dan rumput, meskipun terdapat pupuk fosfat yang ditambahkan,

tingkat keanekaragaman mikroba dan bahan organik yang lebih rendah membatasi kemampuan tanah untuk mengaktivasi enzim fosfatase dalam jumlah yang signifikan.



Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 5, aktivitas enzim fosfatase pada pH basa juga dipengaruhi oleh jenis penggunaan lahan. Tanah hutan menunjukkan aktivitas enzim fosfatase tertinggi, dengan nilai mencapai 5,68 $\mu\text{mol/g}$, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lahan rumput (2,30 $\mu\text{mol/g}$) dan lahan sawit (0,90 $\mu\text{mol/g}$). Aktivitas enzim yang lebih tinggi pada tanah hutan pada pH basa ini mengindikasikan bahwa kondisi tanah hutan lebih mendukung kinerja enzim fosfatase dalam rentang pH yang lebih tinggi. Hal ini mungkin berkaitan dengan kekayaan nutrisi tanah hutan yang lebih tinggi, yang mendukung keberagaman mikroorganisme yang memproduksi enzim fosfatase. Tanah hutan, yang memiliki kandungan bahan organik yang melimpah, menyediakan banyak substrat bagi mikroorganisme pengurai, termasuk bakteri dan jamur yang menghasilkan enzim fosfatase untuk melepaskan fosfor yang terikat dalam tanah, baik pada pH asam maupun basa.

Selain itu, kondisi tanah hutan yang lebih baik dalam mempertahankan kelembaban juga berperan dalam mendukung aktivitas enzim fosfatase pada pH basa. Kelembaban yang optimal adalah faktor penting dalam memfasilitasi aktivitas mikroorganisme tanah, yang pada gilirannya meningkatkan kinerja enzimatis. Penelitian oleh Smith et al. (2020) menunjukkan bahwa kelembaban tanah yang stabil mendukung proses metabolisme mikroba, sehingga meningkatkan produksi enzim yang terlibat dalam siklus fosfor. Dalam hal ini, tanah hutan yang memiliki kapasitas retensi air yang lebih baik, berkat struktur tanah yang lebih gembur dan kandungan bahan organik yang tinggi, menyediakan kondisi yang lebih ideal untuk aktivitas mikroorganisme penghasil enzim fosfatase. Sebaliknya, pada lahan sawit dan rumput, meskipun terdapat pupuk fosfat, kondisi tanah yang lebih padat dan kurang mampu mempertahankan kelembaban serta ketersediaan bahan organik yang terbatas membatasi potensi aktivitas enzimatis. Secara umum, aktivitas enzim pospatase lebih tinggi pada pH asam dibandingkan dengan pH basa di semua jenis penggunaan lahan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa enzim pospatase lebih efisien dalam memecah fosfor organik pada kondisi asam. Aktivitas tertinggi pada tanah hutan baik pada pH asam maupun basa

mengindikasikan bahwa tanah hutan memiliki lingkungan mikrobiologis yang lebih aktif dan kondusif untuk aktivitas enzim.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tiap jenis lahan memberikan dampak berbeda pada aktivitas mikroorganisme, respirasi tanah, biomassa karbon (C-Biomassa), populasi bakteri, dan aktivitas enzim pospatase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan hutan memiliki aktivitas respirasi mikroba tertinggi, yang mencerminkan ekosistem stabil dengan kadar karbon organik tinggi. Lahan rumput memiliki nilai C-Biomassa dan populasi bakteri tertinggi, menunjukkan tingkat kesuburan yang baik. Enzim pospatase juga aktif pada tanah hutan baik pada pH asam maupun basa, menunjukkan kondisi yang mendukung siklus fosfor. Penelitian ini mendukung pentingnya pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan praktik pertanian ramah lingkungan untuk menjaga kesehatan ekosistem tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, N.C., & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Prentice Hall.
- Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., De Deyn, G., de Goede, R., ... & Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105-125.
- Lavelle, P., & Spain, A.V. (2001). *Soil Ecology*. Springer.
- Iswandi, A., D.A. Santosa dan R. Widyastuti. 1995. *Penggunaan Ciri Mikroorganisme dalam Mengevaluasi Degradasi Tanah*. Kongres Nasional VI HITI, 12-15 Desember 1995. Serpong.
- Schinner, F., Ohlinger, R. and Margesin, R. (1996) *Methods in Soil Biology*. Springer Press, Berlin. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-60966-4>
- Sefano, M. A., Maira, L., Darfis, I., Yunanda, W. W., & Nursalam, F. (2023). *Kajian aktivitas mikroorganisme tanah pada rhizosfir jagung (Zea mays L.) dengan pemberian pupuk organik pada ultisol*. *JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)*, 1(1), 31–39. <https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/article/view/74>
- Tian, G., L. Brussard, B.T., Kang and M.J. Swift. 1997. Soil fauna-mediated decomposition of plant residues under contoured environmental and residue quality condition. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, Department of 30 Biological Sciences. (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 125-134. Wey College, University of London, UK.
- Vitousek, P.M., dan Sanford Jr., R.L.. 1985. *Nutrient cycling in moist tropical forest*. Annual Review of Ecology and Systematics.
- Wander, M.M, Gerald L., Walter, Tood M., Nissen, German A. Bollero, Susan S. Andrews dan Deborah A. Cavanaugh-Grant. 2002. Soil Quality : Science and Procees. *Agron. J.* 94 : 23 ±32. Illinois USA.
- Wardle, D.A. (2002). *Communities and Ecosystems: Linking the Aboveground and Belowground Components*. Princeton University Press.

Karakteristik Kimia Oxisol Yang Diameliorasi Dengan Abu Vulkanik Marapi Dan Biochar Kulit Kopi

Chemical Characteristics of Oxisol Ameliorated with Marapi Volcanic Ash and Coffee Grounds Biochar

Moli Monikasari^{1*}, Gusmini¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, Indonesia, 25163

*Corresponding Author: molimonikasari08@gmail.com

ABSTRAK

Tanah marginal memiliki potensi besar untuk dikembangkan meskipun menghadapi kendala seperti bahan organik yang rendah dan keasaman tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian abu gunung Marapi dan biochar kulit kopi terhadap karakteristik kimia tanah Oxisol dan bahan ameliorasi yang efisien untuk Oxisol. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan menginkubasikan Oxisol dengan amelioran menggunakan 3 ulangan selama 1 bulan. Perlakuan-perlakuan yang diberikan yaitu kontrol (Oxisol tanpa amelioran = K), Oxisol + abu gunung Marapi setara 5 ton/ha (A), dan Oxisol + biochar kulit kopi setara 5 ton/ha (B). Analisis kimia tanah untuk penelitian ini meliputi pengukuran pH tanah dengan perbedaan perbandingan tanah dengan pelarut (1:5 dan 1:10) dan lama pengocokan (30 menit dan 60 menit); P-tersedia metode Olsen dan Mehlik; KTK (ammonium asetat pH 7); % C-organik (Walkey and Black); % N-total (Khjedal); dan % C/N Hasil menunjukkan perubahan signifikan pada karakteristik kimia tanah, terutama peningkatan pH, KTK, dan P-tersedia.

Kata kunci: Abu Gunung Marapi, Biochar kulit kopi, Karakteristik kimia, Oxisol

ABSTRACT

Marginal soils have great potential to be developed despite facing obstacles such as low organic matter and high acidity. This study aims to determine the effect of applying Mount Marapi ash and coffee skin biochar on the chemical characteristics of Oxisol soil. This study used the complete randomized design (CRD) method by incubating Oxisol with ameliorants using 3 replicates for 1 month. The treatments given were control (Oxisol without ameliorant = K), Oxisol + Marapi mountain ash equivalent to 5 tons/ha (A), and Oxisol + coffee husk biochar equivalent to 5 tons/ha (B). Soil chemical analysis for this study includes soil pH measurement with different soil to solvent ratio (1:5 and 1:10) and shaking time (30 minutes and 60 minutes); P-available Olsen and Mehlik method; CEC (ammonium acetate pH 7); % C-organic (Walkey and Black); % N-total (Khjedal); and % C/N The results showed significant changes in soil chemical characteristics, especially the increase in pH, CEC, and P-available.

Keywords: Chemical characteristics, Coffee grounds biochar, Marapi volcanic ash, Oxisol

PENDAHULUAN

Luasan sebaran Oxisol di daerah tropis sangat potensial untuk dikembangkan menjadi kawasan pertanian. Berdasarkan data dari Food and Agriculture Organization (FAO), tanah Oxisol menutupi sekitar 23% dari seluruh wilayah tanah tropis di dunia, meliputi lebih dari 1,2 miliar hektar (FAO, 2020). Tanah ini umumnya ditemukan di Amerika Selatan, Afrika, Asia Tenggara, dan sebagian Australia (Lal & Stewart, 2021).

Namun, Oxisol menjadi salah satu jenis tanah tropis yang sangat terdegradasi dan mengalami pelapukan lanjut. Tanah ini umumnya memiliki sifat fisik dan kimia yang kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman, seperti pH yang rendah, kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah, serta kandungan bahan organik yang minim (Sanchez, 2019). Pemanfaatan tanah Oxisol untuk kegiatan pertanian menghadapi berbagai tantangan, antara lain tingkat keasaman yang tinggi, rendahnya kandungan bahan organik, dan defisiensi hara esensial (Craswell & Lefroy, 2021).

Untuk meningkatkan produktivitas tanah Oxisol, berbagai pendekatan telah dikaji dan diterapkan, termasuk penggunaan bahan amelioran seperti kapur, pupuk organik, biochar, dan abu gunung, serta penerapan praktik konservasi tanah dan air (Lehmann *et al.*, 2020). Dalam upaya meningkatkan produktivitas tanah Oxisol, berbagai teknologi dan bahan amelioran telah diterapkan, di antaranya adalah penggunaan biochar dan abu gunung. Penelitian yang dilakukan Jeffery *et al.*, (2021) pemberian biochar terhadap tanah mineral masam menunjukkan peningkatan retensi air, pH tanah, KTK tanah sehingga meningkatkan hasil panen.

Abu gunung mengandung berbagai macam mineral yang esensial bagi pertumbuhan tanaman, seperti kalsium, magnesium, kalium, dan fosfor. Penambahan abu gunung ke dalam tanah Oxisol dapat menyuplai unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman (Asming *et al.*, 2020). Biochar memiliki struktur pori-pori yang tinggi dan luas permukaan yang besar, yang membantu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah. Ini berarti tanah dapat menahan lebih banyak nutrisi yang tersedia bagi tanaman (Fidel *et al.*, 2020).

Pengaruh abu vulkanik ditentukan oleh kuantitas dan komposisinya (Tobar, 2019). Jenis magma mempengaruhi komposisi abu vulkanik. Ion-ion yang umumnya teradsorpsi adalah Cl, Ca, Na, SO_4^{2-} , Mg, dan F yang sangat mudah larut dan segera tercuci ke dalam tanah dan lingkungan (Minasny *et al.*, 2020). Abu di daerah dekat gunung berapi dapat diperoleh dengan relatif mudah dan diaplikasikan secara langsung (dengan takaran 20-80 t/ha). Ketika letusan besar terjadi, material vulkanik dapat diangkut melalui erosi dan sungai ke daerah dengan tanah yang lapuk seperti Oxisols dan Ultisols untuk peremajaan tanah (Anda, 2016).

Di negara-negara dengan gunung berapi aktif, abu vulkanik (tephra) merupakan solusi berbasis alam yang lebih layak untuk perbaikan tanah dan pengurangan CO_2 karena abu gunung dapat menangkap dan menyimpan karbon, (Minasny, 2020). Analisis terhadap tanah vulkanik lapisan atas di Sumatera Barat menunjukkan kandungan karbon organik rata-rata sebesar 4%, dan pada beberapa kasus, kandungan karbon dapat mencapai 15% (Fiantis *et al.*, 2017).

Anda dan Sarwani (2012) *cit* Minasny *et al.*, (2021) mengumpulkan sampel air dari sungai segera setelah letusan gunung Merapi di Jawa Tengah pada tahun 2010 Demikian pula, Fiantis *et al.*, (2010) *cit* Minasny *et al.*, (2021) melakukan percobaan pelindian pada

tephra (abu gunung) dari Gunung Talang di Sumatera Barat dan menemukan pelepasan besar kation dan fosfor.

Biochar adalah material karbon yang dihasilkan melalui pirolisis biomassa pada kondisi tanpa atau sedikit oksigen (Lehmann & Joseph, 2019). Penggunaan biochar telah terbukti meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, seperti meningkatkan pH tanah, menambah kapasitas tukar kation, serta meningkatkan kandungan bahan organik tanah (Fidel *et al.*, 2020). Selain itu, biochar juga mampu meningkatkan retensi air dan mengurangi pencucian nutrisi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk (Jeffery *et al.*, 2021). Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai pengaruh amelioran-amelioran tersebut terhadap perubahan karakteristik kimia tanah Oxisol dalam upaya mengetahui tingkat kesuburan untuk perbaikan produktivitas tanahnya.

MATERI DAN METODE

Sampel tanah dengan ordo Oxisol yang belum dikelola diambil secara komposit di Padang Siantah, Payakumbuh sedangkan abu gunung yang berasal dari hasil letusan Gunung Marapi diambil di Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar. Biochar yang digunakan merupakan hasil pirolisis limbah kulit kopi. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan menginkubasikan Oxisol dengan amelioran menggunakan 3 ulangan selama 1 bulan. Perlakuan-perlakuan yang diberikan yaitu kontrol (Oxisol tanpa amelioran = K), Oxisol + abu gunung Marapi setara 5 ton/ha (A), dan Oxisol + biochar kulit kopi setara 5 ton/ha (B). Analisis kimia tanah untuk penelitian ini meliputi pengukuran pH tanah dengan perbedaan perbandingan tanah dengan pelarut (1:5 dan 1:10) dan lama pengocokan (30 menit dan 60 menit); P-tersedia metode Olsen dan Mehlik; KTK (ammonium asetat pH 7); % C-organik (Walkey and Black); % N-total (Khjedal); dan % C/N (BPSITP, 2023).

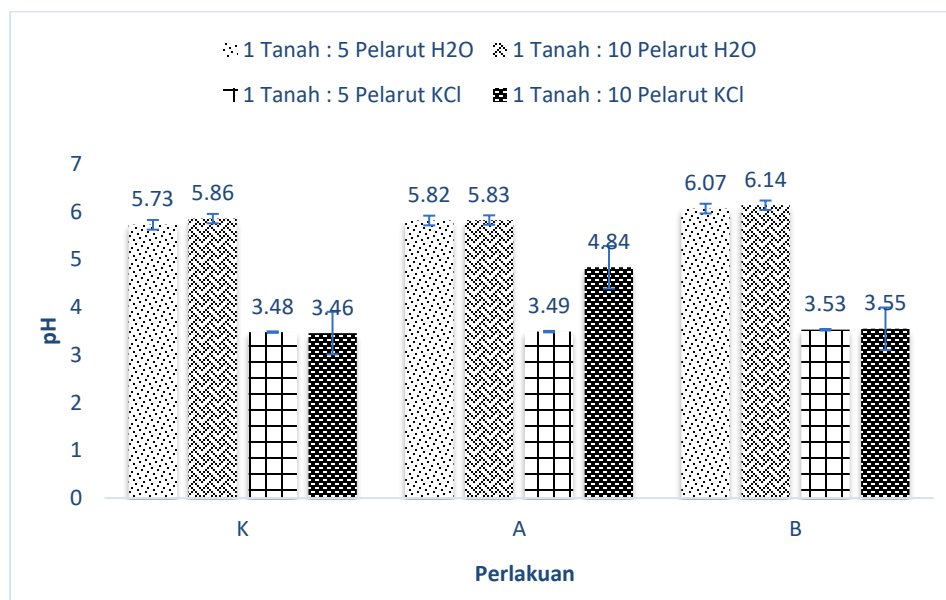
HASIL DAN PEMBAHASAN

Upaya peningkatan kesuburan tanah berdasarkan karakteristik kimia tanah marginal seperti Oxisol menggunakan abu gunung dan biochar kulit kopi menunjukkan hasil yang lebih baik. Menurut Herviyanti *et al.* (2012) pH H₂O tanah awal tanpa inkubasi 5,12; C-organik (%) 1,04; N-Total (%) 0,12; C/N 9,45; P-tersedia (ppm) 5,76; KTK (me/100 g) 12,32.

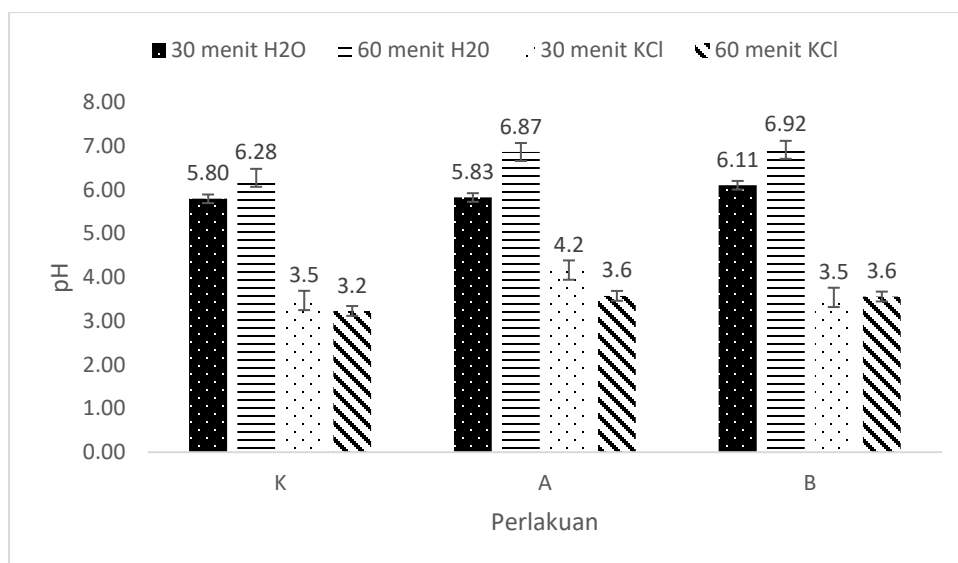
Berdasarkan Gambar 1 terjadi peningkatan pH di larutan tanah (pH H₂O) dan pH di kompleks jerapan tanah (pH KCl) setelah diinkubasi selama 1 bulan menggunakan biochar dan abu gunung marapi. Aplikasi biochar secara signifikan meningkatkan pH tanah Oxisol.

Pada dasarnya, amelioran amelioran tersebut menyumbangkan material karbonat dan unsur-unsur alkalin untuk meningkatkan keberadaan OH. Biochar yang digunakan berasal dari biomassa kayu dan memiliki pH yang relatif tinggi. Peningkatan pH ini disebabkan oleh kandungan abu dalam biochar yang mengandung kalsium karbonat dan magnesium karbonat, yang bersifat alkalin dan dapat menetralkan keasaman tanah (Glaser *et al.*, 2019). Menurut penelitian Fiantis *et al.* (2010) pH abu vulkanik dalam air (H₂O) adalah 7,26 sedangkan pH dalam KCl adalah 7,12.

Abu gunung mengandung mineral basa seperti kalsium karbonat (CaCO₃), magnesium karbonat (MgCO₃), dan kalium oksida (K₂O). Ketika abu gunung ditambahkan ke tanah masam, mineral ini bereaksi dengan ion hidrogen (H⁺) di dalam tanah, menghasilkan peningkatan pH.



(a)



(b)

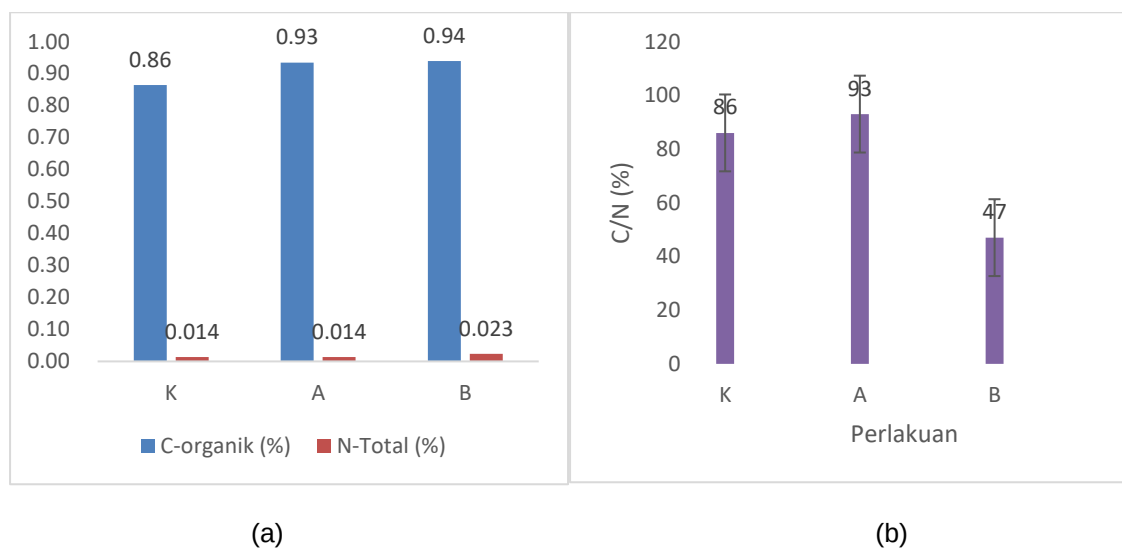
Gambar 1. pH H₂O dan KCl berdasarkan perbedaan (a) perbandingan tanah dengan pelarut (b) lama pengocokan

Abu vulkanik memiliki komposisi mineral yang lebih kompleks dan bergantung pada jenis letusan serta jenis batuan asalnya. Abu vulkanik sering kali mengandung silika tinggi dan senyawa lainnya yang tidak berkontribusi signifikan terhadap peningkatan pH. Beberapa abu vulkanik juga bisa bersifat sedikit asam karena adanya senyawa seperti asam sulfat (H₂SO₄) (Mihai *et al.*, 2023; Ermolin *et al.*, 2020).

Disisi lain diketahui bahwa pH Oxisol yang diameliorasi dengan biochar kulit kopi (B) lebih tinggi dari perlakuan Kontrol (K) maupun abu (A) karena biochar kulit kopi mengandung basa-basa yang dapat meningkatkan pH. Selain itu Asfaw *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pemberian biochar kulit buah kopi pada lahan pertanian dapat meningkat pH, konduktivitas listrik dan kapasitas tukar kation yang mengindikasikan peningkatan kesuburan tanah

Jumlah pelarut juga mempengaruhi keberadaan H^+ pada larutan ketika pengukuran. Pelarut yang lebih banyak (1:10) menyebabkan konsentrasi H^+ lebih sedikit terlarut pada pelarut yang diberikan sehingga nilai pH-nya lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut yang lebih sedikit (1:10). Pengocokan yang lebih lama (60 menit) bisa sedikit menurunkan pH karena lebih banyak ion hidrogen (H^+) dan aluminium (Al^{3+}) yang terlepas dari partikel tanah ke dalam larutan. Ini terjadi terutama pada tanah yang kaya akan mineral yang dapat dipertukarkan atau tanah yang sangat asam.

Lebih lanjut, peningkatan pH tersebut juga terjadi pada %C-organik dan %N-Total tanah setelah pengaplikasian amelioran (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil pengukuran (a) %C-organik dan %N-Total tanah dan (b) %C/N tanah setelah diinkubasi.

Pemberian biochar kulit kopi menunjukkan peningkatan yang paling besar terhadap C-organik dalam tanah dibandingkan pemberian abu gunung Marapi. Abu gunung tidak berkontribusi secara langsung terhadap akumulasi bahan organik dalam tanah seperti biochar. Kemampuan biochar untuk menyimpan bahan organik dalam bentuk yang stabil dan mengurangi laju dekomposisi, berbeda dengan abu gunung yang cenderung memberikan manfaat lain seperti peningkatan nutrisi dan perbaikan struktur tanah (Hartati *et al.*, 2016). Kiggundu dan Sittamukyoto (2019) melaporkan biochar kulit buah kopi hasil pirolisis mengandung karbon 60-67% dan abu 10-15% dengan kandungan P 0,39%, K 1,97%, dan N 0,96%.

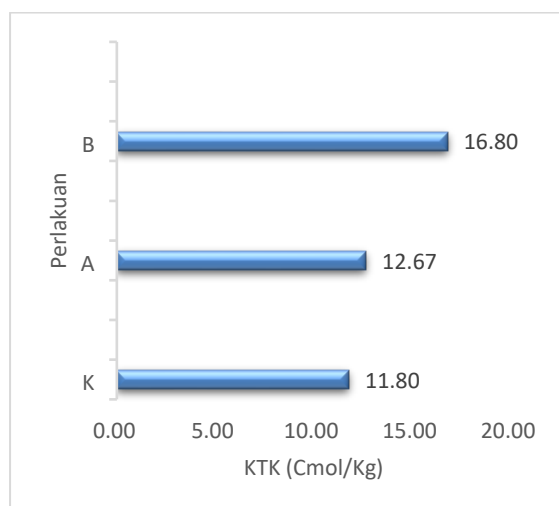
Selain itu, kondisi tersebut juga terjadi pada N-total di dalam tanah yang telah diameliorasi. Hasilnya menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan bahkan dengan pemberian abu gunung N-total tidak berubah dibandingkan kontrol. Sedangkan dengan perlakuan biochar terjadi 0.01 % peningkatan diindikasikan bahwa pemberian biochar dapat membantu meningkatkan aerasi dan drainase dalam tanah sehingga terjadi

pendekomposisian bahan organik dalam tanah sehingga menyebabkan pertambahan N-Total dalam tanah yang diameliorasi tersebut.

Demikian halnya pada nilai C/N pada tanah yang diameliorasi dengan biochar menunjukkan nilai C/N yang paling rendah sehingga dapat membuktikan bahwa dekomposisi lebih cepat terjadi. Biochar umumnya tidak menyediakan banyak nitrogen (N) tambahan ke tanah, kecuali jika biochar diproduksi dari sumber-sumber yang kaya akan nitrogen (Agegnehu *et al.*, 2017). Hal ini dapat menyebabkan perubahan dalam rasio C/N (Carbon-to-Nitrogen ratio) tanah setelah aplikasi biochar. Rasio C/N yang rendah atau seimbang biasanya diinginkan untuk mendukung dekomposisi bahan organik dan memfasilitasi mineralisasi nitrogen yang lebih baik.

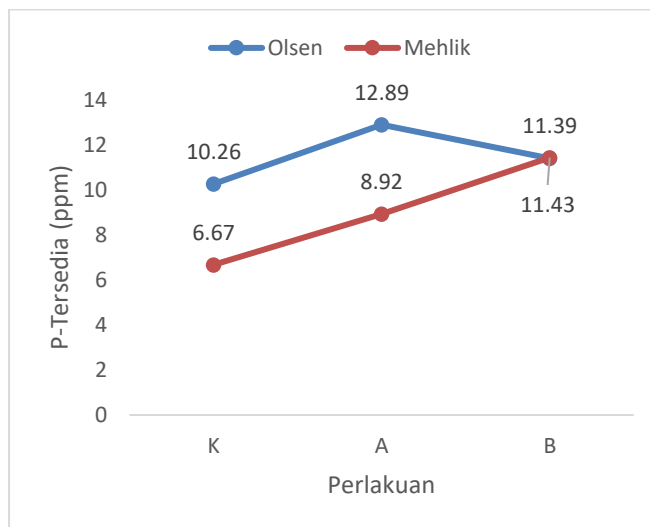
Kandungan C-organik pada tanah berkorelasi dengan kemampuan penyerapan kation pada tanah. Tanah yang diameliorasi dengan biochar berkontribusi dalam menyumbangkan muatan negative pada tanah melalui keberadaan gugus fungsi seperti karboksil yang berasal dari komposisi bahan baku pembuatan biochar tersebut.

Biochar mengandung gugus oksigen yang dapat berupa hidroksil (-OH), karbonil (C=O), dan karboksilat (COO-) yang melekat pada permukaan partikel biochar (Herviyanti *et al.*, 2023). Gugus-gugus ini dapat berperan sebagai situs pengikat ion, khususnya kation, seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), dan kalium (K^{+}), meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC) tanah.



Gambar 3. Hasil pengukuran KTK Oxisol yang diameliorasi.

Sesuai dengan hasil penelitian KTK tanah berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa KTK-nya lebih tinggi menggunakan biochar kulit kopi dibanding perlakuan lainnya. Selain itu, biochar juga mempunyai surface area yang lebih besar sehingga menambah fungsi koloid pada Oxisol dalam menyerap kation.



Gambar 4. P-tersedia Oxisol yang diinkubasi dengan metode Olsen dan Mehlik.

Selain itu, gugus fungsi pada permukaan biochar dapat berikatan dengan ion Al^{3+} melalui interaksi ionik dan kovalensi, membentuk kompleks stabil yang tidak larut. Ini mengurangi konsentrasi Al^{3+} bebas yang dapat berinteraksi dengan akar tanaman. Dengan demikian keberadaan P yang sebelumnya diikat kuat (fiksasi) oleh Al^{3+} jadi terlepas sehingga tanah mempunyai P-tersedia yang lebih tinggi dibandingkan tanpa diberikan biochar.

Peningkatan P-tersedia dengan pemberian abu gunung disebabkan oleh sumbangan pospat dari mineral-mineral yang terkandung dalam abu. Mineral-mineral dalam abu gunung seperti apatit mengalami pelapukan kimia melalui proses hidrolisis dan asidifikasi. Reaksi ini memecah mineral dan melepaskan ion fosfat (PO_4^{3-}) ke dalam tanah (Cornelissen *et al.*, 2020).

Secara khusus, hasil pengukuran P-tersedia pada kedua metode yaitu Mehlik dan Olsen menunjukkan hasil yang cukup berbeda. Hal ini dikarenakan perbedaan pelarut yang digunakan serta perbedaan pH tanah yang cocok untuk metode analisis tanahnya. Olsen lebih cocok digunakan untuk tanah-tanah yang lebih basa dibandingkan Mehlik yang dapat digunakan pada tanah masam (Ummatnate *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Pemberian abu gunung Marapi dan biochar kulit kopi memperbaiki karakteristik pH, C-organik, N-Total, KTK dan P-tersedia tanah pada Oxisol. Amelioran ini dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi kendala kesuburan tanah marginal di wilayah tropis, sehingga mendukung peningkatan produktivitas pertanian. Pemanfaatan amelioran lokal seperti abu gunung dan biochar tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Andalas dalam memfasilitasi dan mensupport penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agegehu, G., Srivastava, A. K., & Bird, M. I. 2017. The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance: A review. *Applied Soil Ecology*, 119, 156-170.
- Anda, M., 2016. Characteristics of pristine volcanic materials: beneficial and harmful effects and their management for restoration of agroecosystem. *Sci. Total Environ.* 543, 480–492.
- Anda, M., Sarwani, M., 2012. Mineralogy, chemical composition, and dissolution of freshash eruption: new potential source of nutrients. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76 (2), 733–747.
- Asming, J., Yang, Y., & Chen, Y. 2020. Application of volcanic ash to improve soil properties and crop yield in acidic soils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(14), 3821-3831.
- Asfaw, E., Nebiyu, A., Bekele, E., Ahmed, M., and Astatkie, T. 2019. Coffee-husk biochar application increased AMF root colonization, P accumulation, N₂ fixation, and yield of soybean grown in a tropical Nitisol, southwest Ethiopia. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 182(3): 419-428.
- Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk (BPSITP). 2023. *Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Cornelissen, S. G., Wittstock, L. E., & Teixeira, W. G. 2020. Weathering of volcanic ash soils: A geochemical perspective. *Geoderma*, 365, 114245.
- Craswell, E.T., & Lefroy, R.D.B. 2021. The Role and Potential of Biochar in Reclaiming Degraded Lands. *Springer*.
- Ermolin, M.S., & Fedotov, P.S. (2020). Methodology for separation and elemental analysis of volcanic ash nanoparticles. *Journal of Analytical Chemistry*, 72(5), 533-541.
- FAO. 2020. World Soil Resources Reports. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fiantis, D., Nelson, M., Shamsuddin, J., Goh, T.B., Van Ranst, E., 2010. Leaching experiments in recent tephra deposits from Talang volcano (West Sumatra), Indonesia. *Geoderma* 156 (3), 161–172.
- Fidel, R.B., Laird, D.A., Thompson, M.L., & Lawrinenko, M. 2020. Characterization and quantification of biochar alkalinity. *Chemosphere*, 245, 125-162.
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. 2019. Biochar in agricultural soils: Effects on soil properties and crop yield. *Science of The Total Environment*, 565, 120-135.
- Hartati, S., Nurtjahja, E., Kurniawan, A., & Witjaksono, A. (2016). Effect of volcanic ash on soil fertility and yield of maize in the highland acid soil of Sare." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 31(1), 012011.
- Herviyanti, A. Maulana, M. Monikasari, A. Leolita, dan A. M. Fathi. (2023). *Ameliorasi tanah tercemar berbasis biochar*. Deepublish: Yogyakarta.
- Herviyanti, Chici Anche, Gusnidar, dan Irwan Darfis. (2012). Perbaikan Sifat Kimia Oxisol dengan Pemberian Bahan Humat dan Pupuk P untuk Meningkatkan Serapan Hara dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays*, L.). *Jurnal Solum*, 9 (2) 51-60.
- Jeffery, S., Abalos, D., Prodana, M., Bastos, A.C., van Groenigen, J.W., Hungate, B.A., & Verheijen, F.G. (2021). Biochar boosts tropical but not temperate crop yields. *Environmental Research Letters*, 16(12), 125006.

- Kiggundu, N. and Sittamukyoto, J. (2019). Pyrolysis of coffee husk for biochar production. *Journal of Environmental Protection*, 10:1553-1564.
- Lal, R., & Stewart, B.A. 2021. *Soil Degradation and Restoration in Africa*. CRC Press.
- Laviendi, A., Ginting, J. dan Irsal. (2017). Pengaruh Perbandingan Media Tanam Kompos Kulit Biji Kopi dan Pemberian Pupuk NPK (15:15:15) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi (*Coffea arabica* L.) di Rumah Kaca. *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 5(1): 72-77.
- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C., & Crowley, D. 2020. Biochar effects on soil biota – A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), 1812-1836.
- Mihai, M., Constantinescu, R., & Dumitrescu, E. (2023). Impact of volcanic ash on soil properties and plant growth. *Journal of Environmental Science and Health*, 58(4), 245-259.
- Minasny B, Dian Fiantis, Kurniatun Hairiah, dan Meine Van Noordwijk. (2021). Applying volcanic ash to croplands – The untapped natural solution. *Soil Security* (3) 100006. 1-5.
- Sanchez, P.A. (2019). *Properties and Management of Soils in the Tropics*. Cambridge University Press.
- Tobar, C.F.A., (2019). Weathering of Powdered Volcanic Rocks: Laboratory and Modelling Studies for Assessing Rates and Environmental Impacts. Université Catholique de Louvain.
- Umaternatea G. R, Jemmy Abidjulu, Audy D. Wuntu. 2014. Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal mipa unsrat online* 3 (1) 6-10.

Karbon Organik Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kelurahan Limau Manis Kota Padang

Soil Organic Carbon in Several Land Uses in Limau Manis Village, Padang City

Elsi Anika^{1*}, Azwar Rasyidin¹, Junaidi¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Kota, Padang, 25175

^{*}Corresponding Author:

ABSTRAK

Karbon adalah unsur paling penting dalam ekosistem, karena hampir semua bentuk kehidupan di Bumi bergantung karbon. Ketersediaan karbon organik tanah dipengaruhi oleh pengelolaan lahan, termasuk pengolahan intensif, perubahan hutan menjadi pertanian, dan praktik yang tidak mengembalikan sisa panen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kandungan karbon organik tanah pada beberapa penggunaan lahan yang ada di Kelurahan Limau Manis, Kecamatan Pauh Kota Padang. Metode yang digunakan adalah metode survei dengan teknik *purposive random sampling*. Sampel tanah di ambil berdasarkan horizon tanah. Parameter yang dianalisis yaitu Tekstur Tanah, C-Organik, Berat Volume, Total Ruang Pori, Respirasi Tanah, C-Biomassa, Konsentrasi karbon organik tanah ditentukan dengan metode Walkley dan Black. Kandungan karbon organik tanah di hitung dari % C-organik, berat volume tanah dan kedalaman tanah. Hasil Penelitian ini menunjukkan jumlah kandungan karbon organik pada penggunaan lahan hutan, sawit, tegalan dan sawah lapisan top soil atau horizon A dengan kedalaman 0-20 cm, masing-masing yaitu 6,63 kg/m², 3,73 kg/m², 3,68 kg/m² dan 2,41 kg/m². Sedangkan pada penggunaan lahan hutan, sawit, tegalan dan sawah lapisan sub soil atau horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, masing-masing yaitu 4,79 kg/m², 2,21 kg/m², 2,81 kg/m² dan 2,29 kg/m². Jumlah kandungan karbon tertinggi terdapat pada lahan hutan dimana penyerapan CO₂ di tumbuhan selain itu juga dikarenakan banyak serasah dari lahan hutan dijadikan bahan untuk penambahan bahan organik pada tanah.

Kata kunci: *Karbon Organik Tanah, Penggunaan Lahan, Kelurahan Limau Manis*

ABSTRACT

Carbon is the most important element in ecosystems, as almost all life forms on Earth are carbon-dependent. The availability of soil organic carbon is affected by land management, including intensive tillage, conversion of forests to agriculture, and practices that do not return crop residues. The main objective of this study was to determine the amount of soil organic carbon content in several land uses in Limau Manis Village, Pauh District, Padang City. The method used was survey method with *purposive random sampling* technique. Soil samples were taken based on the soil horizon. The parameters analysed were Soil Texture, C-Organic, Volume Weight, Total Pore Space, pH, Soil Respiration, C-Biomass, Soil organic carbon concentration was determined by the Walkley-Black method. Soil organic carbon content was calculated from % C-organic, soil volume weight and soil depth. The results of this study show the amount of carbon content of the total organic carbon content in the land use of forests, oil palm, moor and rice fields in the top soil layer or horizon A with a depth of 0-20 cm, respectively namely 6.63 kg / m², 3.73 kg / m², 3.68 kg / m² and 2.41 kg / m². While in the land use of forests, oil palm, moorland and rice fields, the subsoil layer or horizon B with a depth of 20-40 cm, respectively, is 4.79 kg/m², 2.21 kg/m², 2.81 kg/m² and 2.29 kg/m². The highest amount of carbon content is found in forest land where CO₂ absorption in plants is also due to a lot of litter from forest land used as material for adding organic matter to the soil.

Keywords: *Land Use, Limau Manis Village, Soil Organic Carbon*

PENDAHULUAN

Karbon adalah unsur paling penting dalam ekosistem, karena hampir semua bentuk kehidupan di Bumi bergantung karbon. Karbon organik dalam tanah berasal dari berbagai sumber, terutama sisa-sisa tanaman yang baik masih segar maupun yang telah mengalami dekomposisi penuh, seperti humus, sebagai komponen utama bahan organik, karbon terbentuk dari sekitar 58% dari bahan kering tanaman. Karbon organik telah lama dikenal sebagai indikator kesuburan tanah dan produktivitas lahan. Tanah merupakan penyimpan karbon terbesar dalam ekosistem darat, serta berperan dalam siklus karbon global. Setengah dari karbon yang diserap tanaman masuk ke dalam tanah melalui sisa tanaman (serasah), akar tanaman yang mati, dan organisme tanah lainnya, yang kemudian mengalami dekomposisi dan terakumulasi dalam lapisan tanah (Ruddiman, 2007). Ketersediaan karbon organik tanah dipengaruhi oleh pengelolaan lahan, termasuk pengolahan intensif, perubahan hutan menjadi pertanian, dan praktik yang tidak mengembalikan sisa panen. Faktor - faktor yang mempengaruhi keseimbangan karbon tanah adalah jenis tanah, vegetasi, topografi, sejarah penggunaan lahan, dan iklim juga berperan besar dalam kandungan karbon organik tanah, yang nantinya memengaruhi dekomposisi bahan organik dan kapasitas penyimpanan karbon jangka panjang (Krauss dkk. 2017).

Kelurahan Limau Manis adalah bagian dari Kecamatan Pauh di Kota Padang. Secara geografis, letaknya berada pada koordinat 0° 50' 56" LS - 0° 56' 47" LS dan 100° 26' 04" BT - 100° 33' 36" BT, dengan ketinggian mencapai 120-1.300 meter di atas permukaan laut. Curah hujan tahunan yang tercatat di Stasiun Curah Hujan Gunung Nago berkisar antara 3.079-5.603 mm/tahun. Luas wilayah administratif Kelurahan Limau Manis, menurut peta batas administrasi Badan Pusat Statistik tahun 2010, mencapai 5.548,77 hektar. Dari interpretasi citra satelit, terlihat bahwa wilayah ini didominasi oleh kawasan hutan seluas 4.987,30 hektar, yang merupakan kawasan hutan lindung dan hutan suaka alam. Penggunaan lahan lain di kelurahan ini meliputi persawahan (242,98 hektar), perkebunan (87,42 hektar), tegalan (122,41 hektar), semak belukar (62,87 hektar), sungai (10,33 hektar), dan pemukiman atau tempat kegiatan (164,79 hektar). Beragamnya penggunaan lahan di daerah ini memberikan dampak dinamisnya terhadap kandungan organik didalamnya.

Penggunaan lahan di Kelurahan Limau Manis telah terjadi alih fungsi lahan karena pertambahan penduduk tinggi dan diiringi dengan meningkatnya berbagai kebutuhan hidup seperti permukiman, pertanian, dan lain sebagainya. Populasi Penduduk semakin hari semakin bertambah sementara jumlah lahan tetap, hal ini menjadikan keterbatasan lahan sering menjadi hambatan bagi penduduk khususnya di Kelurahan Limau Manis untuk memenuhi semua kebutuhannya. Pada awalnya kelurahan limau manis adalah kelurahan yang banyak memiliki kawasan hutan lindung yang merupakan hutan tropika yang subur dan lebat, namun karena pertambahan penduduk beberapa tahun terakhir terjadi penebangan pepohonan di hutan maupun di perkebunan yang nantinya berdampak pada alih fungsi lahan dari hutan ke lahan Pertanian dan lahan pemukiman.

Penebangan pohon mengakibatkan terbukanya permukaan tanah, pada musim kemarau terik sinar matahari mengenai permukaan tanah secara langsung, akibatnya terjadi percepatan proses-proses reaksi kimia dan biologi, salah satunya adalah penguraian bahan organik tanah (dekomposisi). Sebaliknya, air hujan yang jatuh selama musim penghujan tidak ada yang menghalangi sehingga memukul tanah secara langsung,

berakibat pada pecahnya agregat tanah, meningkatnya aliran air di permukaan dan sekaligus mengangkut partikel tanah dan bahan-bahan lain termasuk bahan organik. Alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian cenderung mengurangi jumlah kandungan karbon organik tanah, yang berdampak negatif pada kesuburan tanah dan kapasitas tanah untuk menyimpan karbon.

Hutan menyimpan jumlah karbon organik tanah tertinggi dibandingkan dengan lahan pertanian, perkebunan, atau lahan lainnya, ini karena hutan memiliki beragam jenis pohon berumur panjang dan banyak seresah, yang berfungsi sebagai penyimpan karbon terbesar. Ketika hutan diubah menjadi lahan pertanian atau perkebunan, jumlah karbon yang berada di dalam akan berkurang secara signifikan. Tingkat penurunan karbon ini bervariasi tergantung pada keragaman dan kepadatan vegetasi, jenis tanah, serta metode pengelolaan yang diterapkan. Hutan primer memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang sangat besar, yakni sebesar 132,99 ton C/ha. Di sisi lain, kategori hutan sekunder, hutan tanaman, dan perkebunan juga memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang signifikan, dengan masing-masing menyimpan 98,84 ton C/ha, 98,38 ton C/ha, dan 63 ton C/ha. Kategori lahan yang terdiri dari semak, belukar, dan belukar rawa juga berkontribusi terhadap penyimpanan karbon meskipun dalam jumlah yang lebih kecil, yaitu sebesar 30 ton C/ha. Kategori tutupan lahan dengan kapasitas penyimpanan karbon terendah adalah sawah, yang hanya mampu menyimpan karbon sebesar 2 ton C/ha.

Yonekura dkk., (2013) melaporkan bahwa konversi hutan alami menjadi lahan alang-alang selama 12 tahun menurunkan karbon organik tanah dari 2,03% menjadi 1,77%. Penghilangan biomassa tanaman setelah panen tanpa pemupukan menurunkan karbon organik tanah sebesar 46% setelah 12 tahun. Widjanarko dkk., (2012) menemukan bahwa kandungan C organik Ultisol dengan monokultur ubi kayu selama kurang dari 10 tahun adalah 2,06 %, sedangkan monokultur ubi kayu selama lebih dari 30 tahun mempunyai kandungan C organik tanah sebesar 0,7 %. Dengan waktu penggunaan tanah selama lebih dari 20 tahun telah menyebabkan kehilangan C organik tanah sebesar 66%. Mengetahui jumlah kandungan karbon pada beberapa penggunaan lahan sangat penting, menurut Usmadi dkk (2015), Karbon di dalam tanah merupakan indikator penting yang dapat digunakan untuk memperkirakan seberapa besar kemampuan tumbuhan, termasuk di dalam tanah, menyerap karbon dioksida (CO₂). Meningkatnya konsentrasi CO₂ disebabkan oleh pengelolaan lahan yang kurang tepat, antara lain pembakaran hutan dalam skala luas secara bersamaan untuk pembukaan lahan-lahan pertanian. Tujuan Penelitian Penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kandungan karbon organik tanah pada beberapa penggunaan lahan yang ada di Kelurahan Limau Manis, Kecamatan Pauh Kota Padang.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 – Maret 2024 yang berlokasi di Nagari Limau Manis Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Dan Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Fisika Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Alat yang digunakan dalam penelitian di lapangan meliputi GPS (*Global Positioning System*), cangkul, pisau komando, meteran, serta alat-alat laboratorium. Bahan yang digunakan mencakup sampel tanah, aquades, dan bahan lainnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey, lokasi penelitian memiliki ordo tanah Ultisol dengan kelerengan 0-8 % (datar) dan teknik pengambilan

sampel yaitu *Purposive Sampling* dimana Sampel tanah diambil secara acak pada beberapa penggunaan lahan yaitu hutan, sawah, kebun, dan tegalan.

Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan, survey awal, survey utama, analisis tanah di laboratorium dan pengolahan data. Tahap persiapan menentukan lokasi penelitian sesuai dengan beberapa penggunaan lahan yang ada di kawasan penelitian seperti hutan, lahan sawah yang ditanami padi sepanjang tahun, lahan perkebunan, dan lahan tegalan. Pada tahap persiapan ini juga dilakukan studi kepustakaan berupa pengumpulan data sekunder seperti data curah hujan, dan data primer seperti pembuatan peta administrasi, peta tanah, peta lereng, dan peta penggunaan lahan. Peta jenis tanah bersumber dari Badan Geospasial 2023.

Kemudian peta penggunaan lahan dari hasil digitasi Citra Satelit Badan Informasi Geospasial tahun 2023. Dari peta penggunaan lahan dibuat peta titik pengambilan sampel. Titik sampel ditetapkan berdasarkan ordo tanah yang sama dan kelerengan yang sama di beberapa penggunaan lahan.

Tabel 1. Titik pengambilan sampel dan posisi geografisnya.

No	Kode Sampe l	Penggunaa n Lahan	Bujur Timur (E)	Lintang Selatan (S)
1.	S	Sawah	100° 27' 49,96" E	0° 55' 7,13" S
2.	K	Sawit	100° 27' 36,48" E	0° 54' 26,04" S
3.	T	Tegalan	100° 27' 48,02" E	0° 55' 38,50" S
4.	H	Hutan	100° 28' 38,52" E	0° 54' 38,81" S

Tahap pra survei dilakukan untuk mendapatkan gambaran awal tentang daerah penelitian di lapangan serta memperoleh informasi lebih rinci mengenai kondisi daerah tersebut. Informasi ini mencakup kondisi fisik lingkungan, fasilitas penunjang, dan akses jalan yang penting untuk pelaksanaan survei utama. Pra survei juga bertujuan untuk mencocokkan lokasi pengambilan sampel tanah yang telah direncanakan pada peta dengan kondisi nyata di lapangan. Pada tahap survei utama ini dilakukan pengamatan kondisi fisik lahan dan pengambilan sampel tanah. Sampel tanah diambil sewaktu deskripsi profil yaitu sampel tanah tidak utuh/terganggu untuk analisis sifat kimia dan tekstur tanah di laboratorium serta pengambilan sampel ring untuk bobot volume tanah. Pembuatan profil berdasarkan hutan, sawah, kebun, dan tegalan. Sampel tanah diambil pada horizon dari lapisan bawah sebanyak 1 kg, selanjutnya pengamatan morfologi tanah masih pada deskripsi profil yaitu warna tanah, tekstur, struktur, konsistensi, kelekatan, vegetasi, kelerengan, dan batas horizon. Hasil dari pengamatan kondisi fisik pengamatan dan morfologi profil tanah dicatat pada kartu pengamatan kondisi fisik pengamatan dan morfologi profil tanah. Pengambilan sampel tanah utuh dan terganggu diambil langsung dengan menggunakan ring sampel berdasarkan horizon tanah yang dibuat seperti tangga, lalu sampel tanah tersebut kemudian di kering anginkan kemudian dihaluskan dan selanjutnya dianalisis di laboratorium. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Tanah yang bertujuan untuk menentukan analisis tanah. Pengamatan yang dilakukan di laboratorium beserta metodenya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Parameter dan metode analisis di Laboratorium

Parameter	Metode	Sumber	Satuan
BV	Gravimetri	LPT 1976	g/cm ³
TRP	Gravimetri		%
Tekstur	Ayakan dan pipet	Balittanah 2009	%
C-Organik	Walkley and Black		%
Respirasi	Penangkapan CO ₂ dengan KOH	Sefano 2023	mg CO ₂ /m ² /hari
C-Biomassa	Ekstraksi kloroform dan K ₂ SO ₄		%

Data hasil analisis dilaboratorium diolah dengan Microsoft Excel 2007 dan dinilai berdasarkan tabel kriteria. Lalu ditampilkan dalam bentuk tabel. perhitungan karbon organik tanah didasarkan pada hasil perkalian antara persentase C-organik, kerapatan tanah (lindak), dan kedalaman tanah, sesuai dengan metode yang dijelaskan dalam Buku Klasifikasi Kesesuaian Lahan Menuju Pertanian Organik oleh Rasyidin (2015) Sebagai berikut:

$$C \text{ (kg/m}^2\text{)} = Kd \times BV \times \% \text{ C-Organik}$$

Keterangan :

C : Kandungan Karbon tanah, (kg/m²).

Kd : Kedalaman contoh tanah (dm)

BV : Berat Volume (kg/dm³)

% C-organik : Nilai perentase kandungan karbon dari hasil laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keadaan Umum Daerah Penelitian

Kelurahan Limau Manis merupakan salah satu dari sembilan kelurahan yang terletak di wilayah administrasi Kecamatan Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat. Secara geografis, kelurahan ini berada di koordinat antara 0° 50' 56" LS hingga 0° 56' 47" LS dan 100° 26' 04" BT hingga 100° 33' 36" BT. Luas wilayah administratif Kelurahan Limau Manis, yang diukur menggunakan data ArcGIS 10.8, mencapai 5.678,10 hektar. Wilayah ini mencakup berbagai jenis penggunaan lahan, seperti hutan, perkebunan sawit, tegalan, dan sawah, yang memberikan karakteristik lanskap yang beragam. Elevasi kelurahan ini bervariasi dari ketinggian 120 meter hingga mencapai 1.300 meter di atas permukaan laut, mencerminkan topografi yang beraneka ragam dan potensi ekologis yang kaya.

Pengambilan sampel tanah untuk analisis dilakukan di empat jenis penggunaan lahan, yaitu perkebunan kelapa sawit, tegalan, sawah, dan hutan. Berdasarkan hasil penelitian jenis tanah di lokasi penelitian teridentifikasi sebagai Ultisol. Menurut Rachim dan Arifin (2011), ciri khas utama dari tanah Ultisol adalah keberadaan horizon argilik, yang merupakan horizon B yang mengandung lebih banyak liat, setidaknya 1,2 kali lipat dari horizon di atasnya. Untuk menilai keberadaan horizon argilik dalam tanah, diperlukan analisis profil tanah yang mendalam dan terinci. Proses ini melibatkan penggalian tanah hingga kedalaman tertentu, observasi visual langsung terhadap struktur dan warna tanah untuk mendeteksi perubahan yang menunjukkan adanya penimbunan liat di horizon B. Selain itu, juga dilakukan pengambilan sampel tanah dari berbagai kedalaman. Kemudian

Sampel-sampel ini dianalisis di laboratorium untuk mengukur beberapa sifat tanah yang sesuai dengan parameter penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. a) penggunaan lahan kelapa sawit b) penggunaan lahan tegalan, c) penggunaan lahan sawah setelah panen d) penggunaan lahan hutan

B. Iklim Wilayah Penelitian

Iklim merupakan faktor yang sangat penting dalam pertanian karena mempengaruhi berbagai aspek produksi, termasuk jenis tanaman yang dapat ditanam, waktu tanam dan panen, serta produktivitas hasil pertanian. Salah satu elemen iklim yang paling berpengaruh adalah curah hujan. Curah hujan yang cukup dan terdistribusi dengan baik selama musim tanam sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Kekurangan curah hujan dapat menyebabkan kekeringan yang menghambat pertumbuhan tanaman, sementara kelebihan curah hujan dapat menyebabkan banjir yang merusak tanaman dan mengganggu struktur tanah. Kondisi iklim di Kelurahan Limau Manis dapat diketahui melalui data curah hujan yang diperoleh dari Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA) Sumatera Barat. Data curah hujan di Kelurahan Limau Manis dari tahun 2013 hingga 2022 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata – Rata Data curah hujan Kelurahan Limau Manis 2013 – 2022.

Bulan	Kelurahan Limau Manis		Neraca Air (mm)
	Rata – Rata Curah Hujan (mm)	Rata – Rata Hari hujan	
Januari	248	9	98
Februari	134	6	-16
Maret	316	11	166
April	300	13	180
Mei	243	11	123
Juni	259	10	139
Juli	164	8	14
Agustus	298	10	178
September	312	12	192
Oktober	346	13	226
November	499	16	489
Desember	330	13	210

Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson, lokasi penelitian di Kelurahan Limau Manis termasuk dalam kawasan dengan tipe iklim A, yang ditandai

dengan kondisi sangat basah. Hal ini tercermin dari nilai Q yang mencapai 0,037 (lampiran 7). Nilai Q tersebut dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah bulan kering (BK) dan jumlah bulan basah (BB). Bulan basah adalah dengan jumlah hujan > 100 mm/ bulan, sedangkan bulan kering adalah bulan dengan jumlah curah hujan < 60mm/bulan. Selama periode pengamatan curah hujan selama 10 tahun terakhir, di mana nilai ini mengindikasikan prevalensi curah hujan yang tinggi sepanjang tahun.

Curah hujan terendah terjadi pada bulan Februari, dengan 134 mm/tahun, sedangkan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan November, mencapai 499 mm/tahun. Neraca air pada wilayah penelitian dalam rentang waktu 10 tahun terakhir (2013-2022) dapat dilihat pada tabel 3. Nilai evapotranspirasi dihitung berdasarkan jumlah hari hujan. Jika jumlah hari hujan < 10, maka nilai evapotranspirasi adalah 150 mm, sedangkan jika > 10, nilai evapotranspirasi adalah 120 mm (Rasyidin, 2023). Dari bulan Januari hingga Desember, wilayah penelitian mengalami surplus air pada bulan November dan mengalami defisit air pada bulan februari. Curah hujan yang tinggi di Kelurahan Limau Manis memiliki beberapa keuntungan, diantaranya kelembaban pada tanah yang dihasilkan oleh curah hujan dapat mempercepat proses dekomposisi ini dan meningkatkan kesuburan tanah. Daerah Kelurahan Limau Manis banyak memiliki lahan sawah yang dapat mendapat pasokan air melalui curah hujan, dan hal tersebut dapat mengurangi ketergantungan pada irigasi, dan daerah ini juga memiliki lahan kering yang dapat bertahan hanya dengan sumber air dari curah hujan. Namun, terdapat juga beberapa kerugian terkait dengan tingginya curah hujan, seperti terhambatnya penyinaran matahari karena seringnya tertutup awan. Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas pertanian dan pertumbuhan tanaman yang memerlukan paparan sinar matahari yang cukup.

C. Hasil Analisis Sifat Fisikokimia dan Biologi Tanah

1. C-Organik Tanah

Bahan organik tanah menentukan kesuburan tanah dan ketersediaan hara. Kandungannya diukur melalui C-organik tanah. Kandungan ini dipengaruhi oleh akumulasi bahan organik, serta laju dekomposisi dan humifikasi yang bergantung pada kondisi lingkungan. C-organik merupakan bagian dari tanah yang bersumber dari sisa biomassa yang terdapat didalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, yang dipengaruhi oleh sifat fisika, biologi dan kimia tanah. Hasil analisis C-organik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis C-organik Tanah pada beberapa penggunaan lahan

Lahan	Horizon	Kedalaman (cm)	Kadar C-Organik (%)	Kriteria
Sawit	A	0-20	1,62	Rendah
	B	20-40	0,93	Sangat Rendah
Tegalan	A	0-20	1,84	Rendah
	B	20-40	1,20	rendah
Sawah	A	0-20	0,95	Sangat Rendah
	B	20-40	0,80	Sangat Rendah
Hutan	A	0-20	3,10	Sedang
	B	20-40	2,16	Sedang

Berdasarkan tabel 4 hasil penelitian C-organik tanah pada beberapa penggunaan lahan di kelurahan limau manis kota padang berkisar antara 0,80 % - 3,10 % dengan

kriteria sangat rendah hingga sedang. Kandungan C-organik paling rendah ditemukan pada lahan sawah, yang termasuk dalam kategori sangat rendah. Pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm, nilai C-organik hanya mencapai 0,95%, sedangkan pada horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, nilainya turun menjadi 0,80%. Rendahnya kandungan bahan organik di lahan sawah ini disebabkan oleh praktik penanaman padi sawah yang dilakukan secara terus-menerus tanpa rotasi dan tanpa jeda, karena ketersediaan air sepanjang tahun memungkinkan hal tersebut.

Faktor lain yang menyebabkan bahan organik rendah adalah kebiasaan petani membakar jerami pascapanen untuk mempercepat siklus tanam berikutnya semakin mengurangi sumber bahan organik di sawah. Sesuai dengan pernyataan Talpur (2013), dalam penelitiannya disebutkan bahwa budidaya padi sawah secara intensif dapat menurunkan kandungan C-organik tanah hal ini dikarenakan oleh penggunaan lahan yang terus menerus, yang mengakibatkan penurunan kandungan C-organik tanah secara signifikan. Kandungan C-organik tertinggi ditemukan pada lahan hutan, yang menunjukkan nilai yang sangat signifikan pada dua lapisan tanah berbeda. Pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm, kandungan C-organik mencapai 3,10%, sementara pada horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, nilai tersebut berada pada 2,16%, yang dikategorikan sedang. Tingginya kandungan C-organik ini disebabkan oleh melimpahnya sumber bahan organik yang berasal dari berbagai jaringan tumbuh-tumbuhan seperti daun, ranting, batang, akar tanaman, rumput, serta tanaman tingkat rendah lainnya. Setiap tahunnya, jaringan tumbuhan ini terdekomposisi dan memberikan kontribusi signifikan berupa bahan organik ke dalam tanah hutan. Selain itu, nilai C-organik yang tinggi ini dapat tercapai karena adanya suplai bahan organik yang terus-menerus dari biomassa tanaman dan aktivitas mikroorganisme yang lebih banyak dan beragam dibandingkan dengan lahan pertanian atau penggunaan lahan lainnya.

Biomassa tanaman yang melimpah memberikan sumber makanan yang cukup bagi mikroorganisme tanah, yang pada gilirannya mempercepat proses dekomposisi dan penambahan bahan organik ke dalam tanah. Keberagaman mikroorganisme juga memainkan peran penting dalam memecah bahan organik menjadi komponen yang lebih sederhana, yang kemudian diintegrasikan ke dalam struktur tanah, meningkatkan kandungan C-organik secara keseluruhan. Proses alami ini menjadikan hutan sebagai ekosistem yang sangat efisien dalam mengelola dan mendaur ulang bahan organik, memastikan kandungan C-organik yang tinggi dan kualitas tanah yang lebih baik.

2. Tekstur tanah

Tekstur tanah merupakan salah satu karakteristik fisik yang mencerminkan perbandingan relatif dari butiran pasir, debu, dan liat yang terdapat di dalam tanah, yang diukur berdasarkan persentase masing-masing komponen tersebut. Pasir memiliki diameter antara 2,00 hingga 0,20 mm, debu memiliki diameter antara 0,20 hingga 0,002 mm, dan liat memiliki diameter kurang dari 2 μ m. Perbandingan ini menentukan tingkat kehalusan atau kekasaran tanah, dengan partikel yang lebih kecil memberikan tekstur yang lebih halus. Tekstur tanah tidak hanya mempengaruhi sifat fisik seperti retensi air dan infiltrasi, tetapi juga berperan penting dalam menentukan ketersediaan nutrisi dan aktivitas biologis di dalam tanah. Tanah dengan tekstur yang halus, seperti tanah liat, cenderung memiliki kemampuan retensi air yang lebih tinggi, tetapi mungkin memiliki infiltrasi yang lebih lambat. Sebaliknya, tanah bertekstur kasar, seperti tanah berpasir, memiliki infiltrasi yang cepat tetapi kemampuan retensi air yang lebih rendah. Tekstur

tanah juga memengaruhi kesesuaian tanah untuk berbagai jenis tanaman. Tanaman tertentu mungkin membutuhkan kondisi tekstur tertentu untuk pertumbuhan optimal.

Tabel 5. Hasil Analisis Tekstur pada beberapa penggunaan lahan

Lahan	Horizon	Kedalaman (cm)	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur
Sawit	A	0-20	10,7	25,0	64,3	Liat
	B	20-40	12,1	10,1	77,7	Liat
Tegalan	A	0-20	17,7	31,9	50,4	Liat
	B	20-40	17,7	41,0	41,3	Liat
Sawah	A	0-20	19,9	73,3	6,8	Lempung Berdebu
	B	20-40	35,0	6,8	58,1	Liat
Hutan	A	0-20	14,5	20,1	65,5	Liat
	B	20-40	7,7	24,8	67,5	Liat Berdebu

Berdasarkan data analisis yang terdapat pada Tabel 5, kelas tekstur tanah di lokasi penelitian menunjukkan variasi kecil pada setiap horizonnya, meskipun tekstur liat tetap mendominasi. Pada lahan Kelapa Sawit, tekstur tanah pada Horizon A dengan kedalaman 0-20 cm dan Horizon B dengan kedalaman 20-40 cm adalah liat, menunjukkan konsistensi tekstur yang dominan di kedua kedalaman tersebut. Di lahan Tegalan, tekstur tanah juga didominasi oleh liat baik pada Horizon A (kedalaman 0-20 cm) maupun Horizon B (kedalaman 20-40 cm), mengindikasikan bahwa jenis tanah ini seragam pada kedua kedalaman. Sementara itu, di lahan Sawah, tekstur tanah pada Horizon A dengan kedalaman 0-20 cm adalah lempung berdebu, yang kemudian berubah menjadi liat pada Horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, menunjukkan perbedaan tekstur antara dua kedalaman tersebut. Pada lahan Hutan, tekstur tanah pada Horizon A dengan kedalaman 0-20 cm adalah liat, sedangkan pada Horizon B dengan kedalaman 20-40 cm adalah liat berdebu, menunjukkan variasi tekstur yang lebih halus pada kedalaman yang lebih rendah. Analisis ini mencerminkan bahwa meskipun ada variasi kecil antar horizon, tanah liat tetap menjadi tekstur yang dominan di sebagian besar lokasi penelitian, dengan variasi yang lebih spesifik tergantung pada penggunaan lahan dan kedalaman horizon.

Tekstur tanah memiliki pengaruh signifikan terhadap berbagai aspek fisik tanah, termasuk kerapatan dan porositas. Fraksi pasir dalam tanah meningkatkan jumlah pori makro, yang mendukung drainase air yang cepat dan sirkulasi udara yang baik. Fraksi debu menambah jumlah pori meso, yang penting untuk retensi air dan nutrisi. Fraksi liat, dengan partikel yang sangat halus, meningkatkan jumlah pori mikro, yang berfungsi menahan air dan nutrisi dalam jangka panjang. Tanah yang ideal memiliki proporsi seimbang dari liat, lempung, pasir, dan debu, menciptakan struktur yang mendukung keseimbangan optimal antara air, udara, dan nutrisi. Menurut Darmawidjaya (1997), komposisi setiap fraksi dalam tanah tidak hanya mempengaruhi perakaran tanaman, tetapi juga ketersediaan air dan unsur hara, kerapatan populasi mikroorganisme, dan konsistensi tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tekstur tanah di daerah penelitian sesuai dengan temuan dari Lehmann dan Stahr (2010). Mereka menekankan bahwa tekstur tanah yang halus, seperti liat dan lempung, sangat penting untuk mendukung pengembangan tanaman padi sawah irigasi. Hal ini disebabkan oleh kemampuan tanah halus dalam menyimpan unsur hara dan mempertahankan kandungan air, yang sangat penting untuk sirkulasi udara di dalam tanah dan kesejahteraan akar tanaman. Tanah dengan tekstur halus dapat menahan lebih banyak air dan nutrisi, yang kemudian dilepaskan perlahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang

berkelanjutan. Oleh karena itu, memahami dan mengelola tekstur tanah dengan tepat adalah kunci untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan kesehatan ekosistem tanah secara keseluruhan.

3. Berat Volume (BV) dan Total Ruang Pori (TRP)

Berat Volume (BV) atau bulk density tanah adalah sifat fisik tanah yang menunjukkan kepadatannya dan hubungannya dengan pori-pori di dalam tanah. Nilai BV yang tinggi pada suatu sampel tanah menunjukkan bahwa tanah tersebut lebih padat, yang memengaruhi aerasi dan drainase tanah. Kepadatan yang lebih tinggi menyebabkan porositas tanah berkurang, sehingga mengurangi kemampuan tanah untuk menyediakan udara dan air bagi tanaman. Seiring dengan meningkatnya berat volume tanah, total ruang pori (TRP) akan berkurang, yang berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman, karena berkurangnya kemampuan tanah untuk menyediakan udara dan air bagi tanaman. Data mengenai berat volume (BV) dan total ruang pori (TRP) disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis BV dan TRP pada beberapa penggunaan lahan

Lahan	Horizon	Kedalaman (cm)	BV (g/cm ³)	Kriteria	TRP (%)	Kriteria
Sawit	A	0-20	1,15	Tinggi	55,80	Rendah
	B	20-40	1,19	Tinggi	54,57	Rendah
Tegalan	A	0-20	1,00	Sedang	61,58	Sedang
	B	20-40	1,17	Tinggi	55,35	Rendah
Sawah	A	0-20	1,27	Tinggi	51,21	Rendah
	B	20-40	1,43	Tinggi	45,27	Rendah
Hutan	A	0-20	1,07	Sedang	58,42	Sedang
	B	20-40	1,11	Sedang	57,74	Sedang

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan dalam Tabel 6, berat volume tanah (BV) di berbagai jenis penggunaan lahan di Kelurahan Limau Manis, Kota Padang, bervariasi antara 1,00 g/cm³ hingga 1,43 g/cm³, bergantung pada jenis penggunaan lahannya. Nilai BV ini termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi, yang menunjukkan bahwa tanah memiliki kepadatan yang bervariasi. Total ruang pori (TRP) tanah di daerah penelitian berkisar antara 45,27% hingga 61,58%, yang dikategorikan sebagai rendah hingga sedang. Ini berarti bahwa porositas tanah, atau kemampuan tanah untuk menyediakan ruang bagi udara dan air, juga bervariasi secara signifikan. Data ini menunjukkan bahwa tanah di wilayah Kelurahan Limau Manis memiliki variasi kepadatan yang cukup besar, yang memengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan dan mengalirkan udara serta air yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Kepadatan yang lebih tinggi (berat volume yang lebih besar) mengurangi jumlah ruang pori dalam tanah, sehingga membatasi jumlah udara dan air yang dapat disimpan. Sebaliknya, kepadatan yang lebih rendah (berat volume yang lebih kecil) memungkinkan lebih banyak ruang pori, yang mendukung retensi air dan sirkulasi udara yang lebih baik.

Nilai berat volume tanah pada lahan hutan horizon A dengan kedalaman 0-20 cm adalah 1,07 g/cm³, yang termasuk dalam kategori berat volume sedang, sedangkan horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, nilai berat volume adalah 1,11 g/cm³. Meskipun sedikit lebih tinggi dari horizon A, nilai ini tetap menunjukkan kondisi tanah yang baik dibandingkan penggunaan lahan lainnya. Lapisan atas tanah di hutan kaya akan bahan organik, yang membuat tanah lebih berpori dan menurunkan tingkat kepadatan tanah. Selain itu, perakaran pada tanah hutan berkembang baik sehingga cenderung memiliki kepadatan yang lebih rendah. Akar yang tumbuh menciptakan ruang kosong di dalam

tanah, yang mengurangi bobot isi tanah. Bobot isi yang rendah menunjukkan bahwa tanah lebih ringan dan lebih mudah ditembus oleh akar tanaman. Eksudat akar dari vegetasi hutan juga meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan membantu pembentukan agregat tanah yang stabil dan meningkatkan porositas tanah, sehingga tanah tetap lebih gembur dan berpori, meskipun pada kedalaman yang lebih besar.

Penggunaan lahan Tegalan memiliki nilai berat volume tanah pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm adalah $1,00 \text{ g/cm}^3$, yang masuk dalam kategori berat volume sedang. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik di lapisan ini, yang lebih banyak dibandingkan dengan lahan sawit dan sawah. Penambahan pupuk kandang pada lahan tegalan menyediakan sumber bahan organik yang signifikan bagi tanah. Pada horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, nilai berat volume meningkat menjadi $1,27 \text{ g/cm}^3$, menunjukkan bahwa tanah pada lapisan top soil lebih padat dibandingkan lapisan sub soil. Kepadatan ini disebabkan oleh sistem perakaran tanaman jagung, yang relatif pendek, sehingga perakaran tidak banyak mencapai lapisan sub soil. Selain itu, pemupukan umumnya hanya dilakukan pada lapisan tanah bagian atas, menyebabkan bahan organik lebih terkonsentrasi di permukaan. Akibatnya, lapisan bawah tanah di lahan tegalan memiliki lebih sedikit bahan organik dan eksudat akar, yang membuatnya lebih padat. Pada lahan sawit, nilai berat volume tanah pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm adalah $1,15 \text{ g/cm}^3$, yang termasuk dalam kategori tinggi. Seiring bertambahnya kedalaman, nilai berat volume meningkat, dengan horizon B pada kedalaman 20-40 cm mencapai $1,19 \text{ g/cm}^3$, yang juga berkriteria tinggi. Peningkatan berat volume ini disebabkan oleh konsentrasi bahan organik yang lebih rendah di lapisan bawah tanah. Tanaman sawit memiliki sistem perakaran yang cenderung menyebar di permukaan, sehingga eksudat akar dan bahan organik lebih terkonsentrasi di lapisan atas. Kurangnya bahan organik dan eksudat akar di lapisan bawah menyebabkan tanah menjadi lebih padat dan berat volumenya meningkat. Akibatnya tanah di lapisan bawah menjadi lebih padat dan berat volumenya lebih tinggi. Pada lahan sawah, nilai berat volume tanah pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm adalah $1,27 \text{ g/cm}^3$, yang termasuk dalam kategori tinggi. Sedangkan pada horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, nilai berat volume meningkat menjadi $1,43 \text{ g/cm}^3$, juga berkriteria tinggi. Nilai berat volume yang tinggi ini dipengaruhi oleh intensifikasi lahan dan teknik olah tanah maksimum yang sering diterapkan di lahan sawah. Teknik ini sering mengakibatkan pemadatan tanah yang lebih tinggi karena pengolahan tanah yang intensif, mengurangi jumlah bahan organik yang dapat meningkatkan porositas tanah, dan mengurangi pengaruh positif eksudat akar pada struktur tanah. Akibatnya, tanah menjadi lebih padat dan berat volumenya meningkat di kedua lapisan tersebut.

Faktor yang paling mempengaruhi berat volume tanah adalah kandungan bahan organik. Bahan organik memainkan peran krusial dalam menentukan nilai berat volume tanah dengan meningkatkan porositas melalui pembentukan agregat tanah. Agregat tanah ini menciptakan pori-pori yang mempengaruhi kepadatan tanah secara keseluruhan. Selain itu, terlihat bahwa berat volume tanah pada setiap jenis lahan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Menurut Harjadowigono (1993), semakin tinggi kandungan bahan organik, maka berat volume tanah akan semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bahan organik untuk membuat tanah lebih gembur dan meningkatkan jumlah pori-pori. Sebaliknya, semakin dalam kedalaman tanah, kandungan bahan organik cenderung menurun, menyebabkan tanah lebih mudah mengalami pemadatan dan berat volumenya meningkat. Kondisi ini mempengaruhi kemampuan tanah untuk menyerap dan menyalurkan air. Tanah dengan berat volume

yang lebih tinggi memiliki porositas yang lebih rendah, sehingga mengurangi kemampuan air untuk meresap dan mencapai akar tanaman. Peningkatan berat volume tanah juga menurunkan jumlah ruang pori, yang pada gilirannya menghambat aerasi tanah dan memperlambat peredaran air dalam tanah. Akibatnya, pertukaran gas dalam tanah menjadi kurang optimal, dan distribusi kelembaban terganggu, yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan tanaman.

4. Kadar Respirasi Tanah

Respirasi tanah mengukur aktivitas metabolik mikroorganisme tanah dan memiliki hubungan erat dengan kandungan bahan organik tanah. Selain itu, respirasi tanah berfungsi sebagai indikator penting dalam ekosistem karena mencerminkan aktivitas metabolik, dekomposisi sisa tanaman, dan konversi bahan organik tanah menjadi CO₂. Proses ini menyebabkan karbon dilepaskan dari tanah ke atmosfer, menjadikan respirasi tanah sebagai indikator yang efektif untuk menilai kualitas tanah (Raich dan Tufekciogul, 2000). Hasil analisis respirasi tanah disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Kadar Respirasi pada beberapa penggunaan lahan

Lahan	Horizon	Kedalaman (cm)	Kadar Respirasi (mg CO ₂ /m ² /hari)	Kriteria
Sawit	A	0-20	17,27	Sedang
	B	20-40	15,76	Rendah
Tegalan	A	0-20	21,51	Sedang
	B	20-40	19,10	Sedang
Sawah	A	0-20	16,70	Rendah
	B	20-40	11,44	Rendah
Hutan	A	0-20	26,74	Sedang
	B	20-40	20,02	Sedang

Respirasi tanah pada berbagai penggunaan lahan berkisar antara 11,44 – 26,74 mgCO₂/m²/hari, yang dikategorikan sebagai rendah hingga sedang. Tingginya atau rendahnya respirasi tanah mencerminkan laju dekomposisi bahan organik dalam tanah. Laju dekomposisi yang tinggi akan menyebabkan peningkatan mineralisasi nitrogen, pelepasan CO₂ ke atmosfer, serta pembentukan dan pelepasan asam-asam organik. Semua proses ini mempengaruhi kandungan karbon organik tanah, pH tanah, dan ketersediaan unsur hara tanah. Laju respirasi tanah yang tinggi mencerminkan aktivitas mikroorganisme yang optimal. Pada berbagai jenis penggunaan lahan, laju respirasi tanah dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk suhu, ketersediaan nutrisi, bahan organik, jumlah mikroorganisme, kelembapan tanah, serta pengelolaan lahan dan penggunaan bahan kimia serta pestisida. Suhu menjadi salah satu yang paling penting. Dalam jangka pendek, laju respirasi meningkat dengan naiknya suhu karena sebagian besar reaksi metabolik bergantung pada suhu (Raison, 1980). Selain respon jangka pendek, tanaman yang tumbuh di suhu rendah sering menunjukkan tingkat respirasi yang lebih tinggi daripada tanaman yang tumbuh di suhu tinggi saat keduanya diukur pada suhu yang sama (Amthor, 1989; Collier dan Cummins, 1990). Laju respirasi pada horizon A cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan horizon B. Hal ini diduga disebabkan oleh keberadaan pori-pori udara yang lebih berongga di horizon A, yang mendukung kehidupan mikroorganisme. Selain itu, kandungan bahan organik di horizon A juga lebih banyak dibandingkan dengan horizon B, yang turut berkontribusi pada laju respirasi yang lebih tinggi.

Lahan hutan menunjukkan tingkat respirasi tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawit, tegalan, maupun sawah. Pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm, laju respirasi mencapai 20,02 mg CO₂/m²/hari dengan kriteria nilai sedang, dan pada kedalaman 20-40 cm juga mencapai 20,02 mg CO₂/m²/hari dengan kriteria nilai sedang. Hal ini disebabkan oleh kerapatan vegetasi yang tinggi di lahan hutan, yang membantu menjaga kelembaban tanah, kadar air, dan bahan organik, sehingga meningkatkan konsentrasi mikroorganisme. Menurut Soemarno (2010), mikroorganisme sering terkonsentrasi di sekitar akar tanaman karena akar mengeluarkan eksudat seperti asam amino, karbohidrat, vitamin, nukleotida, dan enzim, yang merupakan sumber nutrisi utama bagi mikroorganisme tanah. Sebaliknya, lahan sawit dan tegalan menunjukkan tingkat respirasi yang lebih rendah dibandingkan hutan, terutama pada lahan tegalan yang menggunakan pupuk kimia, yang dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Pada lahan sawah, laju respirasi tanah mencapai 17,7 mg CO₂/m²/hari pada horizon A, yang tergolong rendah. Penurunan ini disebabkan oleh genangan air yang sering terjadi pada lahan sawah, yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Saraswati (2008) menyatakan bahwa berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggenangan pada lahan sawah mengakibatkan penurunan aktivitas mikroorganisme dan penurunan konsentrasi populasi mikroorganisme dalam tanah.

5. Kadar C - Biomassa Mikroorganisme Tanah

Biomassa tanah adalah total massa semua organisme hidup di dalam tanah, termasuk mikroorganisme (bakteri, jamur, alga), fauna tanah (seperti cacing, arthropoda), dan akar tanaman. Biomassa tanah mencerminkan aktivitas biologis dan kesehatan tanah serta berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik, siklus nutrisi, dan struktur tanah. Biomassa tanah dapat diukur untuk menilai keseimbangan ekosistem tanah, potensi produktivitas, dan dampak penggunaan lahan terhadap kesehatan tanah. Hasil analisis C-Biomassa Tanah disajikan dalam Tabel 8

Tabel 8. Hasil Analisis C-Biomassa Tanah pada beberapa penggunaan lahan

Lahan	Horizon	Kedalaman (cm)	C-biomassa (%)
Sawit	A	0-20	8,07
	B	20-40	2,81
Tegalan	A	0-20	8,28
	B	20-40	3,77
Sawah	A	0-20	7,60
	B	20-40	2,03
Hutan	A	0-20	10,00
	B	20-40	4,35

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di beberapa penggunaan lahan pada Horizon A dan B nilai C-biomassa yang terkandung berkisar antara 2,81 % - 10,00 %. Kandungan C- biomassa pada lahan hutan lebih tinggi dari pada lahan Sawit, tegalan maupun sawah. Biomassa tanah sangat dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik tanah yang merupakan sumber nutrisi bagi mikroba dalam melangsungkan proses metabolisme. Bahan organik merupakan sumber energi yang disukai mikroorganisme, ekosistem dengan zat organik tinggi cenderung memiliki kandungan biomassa mikroba yang lebih tinggi (Islami et al., 2016).

Pada penggunaan lahan sawit nilai C- Biomassa pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm memiliki nilai 8,07 % dan pada horizon B dengan kedalaman 20-40

cm memiliki nilai 2,81% , ini menunjukkan sedikitnya input bahan organik pada lahan sawit ini, seperti serasah – serasah yang berada dilahan sawit sedikit, hal ini akan berdampak sedikitnya penyumbang sumber karbon yang mampu dimanfaatkan oleh mikroba tanah untuk meningkatkan populasi mikroorganisme. Pada penggunaan lahan Tegalan nilai C-Biomassa pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm memiliki nilai 8,28 % dan pada horizon B dengan kedalaman 20-40 cm memiliki nilai 3,77% , nilai persentase C-biomassa padalahan sawit lebih tinggi dari pada lahan sawit hal ini disebabkan adanya pemberian input berupa penambahan bahan organik yang nantinya dimanfaatkan. Sehingga dengan adanya input organik sebagai sumber karbon dan input sintetik sebagai sumber hara menjadikan aktivitas mikroba menjadi tinggi. Pada penggunaan lahan sawah nilai C-Biomassa pada horizon A dengan kedalaman 0-20 cm memiliki nilai 7,60 % dan pada horizon B dengan kedalaman 20-40 cm memiliki nilai 2,03% , nilai persentase C-biomassa padalahan sawah lebih rendah dari pada lahan lainnya hal ini disebabkan karena proses penggenangan yang terjadi pada lahan sawah.

Faktor lain yang mempengaruhi C-biomassa adalah serasah – serasah tanaman dibiarkan saja pada beberapa penggunaan lahan sehigga dapat menyumbangkan sumber karbon yang besar untuk dimanfaatkan oleh mikroba tanah. Tanah dengan kandungan C-biomassa mikroba tinggi maka proses dekomposisi bahan organik yang terdapat di dalam tanah akan berjalan secara cepat. C-biomassa berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah. Adanya berbagai macam mikroorganisme merupakan indikasi bahwa tanah tersebut dalam keadaan subur. Tingginya populasi mikroorganisme dan keanekaragaman mikroorganisme hanya dapat ditemukan pada tanah yang memiliki sifat-sifat yang mendukung kehidupan mikroorganisme tanah untuk berkembang dan aktif. Ketersediaan unsur hara yang cukup, pH tanah yang sesuai, aerasi dan drainase yang baik, air yang cukup, dan sumber energi atau bahan organik yang cukup merupakan beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar mikroorganisme tanah dapat berkembang dengan baik (Iswandi, et al. 1995).

D. Kandungan karbon organik tanah

Kandungan karbon organik tanah merupakan jumlah karbon yang diserap di dalam tanah dalam bentuk bahan organik tanah. Diketahui hasil analisis kandungan karbon organik tanah Di sajikan pada Tabel 8.

Tabel 10. Hasil Analisis Kandungan Karbon Organik Tanah

Lahan	Horizon	Kedalaman (cm)	C-organik (%)	BV (kg/dm ³)	C (kg/m ²)
Sawit	A	0-20	1,62	1,15	3, 73
	B	20-40	0,93	1,19	2,21
Tegalan	A	0-20	1,84	1,00	3,68
	B	20-40	1,20	1,17	2,81
Sawah	A	0-20	0,95	1,27	2,41
	B	20-40	0,80	1,43	2,29
Hutan	A	0-20	3,10	1,07	6,63
	B	20-40	2,16	1,11	4,79

Kesuburan tanah yang rendah sering kali ditandai oleh kandungan karbon organik yang rendah. Hairiah (2007) menjelaskan bahwa kesuburan tanah dipengaruhi oleh berbagai sifat tanah, baik fisik maupun kimia. Penyimpanan karbon dalam tanah cenderung lebih tinggi jika kondisi kesuburan tanah baik. Salah satu faktor utama

rendahnya kandungan bahan organik di lahan pertanian adalah pengelolaan yang tidak memadai, yang dapat menyebabkan degradasi pada sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Berdasarkan Tabel 6, jumlah kandungan karbon di lokasi penelitian berkisar antara 2,29 – 6,63 kg/m². Kandungan karbon organik tanah tertinggi ditemukan pada lahan hutan, khususnya di lapisan top soil atau horizon A dengan kedalaman 0-20 cm, yaitu 6,63 kg/m². Sebaliknya, kandungan karbon organik tanah terendah terdapat pada penggunaan lahan sawah, khususnya di lapisan sub-soil atau horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, yaitu 2,29 kg/m².

Rendahnya karbon organik tanah pada penggunaan lahan sawit dan sawah dimungkinkan karena tidak adanya pengembalian sisa-sisa panen. Pengembalian sisa-sisa panen dapat mempengaruhi karbon yang berada di dalam tanah. Perbedaan simpanan karbon di masing-masing penutupan lahan dipengaruhi oleh jumlah dan kerapatan pohon, jenis pohon, faktor lingkungan yang meliputi penyinaran matahari, kadar air, suhu, dan kesuburan tanah (Rusdiana dan Sugirahayu, 2011). Iklim di wilayah penelitian juga menjadi salah satu hal yang menjadikan lahan budidaya pertanian rendah kandungan karbon, curah hujan yang tinggi sehingga terjadi infiltrasi, perkolasi, dan aliran permukaan yang tinggi, sehingga menjadikan bahan organik tercuci atau terkikis air. Tingginya karbon organik pada lahan hutan disebabkan banyaknya serasah yang dihasilkan pada beberapa tanaman pada lahan hutan sehingga dijadikan bahan untuk penambahan bahan organik pada tanah. Berbeda dengan lahan sawah yang mana bahan organik telah tercuci akibat adanya penggenangan. Selain itu jika dilihat lahan sawit maupun lahan tegalan memiliki tanaman yang tidak mempunyai tajuk rapat yang dapat menghalangi penyinaran matahari, sehingga karbon mudah terlepas dan siklus C berlangsung singkat. Komposisi tegakan pada lahan budidaya pertanian juga sedikit karena sistem monokultur sehingga mempengaruhi kandungan karbon, karena sebagian besar sumber bahan organik tanah adalah dari guguran biomassa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kandungan karbon organik tanah pada beberapa penggunaan lahan di Kelurahan Limau Manis Kota Padang, dapat disimpulkan bahwa jumlah kandungan karbon organik tanah pada lokasi penelitian berkisar antara 2,29 – 6,63 kg/m². Kandungan karbon organik tanah tertinggi berada pada lahan hutan lapisan top soil atau horizon A dengan kedalaman 0-20 cm, yaitu lahan hutan memiliki jumlah karbon organik tanah yaitu 6,63 kg/m² sedangkan jumlah kandungan karbon terendah pada penggunaan lahan sawah, khususnya di lapisan sub soil atau horizon B dengan kedalaman 20-40 cm, yaitu 2,29 kg/m². Jumlah karbon tertinggi terdapat pada Lahan hutan dikarenakan penyerapan CO₂ di tumbuhan selain itu juga dikarenakan banyak serasah dari lahan hutan dijadikan bahan untuk penambahan bahan organik pada tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Perubahan Iklim dan Pemanasan Global. *Jurnal Penelitian Lingkungan*, 3(3), 2022
- Baja S. 2011. *Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah Pendekatan Spasial & Aplikasinya*. Yogyakarta (ID): ANDI
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Kriteria Kimia Tanah*. Bogor : Pusat Penelitian Dan Tanah Agroklimat. Deptan.

- Brinkman, A.R. dan A.J Smyth. 1973. Land Evaluation for Rural Purposes. *ILRI* Publ. No. 17 Wageningen.
- Djajadilaga, Mulyani, Aksa Tejalaksana, Heru Harniowo, Agnes Swastikarin Gusti, Sudarmanto (2009), *Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Angka. Asisten Deputi Urusan Data Dan Informasi Lingkungan, Kementrian Negara Lingkungan Hidup*. Jakarta. Indonesia
- Darmawijaya. 1997. *Klasifikasi Tanah*. UGM Press: Yogyakarta
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., Sutarta, E. S., Santoso, H., Hidayat, F. 2019. C-Organik Tanah Di Perkebunan Kelapa Sawit Sumatera Utara : Status Dan Hubungan Dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Tanah Dan Iklim*. 43(2) : 157-165
- Fiantis, D. 2015. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Universitas Andalas. Padang. 264 pp.
- Hairiah K., A. Ekadinata, R.R. Sari dan S. Rahayu. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon : dari Tingkat Lahan Kebentang Lahan*. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua. Penerbit World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB). Malang Kedua. Penerbit World Agroforestry Centre
- Hakim, Nurhayati, M. Yusuf Nyapka, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, H.H. Bailey, 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Genesis dan Klasifikasi Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. Hal 268.
- Hardjowigeno, S., H. Subagyo, dan M. Lutfi Rayes. 2004. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah : Dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolannya*. Puslittanak. Hal 1-2.
- Hardjowigeno, S., dan L. Rayes. 2005. *Tanah Sawah*. Bayumedia. Malang
- Hardjowigeno, S. 2015. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. Hal 288.
- Herman, S, H. 2014. *Peranan Penting Pengelolaan Penyerapan Karbon Dalam Tanah*. Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan. 11 (2)
- Hidayat A., dan A. Mulyani. 2002. *Lahan Kering Untuk Pertanian dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering, menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hlm1-34.
- Indriani, Y.H. 2007. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Islami, N.F & Borthakur. (2016). Effect of Different Growth Stages on Rice Crop on Soil Microbial and Enzyme Activities. *Tropical Plant Research and International Journal*. 3(1): 40-47 hal
- Jamil, M., Razali., Lubis, K. S. 2017. Pemetaan Karbon Organik Dan Salinitas Lahan Sawah Pada Pola Ip100 Dan Ip200 Di Desa Tanjung Rejo Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agoekoteknologi Fp Usu*. 5 (4): 908- 916
- Kasno, A., Setyorini, D., Suastika, I. W. 2020. Pengelolaan Hara Terpadu Pada Lahan Sawah Tadah Hujan Sebagai Upaya Peningkatan Produksi Beras Nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 14 (1) : 15-24.
- Lehmann A, Stahr K. 2010. The potential of soil functions and planner-oriented soil evaluation to achieve sustainable land use. *J Soils Sediments*, 10:1092-1102

- Loren, K, R. Lal. 2005. The Depth distribution of soil Organic Carbon in Relation to land use and Management and The Potential of carbon sequestration in subsoil Horions. Elsevier. *Advance in agronomy* Vol.88.
- Matheus, R., Kantur, D., Bora, N. 2017. Analisis Pendapatan Usahatani Padi Varietas Ciherang Dengan Menggunakan Sistem Tanam Legowo Jajar 2:1 (Studi Kasus Di Subak Sengempel, Desa Bongkasa, Kecamatan Abiansema, Kabupaten Badung). *E Jurnal Agibisnis Dan Agowisata*. 6 (1)
- Muyassir, Sufardi, dan Saputra, I. 2012. Perubahan sifat fisika Inceptisol akibat perbedaan jenis dan dosis pupuk organik. Lentera
- Prasetyo, B. H., dan Suriadikarta, D. A. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Litbang Pertanian*. Vol 2(25). Hal 39.
- Ponnamperuma, F.N. 1978. *Electrochemical changes in submerged soil and the growth of rice*. IRRI. Los Banos, Philippines
- Puspita, L., E. Ratnawati, I N. N. Suryadiputra, A. A. Meutia. 2005. *Lahan Basah Buatan di Indonesia*. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor
- Ruddiman, W. 2007. Losses of soil carbon Plows, Plagues, and Petroleum : How Humans Took Control of Climate. Princeton, NJ: Princeton University Press. 202p
- Rasyidin, A. 2015. *Klasifikasi Kesesuaian Lahan menuju pertanian organik*, Universitas Andalas, Unand Press: Padang
- Rachim, D dan Arifin. 2011. M. *Dasar-Dasar Klasifikasi Taksonomi Tanah*. Pustaka Reka Cipta. Bandung. 402
- Raich, J.W. and Tufekciogul A. 2000. Vegetation and soil respiration: Correlations and controls. <http://www.ingentaconnect.com> (10 mei 2024)
- Rykson, S., dan Sudadi, U. 2001. *Bahan Kuliah Tanah Sawah*. IPB
- Saraswati, D. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Bogor
- Sartohadi, Junun. 2007. Geomorfologi Tanah dan Aplikasinya Untuk Pembangunan Nasional. Makalah Orasi Ilmiah, disampaikan dalam rangka Dies Natalis ke-44 Fakultas Geografi UGM Yogyakarta
- Scholes, M.C., Swift, O.W., Heal, P.A. Sanchez, JSI., Ingram and R. Dudal, 1994. Soil Fertility research in response to demand for sustainability. In Biological management of tropical soil fertility (Eds Woormer, PI. And Swift, MJ.) John Wiley & Sons. New York.
- Sefano, M. A., Maira, L., Darfis, I., Yunanda, W. W., & Nursalam, F. (2023). *Kajian aktivitas mikroorganisme tanah pada rhizosfir jagung (Zea mays L.) dengan pemberian pupuk organik pada ultisol*. JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL), 1(1), 31–39. <https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/article/view/74>
- Setyanto, Prihasto. 2008. Teknologi Mengurangi Emisi Gas R Lahan Sawah. Iptek Tanaman Pangan Vol.3 No.2.
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy. USDA. SCS. Sixth Edition

- Suwahyono,U. 2011. *Petunjuk Praktis Penggunaan upuk Organik secara Efektif dan Efisien*. Penebar Swadaya.
- Tadano, T. and S. Yoshida. 1978. Chemical changes in submerged soils and their Effecton rice growth. p. 399-420. In The International Rice Research Institute
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Penerbit Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.Universitas Lampung:Lampung
- Undang-undang No. 41. 1999. Ketentuan Pokok Kehutanan. Jakarta
- Usmadi,D.S,Hidayat,Yuammi dan D,asikin.2015.*Potensi Bioassa dan Cadangan Karbon Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur*.Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI. Buletin Kebun Raya Vol 18 No 1.
- Wibowo, P., Ch. E. Nirarita, S. Susanti, D. Padmawinata, Kusmarini, M. Syarif, Y.Hendriani, Kusniangsih, L. br. Sinulingga. 1996. *Ekosistem Lahan Basah Indonesia: Buku Panduan untuk Guru dan Praktisi Pendidikan*.Wetlands International – Indonesia Programme. Bogor.
- Yulnafatmawita. 2013. *Buku Pegangan Mahasiswa untuk Pratikum (Bpmp) Fisika Lahan Tanah* (Pnt 313.Falkultas Pertanian Universitas Andalas: Padang

Kajian C-Organik Dan Makro Fauna Tanah Sawah *Minimum Tillage* Di Kelurahan Kurao Pagang Kota Padang

Study On Organic-C And Macro Fauna At Minimum Tillage Rice Field Soil In Kurao Pagang, Padang City

Hafiza Rahmi*, Hermansah¹, Gusnidar¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Kota, Padang, 25175

*Corresponding Author: smarahafiza@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan lahan secara intensif menyebabkan hilangnya lapisan tanah subur dan penurunan kualitas tanah. *Minimum Tillage* atau pengolahan tanah minimum adalah teknik pertanian yang bertujuan untuk mengurangi gangguan pada struktur tanah dan mempertahankan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh beberapa dosis kombinasi dari bahan organik dan pupuk sintetis pada tanah sawah *minimum tillage* terhadap C-Organik dan makro fauna tanah di Kelurahan Kurao Pagang Kota Padang. Penelitian dilakukan dari Januari sampai Juni 2024. Perlakuan yang diberikan yaitu kombinasi bahan organik dan pupuk sintetis, yang terdiri dari 5 perlakuan (A = Tanpa Input (Kontrol), B = Pupuk sintetis (150 g/petak), C = Jerami Padi (6 kg/petak) + Pupuk Kandang Ayam (3 kg/petak), D = Jerami Padi (6 kg/petak) + Pupuk Sintetis (150 g/petak), E = Jerami Padi (6 kg/petak) + Pupuk Kandang Ayam (1,5 kg/petak) + Pupuk Sintetis (75 g/petak)). Unit perlakuan dialokasikan di lapangan berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Parameter yang dianalisis adalah BV, pH, C-Organik, N-Total, Rasio C/N, Stok karbon, Populasi, Keragaman makro fauna, Frekuensi keberadaan jenis, dan Nilai kekayaan jenis. Hasil penelitian terbaik ditunjukkan oleh perlakuan C yang menunjukkan bahwa perlakuan *minimum tillage* dengan pengembalian jerami padi dalam bentuk mulsa dan pupuk kandang ayam secara signifikan menurunkan BV tanah senilai 0,73 g/cm³ dan meningkatkan kandungan C-Organik hingga 2,20%. Perlakuan kombinasi dengan penambahan pupuk kandang ayam pada perlakuan E menghasilkan populasi makro fauna, keragaman, frekuensi keberadaan jenis, dan nilai kekayaan jenis tertinggi. Hal ini menunjukkan pentingnya pengelolaan tanah yang berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas tanah dan keanekaragaman hayati dalam tanah.

Kata kunci: C-organik, Makro fauna tanah, *Minimum tillage*

ABSTRACT

Intensive land management leads to loss of fertile soil layers and degradation of soil quality. Minimum tillage is an agricultural technique that aims to reduce disturbance of soil structure and maintain environmental quality. This study was aimed to examine the effect of several combined doses of organic matter and synthetic fertilizers on minimum tillage paddy soil on Organic-C and soil macro fauna in Kurao Pagang Village, Padang City. This research was conducted from January to June 2024. The treatment given was a combination of organic materials and synthetic fertilizer, consisting of 5 treatments (A = No Input (Control), B = Synthetic fertilizer (150 g/plot) + fertilizer (150 g/plot), C = Rice Straw (6 kg/plot) + Chicken Manure (3kg/plot), D = Rice Straw (6 kg/plot) + Synthetic Fertilizer (150 g/plot), E = Rice Straw (6 kg/plot) + Chicken Manure (3 g/plot) + Synthetic Fertilizer (75 g/plot)). The treatment units were allocated in the field site based on Randomized Block Design (RBD). The parameters analyzed were BD, pH, Organik-C, Total-N, C/N Ratio, Carbon stock, Population, Macro fauna diversity, Frequency of species occurrence, and Species richness value. The best research results were shown by treatment C (JP 6kg/plot + PKA 3 kg/plot) which showed that the minimum tillage treatment with the return of rice straw in the form of mulch and chicken manure significantly reduced the soil BD by 0.73 g/cm³ and increased the Organic-C content to 2.20%. In addition, the combination treatment with the addition of chicken manure, namely in treatments E (JP 6kg/plot + PKA 1.5 kg/plot + PS 75 g/plot) produced the highest macro fauna population, diversity, frequency of species presence, and species richness value. This showed the importance of sustainable soil management to improve soil quality and soil biodiversity.

Keywords: Phosphatase Enzymes, Forests, Grasslands, Palm Oil Lands, Soil Biology

PENDAHULUAN

Sawah telah menjadi bagian integral dari kehidupan masyarakat agraris di berbagai belahan dunia, terutama di Asia. Sawah merupakan sebidang tanah dengan batas berupa pematang dan berfungsi untuk bercocok tanam padi yang selalu berada dalam keadaan tergenang (Siregar & Sulardi, 2019). Tanah yang dijadikan sawah selama ini dapat terbentuk dari tanah mineral ataupun tanah rawa, sehingga karakteristik sawah tersebut sangat dipengaruhi oleh bahan yang menyusunnya (Agus *et al.*, 2004). Sawah pada tanah mineral memiliki kemampuan menyimpan air yang rendah, terutama yang bertekstur pasir atau lempung berpasir, sehingga sawah di tanah ini memerlukan irigasi, kandungan bahan organik pada tanah mineral tergolong rendah hingga sedang, dan unsur hara yang terkandung dalam tanah mineral tergolong rendah (Hutapea *et al.*, 2018). Pada lahan rawa, memiliki karakter dan fisik lahan yang tidak subur dan air yang sulit dikendalikan. Tanah rawa yang terus tergenang memiliki kadar keasaman yang tinggi, sehingga tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik (Ma'shum & Loso, 2023).

Kebutuhan air untuk tanaman padi sawah mencakup perhitungan air yang masuk dan keluar dari lahan sawah. Pada lahan sawah kehilangan air dapat terjadi melalui evaporasi, transpirasi, infiltrasi, perkolasi dan lainnya berkisar antara 5,6-20,4 L/m²/hari (Yoshida, 1981). Kebutuhan air pada pola konvensional dalam satu musim tanam adalah 10.000 m³/hektar sedangkan teknik dengan olah tanah minimum dapat menghemat air sampai 50% (Budi, 2000), hal ini dikarenakan pada olah tanah minimum (*minimum tillage*) air hanya terdapat pada saluran air yang ada pada kiri dan kanan bedengan, berbeda dengan pengolahan secara konvensional dimana air yang dibutuhkan banyak dan dalam keadaan tergenang.

Sawah pada lahan penelitian ini merupakan lahan yang sudah disawahkan dalam waktu panjang dan diolah secara konvensional, yang mana sumber pengairannya bergantung pada curah hujan (sawah tadah hujan). Pengolahan secara konvensional menggunakan alat-alat pertanian cukup mahal. Penggunaan pestisida dan pupuk sintetis yang cukup langka bagi para petani, sehingga terjadi kendala dalam pengolahan lahan dan pemupukan. Lahan yang terus-menerus diolah dengan pemberian pestisida dan pupuk sintetis dapat merusak tanah dan membunuh organisme yang berperan penting dalam proses dekomposisi serta mengganggu keseimbangan unsur hara seperti menurunnya kandungan C-Organik dan Nitrogen dalam tanah, sehingga kualitas tanah semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Hermansah *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa pada lahan sawah yang diolah dengan konvensional dari beberapa manajemen petani memiliki kandungan C-Organik dan Nitrogen yang sangat rendah. Rendahnya kandungan C-Organik tanah menyebabkan tanah terdegradasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Ahmad *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa kandungan C-Organik yang rendah (<2 %) akan menyebabkan agregat tanah tidak stabil

Upaya untuk mengembalikan produktivitas tanah dilakukan dengan menambahkan bahan organik. Penggunaan bahan organik merupakan alternatif sebagai solusi untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis. Degradasi lahan dapat dikurangi sehingga kesehatan tanah dapat ditingkatkan. Pupuk organik menyediakan nutrisi secara bertahap dan merata, membantu mengurangi risiko kelebihan nutrisi yang dapat merusak tanaman. Selain itu, pupuk organik meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan hama. Salah

satu sumber bahan organik adalah jerami padi, yang merupakan limbah pertanian dengan potensi untuk menambah unsur hara jika dikembalikan ke tanah. Namun, saat ini, sebagian besar petani masih menangani limbah jerami padi dengan cara membakarnya. Pembakaran ini dapat mengakibatkan hilangnya beberapa unsur seperti Nitrogen (N) dan Belerang (S), serta jika dilakukan terus-menerus, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan menurunkan kesuburan tanah. Alternatif upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah dengan biaya dan sistem pengelolaan tanah yang rendah yaitu dengan pengolahan tanah secara *minimum tillage*. *Minimum tillage* pada sawah adalah olah tanah minimum yang dilakukan dengan cara menaikkan tanah menggunakan cangkul sehingga terbentuk bedengan dan saluran air di kiri dan kanan bedengan, dimana bedengan yang sudah terbentuk bisa digunakan untuk musim tanam selanjutnya, tanpa penggunaan pestisida dan pupuk sintetis, serta pengembalian bahan organik berupa sisa tanaman (jerami padi) dalam bentuk mulsa. Jerami padi yang digunakan sebagai mulsa dapat menghambat pertumbuhan gulma, sehingga pengolahan tanah secara *minimum tillage* ini lebih hemat.

Olah tanah secara minimum dapat menjaga bahan organik yang ada di permukaan tanah. Kandungan C-Organik dalam tanah dapat berasal dari pelapukan sisa tanaman dan organisme tanah lainnya. Faktor-faktor seperti penggunaan lahan, curah hujan, dan suhu dapat memengaruhi kadar C-Organik tersebut. Vegetasi yang berfungsi sebagai penutup lahan dan organisme di dalam tanah juga dipengaruhi oleh penggunaan lahan. Organisme tanah dapat berkembang lebih baik karena kondisi tanah yang tidak terganggu, yang membantu pembentukan humus dan menjaga kesuburan tanah. Makro fauna seperti cacing, semut, dan rayap adalah contoh fauna tanah yang dapat dijadikan bioindikator. Keragaman biota dalam tanah merupakan indikator biologis kualitas tanah. Lapisan tanah yang tidak terganggu dapat lebih baik dalam menyimpan air, mengurangi evaporasi, dan menjaga kelembaban tanah.

Minimum tillage pada lahan sawah ini sudah dilaksanakan di beberapa tempat, salah satunya yaitu di Kurao Pagang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang (merupakan perintah melakukan penanaman padi sawah Olah Tanah Minimum (*Minimum Tillage*) dan pengembalian sisa tanaman dalam bentuk mulsa), sisa tanaman padi yang bisa dikembalikan ke lahan adalah jerami. Sawah *minimum tillage* pada penelitian ini sudah memasuki musim tanam ketiga. Pada musim tanam ke satu dan ke dua diberikan perlakuan berupa pengembalian sisa jerami padi dan penggunaan jerami jagung sebagai mulsa tanpa pemberian pupuk organik maupun pupuk sintetis. Hasil produksi yang dihasilkan mencapai 4,65 ton/ha, relatif sama dengan hasil produksi sawah dengan pengolahan secara konvensional di Sumatera barat yaitu berkisar antara 4,5-5,1 ton/ha (BPS, 2023). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh beberapa dosis kombinasi dari bahan organik dan pupuk sintetis pada tanah sawah *minimum tillage* terhadap C-Organik dan makro fauna tanah di Kelurahan Kurao Pagang Kota Padang.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2024, yang bertempat di Kelurahan Kurao Pagang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dan analisis sifat

fisika tanah dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Alat yang digunakan pada penelitian di lapangan antara lain cangkul, ring sampel, triplek, plastik banner, meteran, kertas label, plastik, kamera, alat tulis dan alat-alat laboratorium sedangkan bahan yang digunakan antara lain sampel tanah, jerami padi, pupuk kandang ayam, aquades, alkohol, kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), asam sulfat pekat (H_2SO_4), dan bahan lainnya

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 5 jenis perlakuan dan 3 kelompok, sehingga seluruhnya terdiri dari 15 satuan percobaan pada pengelolaan tanah *Minimum Tillage (MT)*. Berikut perlakuan yang digunakan pada *Minimum Tillage (MT)*: A = Tanpa input (Kontrol), B = PS (150 g/petak), C = JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak), D = JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak), E = JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak) (PS = Pupuk Sintetis, JP = Jerami Padi, PKA = Pupuk Kandang Ayam). Pengolahan lahan secara *minimum tillage* dilakukan dengan cara menaikkan tanah menggunakan cangkul sehingga terbentuk bedengan dan saluran air di kiri dan kanan bedengan untuk mengatur tata air dan sebagai pengendali hama berupa keong. Pemberian jerami padi sebanyak 10 ton/ha atau 6 kg/petak, pemberian pupuk kandang ayam sebanyak 5 ton/ha atau 3 kg/petak, dan pemberian pupuk NPK Mutiara (16:16:16) sebanyak 0,25 ton/ha atau 150 g/petak.

Pengamatan makro fauna yang dilakukan adalah jumlah populasi, keragaman makro fauna, nilai kekayaan jenis, dan frekuensi keberadaan jenis. Pengamatan makro fauna dilakukan pada saat setelah panen dengan cara membuat monolith. Pembuatan monolith dilakukan pada setiap bedengan, dengan cara ditandai titik pengambilan sampel untuk pembuatan monolith. Serasah yang menutupi permukaan tanah dibersihkan pada lokasi yang berukuran 15 cm x 15 cm dengan membenamkan pancang kayu pada keempat ujung petakan. Disekitar petakan digali tanah kurang lebih 30 cm dari pinggir petakan dengan kedalaman 30 cm. Setelah tanah di sekitar petakan mencapai kedalaman 30 cm, maka monolith yang terbentuk dikeluarkan dengan cara memotong bagian bawah monolith dengan menggunakan parang. Monolith tanah dibagi menjadi 3 lapisan yaitu 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm menggunakan parang secara horizontal. Pengamatan terhadap makro fauna dilakukan pada setiap lapisan yang telah dipisahkan tadi, dengan cara bongkahan tanah dideraikan menjadi bongkahan-bongkahan yang lebih kecil sehingga makro fauna dapat dipisahkan dari tanah. Makro fauna yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol yang berisi alkohol. Botol diberi label tentang informasi nomor sampel, tanggal pengamatan, lokasi sampel yang diambil dan kedalaman lokasi tanah yang diamati. Frekuensi keberadaan setiap jenis fauna dihitung berdasarkan spesies yang ditemukan pada setiap lapisan tanah. (Rumus 1)

$$species(A) = \frac{\sum \text{individu jenis A yang ditemukan}}{\sum \text{individu dari jenis keseluruhan yang ditemukan}} \dots\dots\dots (1)$$

Nilai kekayaan jenis makro fauna tanah dihitung dengan menggunakan rumus (Odum,1993) (Rumus 2)

$$DMg = (S-1) / \ln N \dots\dots\dots(2)$$

Dimana DMg adalah Nilai kekayaan jenis. S adalah Jumlah jenis yang ditemukan. N adalah Jumlah individu keseluruhan. Dan ln merupakan Logaritma natural.

Sampel tanah akhir diambil setelah panen menggunakan cangkul dengan kedalaman 0-20 cm pada setiap bedengan. Analisis tanah yang dilakukan di laboratorium dalam kondisi kering angin, yang disajikan dalam Tabel 1

Tabel 1. Parameter sifat dan ciri tanah yang dianalisis di laboratorium

No	Pengamatan	Satuan	Metode	Sampel
1	Berat Volume (BV)	g/cm ³	Gravimetri	Utuh
2	pH (H ₂ O)	Unit	Elektrometrik	Terganggu
3	C-Organik	%	Walkley and Black	Terganggu
4	N-Total	%	Kjeldahl	Terganggu
5	C/N	-	-	-
6	Stok Karbon	g/cm ²	-	-

Data yang diperoleh dari hasil analisis sifat biologi tanah di lapangan dianalisis dengan menggunakan Microsoft Excel. Selanjutnya dianalisis statistik dengan uji F pada taraf 5% menggunakan aplikasi statistik 8, kemudian dilanjutkan dengan LSD (*Least Significant Difference*). Pada penelitian juga dihitung stok karbon dengan persamaan pada Rumus 3.

$$\text{Stok Karbon (g/cm}^2\text{)} = \text{BV} \times \text{Kd} \times \% \text{ C-Organik} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana, Kd = Kedalaman tanah (cm), BV = Berat Volume (g/cm³), % C-Organik = Persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium (Hairiah *et al.*, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat tanah sawah sebelum diberi perlakuan

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Kurao Pagang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, yang memiliki jenis tanah Inceptisol. Lahan pada lokasi penelitian diolah secara *Minimum Tillage (MT)*. *Minimum Tillage (MT)* adalah pengolahan tanah yang dilakukan seminimal mungkin yaitu dengan cara menaikkan tanah menggunakan cangkul sehingga terbentuk saluran air pada bagian kiri dan kanan bedengan. Tanah di Lokasi penelitian sudah diberakan selama ± 3 bulan. Pengambilan sampel dan analisis tanah dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik tanah (Berat Volume (BV), pH (H₂O) Tanah, C-Organik, N-Total, dan rasio C/N) sebelum tanah diolah. Hasil analisis tanah awal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis awal pada lokasi penelitian

Parameter	Nilai	Satuan	Kriteria
Berat Volume (BV)	0,75	g/cm ³	Sedang
pH (H ₂ O) Tanah	4,98	Unit	Masam
C-Organik	1,18	%	Rendah
N-Total	0,21	%	Sedang
C/N	5,67	-	Rendah

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa BV tanah pada lokasi penelitian masuk dalam kategori sedang yaitu 0,75 g/cm³. Tanah dengan BV yang sedang memiliki pori-pori yang cukup untuk memungkinkan pertukaran udara dan drainase air yang baik. BV tanah

yang tergolong dalam kriteria sedang adalah nilai yang optimal untuk tanah mineral, mendukung pertumbuhan akar tanaman dalam menembus tanah karena tidak terjadi pemadatan (Robarge, 1999). Semakin tinggi BV tanah maka kadar air tersedia akan semakin menurun, hal ini dikarenakan daerah perakaran menjadi semakin sempit yang menyebabkan akar menjadi kesulitan untuk mencari air atau unsur hara bagi tanaman dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Andiyarto & Purnomo (2012) yang menjelaskan bahwa tanah yang terlalu padat dapat menghambat pertumbuhan akar dalam usaha mencari air atau nutrisi yang dibutuhkan tanaman, karena akar kesulitan menembus tanah tersebut.

Di lokasi penelitian, nilai pH tanah (H_2O) tercatat 4,98, yang menunjukkan bahwa tanah tersebut bersifat masam. Rendahnya kadar pH di lokasi ini diduga disebabkan oleh banyaknya ion H^+ di dalam tanah, yang berkontribusi pada terjadinya reaksi masam. Prabowo & Subantoro (2018) menjelaskan bahwa kemasaman tanah dapat dipicu oleh keberadaan ion H^+ dan Al^{3+} dalam larutan tanah, serta oleh unsur-unsur yang terdapat dalam tanah, termasuk konsentrasi ion H^+ dan OH^- , mineral tanah, air hujan, dan bahan induk.

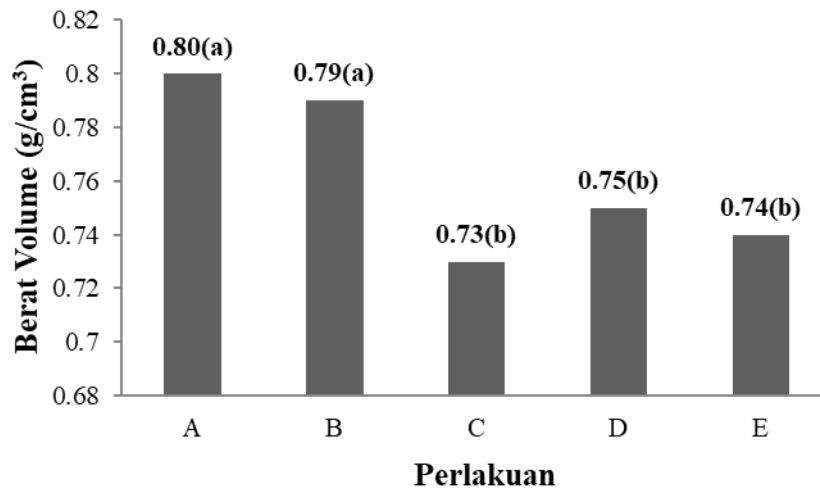
Kadar C-Organik yang didapatkan dari hasil analisis tanah awal masuk dalam kriteria rendah (1,18%). Rendahnya kandungan C-Organik berarti ketersediaan nutrisi juga rendah sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Tanah yang memiliki kandungan C-Organik rendah dapat menjadi lebih produktif dengan penambahan bahan organik. Bahan organik memainkan peran krusial dalam meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Favoino & Hogg (2008), bahan organik tanah adalah komponen penting yang berkontribusi pada peningkatan kesuburan dan produktivitas lahan dengan cara memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah adalah langkah penting untuk memperbaiki tanah yang terdegradasi, karena bahan organik berhubungan langsung dengan terciptanya kondisi tanah yang ideal. (Wander *et al.*, 2002).

Kandungan N-Total yang didapatkan masuk dalam kriteria sedang (0,21%). Hal ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian ini memiliki kandungan nitrogen yang memadai untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Untuk menjaga ketersediaan nitrogen didalam tanah perlu dilakukan pemupukan, sesuai dengan pernyataan Ardi *et al.*, (2017), kekurangan unsur hara nitrogen dalam tanah dapat diatasi melalui penambahan bahan organik dan penggunaan pupuk sintetis. Rasio C/N yang didapatkan masuk dalam kriteria rendah yaitu 5,67. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lanjut tingkat dekomposisi bahan organik di lahan

B. Beberapa sifat tanah sawah *minimum tillage* setelah panen

1. Berat Volume tanah

Berat Volume (BV) tanah menggambarkan perbandingan dari berat tanah dalam kondisi kering dengan volume tanah (Hardjowigeno & Widiatmaka, 2001). Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap BV tanah. Data hasil analisis BV tanah setelah panen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Berat Volume (BV) tanah setelah panen

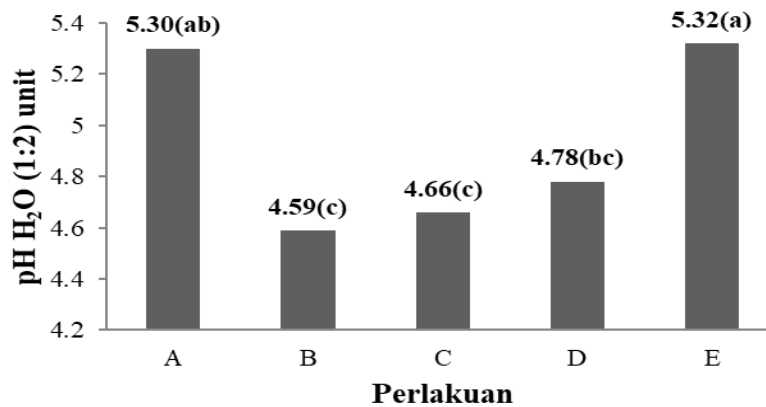
Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa Berat Volume (BV) tanah pada perlakuan A ($0,80 \text{ g/cm}^3$) sebagai kontrol yang relatif sama dengan perlakuan B ($0,79 \text{ g/cm}^3$) dengan penambahan PS sebanyak 150 g/petak, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Lebih tingginya BV pada kontrol dan B (PS (150 g/petak)) dikarenakan tidak adanya penambahan bahan organik. Jerami padi diberikan sebagai mulsa untuk menutupi permukaan tanah, yang membantu mengurangi energi dari air hujan yang mencapai tanah dan berkurangnya partikel-partikel halus tanah yang mengalami dispersi akibat energi air hujan sehingga pemadatan tanah bisa berkurang. Sesuai dengan pendapat Suyana *et al.*, (2017), mulsa dapat mengurangi energi dari air hujan dan juga mengurangi tingkat penguapan.

Berat Volume (BV) tanah yang paling rendah terdapat pada perlakuan C ($0,73 \text{ g/cm}^3$) yaitu dengan kombinasi JP (6 kg/petak) dan PKA (3 kg/petak). Pengolahan tanah secara minimum disertai dengan pemberian jerami padi dalam bentuk mulsa dan pupuk kandang ayam pada tanah menunjukkan penurunan Berat Volume (BV) yang paling besar. Pengolahan tanah secara minimum menyebabkan agregat tanah menjadi longgar dan tercipta pori-pori tanah yang baru. Pemberian bahan organik menyebabkan tanah bergumpal karena berikatan dengan bahan organik sehingga pori-pori yang tercipta tidak mudah hancur. Hal ini yang akhirnya menyebabkan Berat Volume (BV) tanah menjadi turun. Sesuai dengan pendapat Muyassir *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa hasil dekomposisi bahan organik dapat menurunkan BV tanah dan mengubah struktur tanah menjadi lebih remah.

2. Nilai pH tanah

Berdasarkan hasil sidik ragam pH, terdapat pengaruh yang berbeda nyata terhadap pH tanah akibat perlakuan. Data hasil analisis pH tanah setelah panen dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai pH tanah setelah panen

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

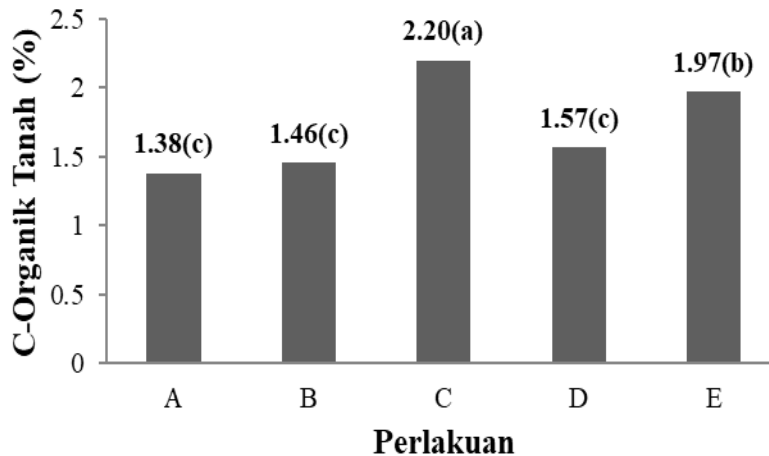
Berdasarkan Gambar 2, nilai pH H₂O (1:2) tanah tertinggi terdapat pada perlakuan E (5,32) dengan pemberian kombinasi JP (6 kg/petak), PKA (1,5 kg/petak) dan PS (75 g/petak) yang berbeda nyata dengan perlakuan B (PS (150 g/petak)), C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)), dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (Kontrol). pH tanah terendah terdapat pada perlakuan B (4,59) yaitu dengan pemberian PS sebanyak 150 g/petak, berbeda nyata dengan perlakuan A (Kontrol) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)).

Peningkatan pH ini disebabkan oleh penggunaan pupuk kandang. Penambahan pupuk organik yang memadai dapat merangsang peningkatan pH tanah. Pupuk organik berkontribusi pada peningkatan pH tanah karena memiliki muatan negatif yang dapat mengikat ion-ion penyebab kemasaman tanah seperti H⁺, Al³⁺, dan Fe²⁺ dengan membentuk khelat sehingga konsentrasi ion-ion penyebab kemasaman menjadi berkurang dan meningkatkan pH tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Nariratih *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan nilai pH tanah. Bahan organik memiliki kemampuan untuk mengikat logam Al³⁺, sehingga mencegah terjadinya reaksi hidrolisis Al³⁺. Proses hidrolisis Al³⁺ ini menghasilkan tiga ion H⁺ yang dapat menyebabkan pengasaman tanah.

Nilai pH tanah dengan perlakuan B (PS (150 g/petak)), C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)), dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)) yang relatif sama mengalami penurunan dari perlakuan A (5,30) sebagai kontrol. Hal ini disebabkan karena penggunaan pupuk sintetis yang 100% dari rekomendasi yaitu 150 g/petak dan penggunaan pupuk kandang ayam 100% dari rekomendasi yaitu 3 kg/petak. Pupuk sintetis (NPK Mutiara) mengandung nitrogen dalam bentuk amonium (NH₄⁺) atau urea. Ketika amonium terurai di tanah, maka akan diubah menjadi nitrat (NO₃⁻) oleh mikroorganisme dalam proses nitrifikasi. Proses ini menghasilkan ion hidrogen (H⁺) yang dapat menurunkan pH tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Starast *et al.*, (2003), yang menyatakan bahwa pupuk NPK Majemuk dapat menurunkan pH tanah karena mengandung amonium, yang saat terhidrolisis akan menghasilkan ion H⁺ dan menyebabkan pH tanah menurun.

3. Kadar C-organik tanah

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan yang diterapkan memberikan pengaruh nyata terhadap C-Organik tanah. Hasil analisis C-Organik tanah setelah panen disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai C-Organik tanah setelah panen

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

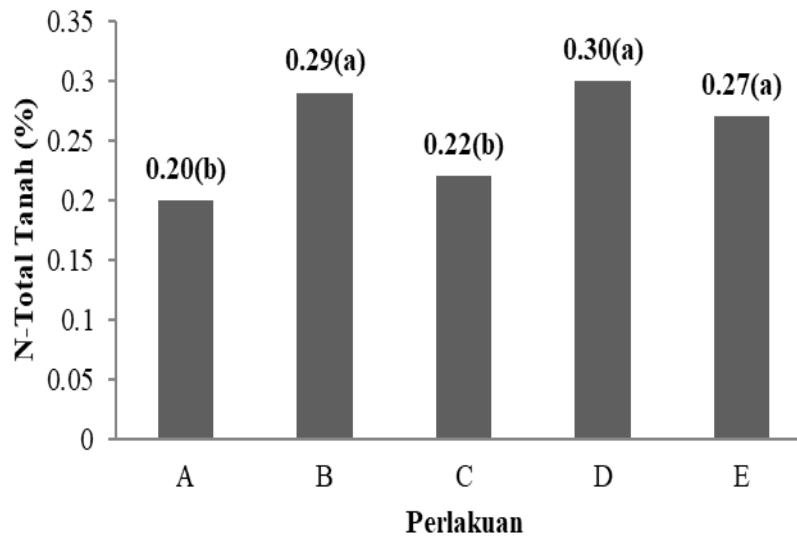
Berdasarkan Gambar 3, kandungan C-Organik tanah setelah panen menunjukkan tren peningkatan dari 1,38% - 2,20%. Kadar C-Organik tertinggi terdapat pada perlakuan C (2,20%) yaitu pemberian kombinasi JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak), yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan A sebagai kontrol mencatat kadar terendah yaitu 1,38%, yang juga berbeda nyata dengan perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (PS (150 g/petak)) dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)). Ini terjadi karena penggunaan jerami padi dan pupuk kandang ayam dengan dosis 100% dari rekomendasi, yaitu 5 ton/ha (3 kg/petak) yang memberikan sumbangan besar terhadap kandungan C-organik dalam tanah.

Dosis pupuk kandang ayam yang tinggi menyebabkan tanah memiliki banyak energi, dengan sumber karbon dari jerami padi dan pupuk kandang ayam berfungsi sebagai pemicu bagi mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan-bahan tersebut. Dekomposisi jerami padi dan pupuk kandang ayam meningkatkan kadar C-Organik dalam tanah. Hal ini sejalan dengan penelitian Yuniarti *et al.*, (2019), yang menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang ayam dan pengembalian sisa jerami hasil panen sebagai mulsa dapat meningkatkan kandungan C-Organik di tanah.

4. Kadar N-total tanah

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan yang diterapkan berpengaruh nyata terhadap N-Total tanah. Hasil analisis N-Total tanah setelah panen disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, nilai N-Total tanah setelah panen paling tinggi terdapat pada perlakuan D (0,3%) yaitu pemberian kombinasi JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak) yang

berbeda nyata dengan perlakuan A (Kontrol) dan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (PS (150 g/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)). Perlakuan yang terendah terdapat pada perlakuan A (0,21%) sebagai kontrol dan perlakuan C (0,22%) yaitu kombinasi JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak).



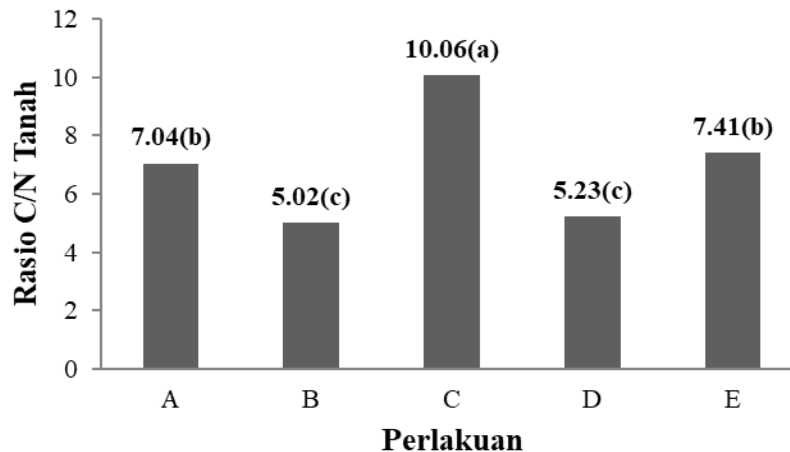
Gambar 4. Nilai N-Total tanah setelah panen

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Hal ini terjadi karena pemberian jerami padi dan pupuk sintetis dengan dosis 100% dari rekomendasi yaitu 0,25 ton/ha (150 g/petak). Jerami padi yang diberikan akan terdekomposisi oleh mikroba sehingga kandungan nitrogen dalam tanah meningkat, serta pupuk sintetis memberikan nitrogen yang tinggi kedalam tanah. Pernyataan ini sejalan dengan Rosmarkam & Nasis (2002), yang menjelaskan bahwa tingginya kandungan N dalam tanah terkait dengan proses dekomposisi bahan organik dan pemberian pupuk N.

5. Ratio C/N

Rasio C/N merupakan perbandingan antara massa karbon dan massa nitrogen dalam suatu zat. Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata terhadap rasio C/N tanah. Data hasil analisis rasio C/N tanah setelah panen dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 2. Nilai rasio C/N tanah setelah panen

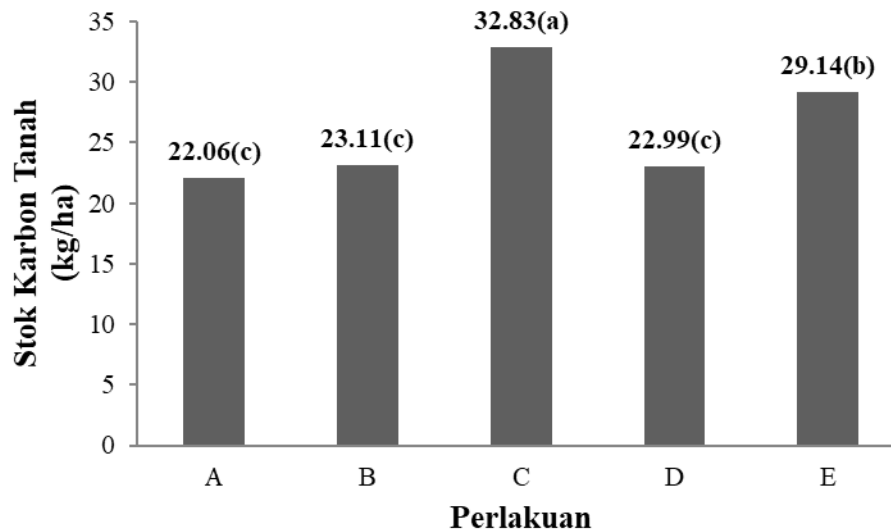
Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Berdasarkan Gambar 5, rasio C/N tanah setelah panen berkisar antara 5,02 hingga 10,06. Rasio C/N tertinggi ditemukan pada perlakuan C (10,06) yaitu pemberian kombinasi JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dan yang terendah terdapat pada perlakuan B (5,02) yaitu PS (150 g/petak) yang berbeda nyata dengan perlakuan A (Kontrol), C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)).

Tingginya rasio C/N dalam tanah menandakan aktivitas mikroorganisme berkurang, sehingga proses pendegradasian kompos akan membutuhkan waktu yang lama (proses dekomposisi lambat) dan mutu yang dihasilkan juga rendah. Rasio C/N yang rendah menunjukkan adanya kelebihan nitrogen yang tidak dapat digunakan oleh mikroorganisme, sehingga nitrogen tersebut tidak bisa diasimilasi dan akan hilang melalui proses denitrifikasi. Pada perlakuan B (PS (150 g/petak)) dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)) rasio C/N yang didapatkan rendah, hal ini disebabkan oleh kandungan nitrogen yang ada pada pupuk sintetis (NPK) yang diberikan dapat menurunkan rasio C/N dalam tanah karena meningkatnya jumlah nitrogen relatif terhadap karbon dan dapat merangsang aktivitas mikroorganisme yang kemudian menggunakan nitrogen dengan cepat, sehingga mengurangi rasio C/N dalam tanah. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Simarmata (2016), yang mengemukakan bahwa penambahan pupuk nitrogen dapat meningkatkan kadar nitrogen dan menurunkan rasio C/N dalam tanah.

6. Stok karbon tanah

Stok karbon tanah adalah jumlah karbon yang diserap dan disimpan di tanah dalam bentuk bahan organik, biomassa tanaman, dan sisa tanaman yang sudah mati. Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata terhadap stok karbon tanah. Data hasil analisis stok karbon tanah setelah panen disajikan pada Gambar 6.



Gambar 3. Nilai stok karbon tanah setelah panen

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Berdasarkan Gambar 6, stok karbon yang didapatkan setelah panen berkisar antara 22,06 - 32,83 ton/ha. Nilai stok karbon tertinggi terdapat pada perlakuan C (32,83 ton/ha) yaitu kombinasi JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena input jerami padi dan pupuk kandang ayam dengan dosis 100% dari rekomendasi yaitu 10 ton/ha (6 kg/petak) dan 5 ton/ha (3 kg/petak) yang memberikan sumbangan besar terhadap stok karbon dalam tanah. Jerami padi dan pupuk kandang ayam mengandung karbon dalam bentuk bahan organik, ketika jerami dan pupuk kandang ayam ditambahkan ke tanah, maka akan terdekomposisi dan menambah jumlah karbon yang tersimpan di dalam tanah. Pernyataan ini sejalan dengan Hairiah *et al.*, (2007), yang menyatakan bahwa penyimpanan karbon di suatu lahan akan lebih tinggi jika kandungan bahan organiknya juga tinggi.

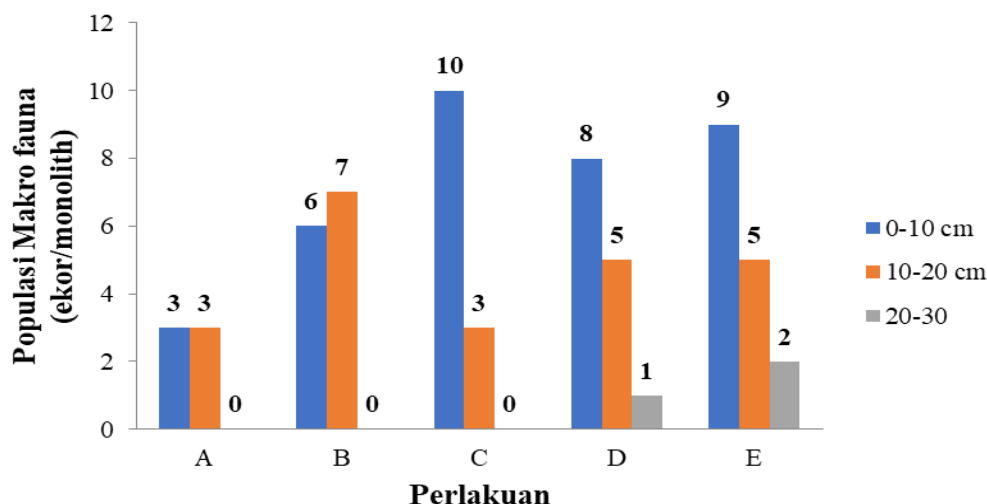
Nilai stok karbon terendah terdapat pada perlakuan A (22,06 ton/ha) sebagai kontrol yang berbeda nyata dengan perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (PS (150 g/petak)) dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)). Hal ini terjadi karena pada perlakuan A (Kontrol) tidak ada penambahan bahan organik, sementara karbon yang ada di tanah cenderung terdegradasi melalui proses alami seperti respirasi mikroba dan pencucian, yang mengakibatkan penurunan stok karbon tanah. Pernyataan ini sejalan dengan pandangan Herman *et al.*, (2010), yang menyatakan bahwa stok karbon dipengaruhi oleh kandungan C-organik tanah. Artinya, semakin tinggi nilai C-organik tanah, semakin besar pula jumlah stok karbon yang terdapat di dalamnya.

C. Hasil Analisis Makro Fauna Tanah Sawah *Minimum Tillage*

1. Populasi Makro Fauna Tanah Sawah *Minimum Tillage*

Populasi makro fauna tanah mengacu pada sekelompok organisme makro fauna yang hidup dan berinteraksi di dalam suatu area atau habitat tanah tertentu. Populasi ini terdiri dari

berbagai spesies makro fauna yang berperan penting dalam ekosistem tanah. Hasil pengamatan populasi makro fauna tanah pada sawah *minimum tillage* pada Gambar 7.



Gambar 4. Hasil pengamatan populasi makro fauna tanah

Pada Gambar 7, menunjukkan bahwa pada kelima perlakuan terdapat perbedaan jumlah makro fauna di berbagai kedalaman. Rata-rata populasi makro fauna pada kedalaman 0-10 cm lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm. Hal ini disebabkan karena semakin sedikitnya makanan yang tersedia di kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm, berbeda dengan kedalaman 0-10 cm yang masih mengandung sisa-sisa tanaman dan jerami padi yang ditambahkan. Pendapat ini sejalan dengan Baker (1998), yang menyatakan bahwa praktik pengelolaan dan penggunaan lahan dapat mempengaruhi populasi makro fauna tanah.

Pada perlakuan B (PS (150 g/petak)), populasi makro fauna yang ditemukan pada kedalaman 0-10 cm lebih sedikit dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm. Hal ini dikarenakan pada perlakuan B tidak ada penambahan bahan organik seperti jerami padi dan pupuk kandang, yang merupakan sumber makanan utama bagi makro fauna tanah. Selain itu, penggunaan pupuk sintetis di area perakaran menyebabkan populasi makro fauna di kedalaman 0-10 cm lebih sedikit dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm. Ini disebabkan oleh perubahan komposisi kimia tanah, seperti penurunan pH atau akumulasi zat kimia berbahaya, yang membuat kondisi tanah kurang ideal bagi makro fauna, sehingga mereka cenderung menghindari lapisan atas tanah. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Dergong *et al.*, (2022), yang menyatakan bahwa penggunaan bahan kimia dapat mengurangi jumlah populasi serta keanekaragaman jenis makro fauna tanah.

Populasi makro fauna yang paling tinggi terdapat pada perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) di kedalaman 0-10 cm. Hal ini disebabkan oleh penambahan bahan organik, seperti jerami padi dan pupuk kandang ayam, yang menyediakan sumber makanan melimpah bagi makro fauna tanah, sehingga menarik makro fauna tanah untuk hidup di lapisan atas. Hal ini sejalan dengan pernyataan Arief (2001), yang menyatakan bahwa keberadaan fauna tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk kelangsungan hidupnya. Dengan adanya energi dan hara yang cukup, perkembangan

serta aktivitas fauna tanah akan berlangsung dengan baik, dan sebagai hasilnya, hal ini akan memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah.

2. Keragaman Makro Fauna Tanah Sawah *Minimum Tillage*

Keragaman makro fauna tanah ditampilkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, keragaman jenis makro fauna pada lokasi penelitian yaitu Annelida dan Arthropoda. Beberapa spesies Arthropoda yang ditemukan di lokasi penelitian antara lain jangkrik (*Gryllus sp*) dan semut (*Lasius sp*). Serangga tanah ini memainkan peran penting dalam proses pelapukan bahan organik. Keragaman makro fauna tanah dapat menjadi indikator penting dalam menentukan kesuburan tanah. Tanah dengan kesuburan tinggi memiliki keragaman jenis makro fauna tanah yang banyak. Keragaman jenis yang paling tinggi terdapat pada perlakuan E yaitu pemberian kombinasi JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak) pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm serta pada perlakuan C yaitu JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak) pada kedalaman 0-10 cm. Hal ini dikarenakan pengaplikasian jerami padi dalam bentuk mulsa dapat menjaga kelembaban tanah sehingga dapat meningkatkan keragaman jenis makro fauna pada tanah. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Firmansyah *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa Annelida, atau cacing tanah, hidup di habitat dengan kondisi tanah yang lembab dan kadar air yang tinggi.

Tabel 3. Hasil pengamatan keragaman makro fauna tanah

Perlakuan	Kedalaman	Keragaman Jenis
A = Tanpa input (Kontrol)	0-10 cm	Annelida
	10-20 cm	Annelida
	20-30 cm	Annelida
B = PS (150 g/petak)	0-10 cm	Annelida
	10-20 cm	Annelida
	20-30 cm	-
C = JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)	0-10 cm	Annelida dan Arthropoda
	10-20 cm	Annelida
	20-30 cm	-
D = JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)	0-10 cm	Annelida
	10-20 cm	Annelida
	20-30 cm	Annelida
E = JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)	0-10 cm	Annelida dan Arthropoda
	10-20 cm	Annelida dan Arthropoda
	20-30 cm	Annelida

Pada perlakuan dengan pemberian pupuk kandang ayam, yaitu pada perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)), ditemukan makro fauna jenis Arthropoda, sedangkan pada perlakuan lainnya tidak ditemukan Arthropoda. Hal ini disebabkan oleh pemberian pupuk kandang ayam, yang membuat tanah menjadi lebih gembur dan kaya pori-pori, mendukung pergerakan dan tempat tinggal bagi Arthropoda. Selain itu, pupuk kandang ayam juga dapat meningkatkan kapasitas

tanah dalam menyimpan air dan menciptakan lingkungan yang lebih lembab. Arthropoda membutuhkan kelembaban untuk bertahan hidup karena rentan terhadap kekeringan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fatmala *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa kelembaban memberikan pengaruh yang dapat mengurangi spesies Arthropoda, jika kondisi kelembaban tanah sangat tinggi ataupun terlalu rendah, maka Arthropoda akan mati atau bermigrasi ke tempat lain.

Rendahnya keragaman makro fauna tanah diduga disebabkan oleh rendahnya ketersediaan bahan organik di dalam tanah. Rendahnya keragaman makro fauna tanah pada perlakuan A (Kontrol), B (PS (150 g/petak)), dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)), Di kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm, keragaman makro fauna terbatas oleh kondisi lingkungan, seperti ketersediaan oksigen yang terbatas, minimnya bahan makanan, dan kurangnya sinar matahari. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Suhardjono (1998), yang menyatakan bahwa kehidupan fauna tanah sangat bergantung pada ketersediaan bahan organik, seperti serasah di permukaan tanah. Selain itu, semakin dalam tanah, semakin padat volume tanah, sehingga hanya fauna tertentu yang dapat bertahan hidup.

3. Frekuensi Keberadaan Jenis Makro Fauna Tanah Sawah *Minimum Tillage*

Frekuensi keberadaan jenis mengacu pada seberapa sering suatu jenis makro fauna ditemukan dalam suatu area tertentu. Hasil pengamatan frekuensi keberadaan jenis makro fauna tanah pada sawah *minimum tillage* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengamatan frekuensi keberadaan jenis makro fauna tanah

Perlakuan	Kedalaman	Frekuensi Keberadaan Jenis	
		Annelida	Arthropoda
A = Tanpa input (Kontrol)	0-10 cm	1	-
	10-20 cm	1	-
	20-30 cm	1	-
B = PS (150 g/petak)	0-10 cm	1	-
	10-20 cm	1	-
	20-30 cm	-	-
C = JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)	0-10 cm	0,84	0,16
	10-20 cm	1	-
	20-30 cm	-	-
D = JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)	0-10 cm	1	-
	10-20 cm	1	-
	20-30 cm	1	-
E = JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)	0-10 cm	0,96	0,04
	10-20 cm	0,87	0,13
	20-30 cm	1	-

Berdasarkan Tabel 4, frekuensi penemuan makro fauna tanah paling tinggi terdapat pada lapisan tanah 0-10 cm. Pada perlakuan A (Kontrol), B (PS (150 g/petak)), dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)), jenis yang sering ditemukan adalah Annelida. Keberadaan makro fauna tanah, terutama cacing tanah, sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan dan ketersediaan makanan, berupa bahan organik. Umumnya, cacing tanah hidup pada pH 4,5-

6,6, tetapi dengan kandungan bahan organik yang tinggi, cacing tanah dapat berkembang hingga pH 3. Cacing tanah juga memerlukan kelembaban yang cukup dan tidak dapat bertahan dalam kondisi kering. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Fitri *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa keberadaan makro fauna tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan bahan organik dalam tanah.

Jenis makro fauna tanah yang paling sering ditemukan pada perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)) adalah Annelida bernilai 1 dan Arthropoda dengan nilai 0,16. Annelida seperti cacing tanah umumnya diuntungkan oleh penambahan bahan organik seperti pupuk kandang ayam. Pupuk kandang ayam dapat meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah dan menjaga kelembaban, yang merupakan kondisi ideal bagi Annelida. Frekuensi keberadaan jenis Arthropoda lebih rendah dibandingkan Annelida, yang menunjukkan bahwa penambahan pupuk kandang ayam tidak terlalu mendukung keberadaan Arthropoda secara signifikan. Arthropoda seperti serangga memiliki preferensi habitat yang lebih beragam dibandingkan Annelida. Beberapa spesies Arthropoda mungkin tidak terpengaruh atau bahkan tidak menyukai peningkatan kadar organik yang disebabkan oleh pupuk kandang ayam. Pernyataan ini sejalan dengan Normasari (2012), yang menyatakan bahwa keberadaan Arthropoda dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti habitat, ketersediaan makanan, suhu yang sesuai, dan keberadaan musuh alami.

4. Nilai Kekayaan Jenis (*Species Richness*) Makro Fauna Tanah Sawah *Minimum Tillage*

Nilai kekayaan jenis digunakan untuk mengukur keanekaragaman spesies berdasarkan jumlah spesies yang ada dalam suatu ekosistem. Jumlah spesies menjadi faktor utama dalam menentukan kekayaan jenis, sehingga nilai kekayaan tersebut sangat bergantung pada total jumlah individu di setiap plot pengamatan. Nilai kekayaan jenis ditampilkan pada Tabel 5.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada perlakuan A (Kontrol), B (PS (150 g/petak)), dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)) tanpa penambahan pupuk kandang ayam tidak memiliki nilai kekayaan jenis, sementara pada perlakuan C (JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)) dan E (JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)) memiliki nilai kekayaan jenis yang lebih tinggi masing-masing 0,29 dan 0,37. Ini menunjukkan bahwa penambahan pupuk kandang ayam dapat memperbaiki kondisi lingkungan tanah, menyediakan nutrisi tambahan yang memicu peningkatan populasi dan keragaman makro fauna. Bahan organik juga membantu meningkatkan struktur tanah, aerasi, dan kelembaban, yang menciptakan kondisi ideal bagi berbagai spesies makro fauna. Perlakuan E memiliki nilai kekayaan jenis yang lebih tinggi, yang menunjukkan bahwa kondisi tanah pada perlakuan ini mungkin lebih mendukung bagi beragam makro fauna dibandingkan perlakuan C. Perlakuan E mungkin memiliki distribusi pupuk yang lebih merata, sehingga memberikan lebih banyak sumber nutrisi bagi makro fauna.

Pada perlakuan A (Kontrol), B (PS (150 g/petak)) dan D (JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)) yang tidak memiliki nilai kekayaan jenis, ini menunjukkan bahwa kondisi tanah tanpa pupuk kandang ayam tidak mendukung keragaman makro fauna. Tanpa sumber makanan, populasi makro fauna cenderung berkurang karena kurangnya nutrisi yang diperlukan untuk

mempertahankan hidup. Pemberian pupuk kandang ayam memiliki pengaruh yang baik terhadap keanekaragaman makro fauna tanah. Pupuk kandang mengandung nutrisi organik yang berfungsi sebagai sumber makanan bagi berbagai jenis fauna tanah

Tabel 5. Hasil analisis nilai kekayaan jenis makro fauna tanah

Perlakuan	Kedalaman	Nilai Kekayaan Jenis
A = Tanpa input (Kontrol)	0-10 cm	-
	10-20 cm	-
	20-30 cm	-
B = PS (150 g/petak)	0-10 cm	-
	10-20 cm	-
	20-30 cm	-
C = JP (6 kg/petak) + PKA (3 kg/petak)	0-10 cm	0,29 r
	10-20 cm	-
	20-30 cm	-
D = JP (6 kg/petak) + PS (150 g/petak)	0-10 cm	-
	10-20 cm	-
	20-30 cm	-
E = JP (6 kg/petak) + PKA (1,5 kg/petak) + PS (75 g/petak)	0-10 cm	0,31 r
	10-20 cm	0,37 r
	20-30 cm	-

Pupuk kandang ayam memiliki peran yang penting dalam memelihara keseimbangan ekosistem tanah. Tanah dengan pupuk kandang ayam memiliki ekosistem yang lebih beragam dan lebih sehat, dengan berbagai spesies makro fauna yang berfungsi untuk mempertahankan fungsi tanah yang optimal, seperti dekomposisi bahan organik, pengaturan siklus nutrisi, dan peningkatan struktur tanah. sebaliknya, tanpa perlakuan pupuk kandang ayam, hilangnya kekayaan jenis makro fauna menandakan bahwa fungsi ekologis tanah menjadi terganggu. Hal ini sesuai dengan pendapat Manalu., *et al* (2020) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkatkan populasi serta keragaman makro fauna di dalam tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh Kesimpulan bahwa teknik pengolahan tanah *minimum tillage* yang dikombinasikan, yaitu pengembalian jerami padi sisa panen sebagai mulsa dan penambahan pupuk kandang ayam (C) memberikan dampak positif yang paling signifikan terhadap perbaikan sifat fisika dan kimia tanah, yang terlihat dari penurunan berat volume tanah dan peningkatan kandungan C-Organik sebesar 2,2%. Teknik pengolahan tanah *minimum tillage* yang dikombinasikan, yaitu pengembalian jerami padi sisa panen sebagai mulsa, serta pemberian pupuk kandang ayam dan pupuk sintetis (E), menunjukkan populasi makro fauna, keragaman makro fauna, frekuensi keberadaan jenis, dan nilai kekayaan jenis tertinggi. Pemberian perlakuan berupa pupuk kandang ayam terbukti mampu meningkatkan populasi dan keragaman jenis makro fauna, yang berkontribusi terhadap fungsi tanah yang lebih sehat dan produktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Hasanuddin, & Manfarizah. (2012). Aplikasi Beberapa Dosis Herbisida Glifosat dan Paraquat Pada Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) Serta Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah, Karakteristik Gulma dan Hasil Kedelai. *J. Agrista*. 16(3): 135-145.
- Agus, F., Adimiharja, A., Hardjowigeno, S., Muzakkir, A., & Hartatik, W. (2004). *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Ahmad, A., Lopulisa, C., Imran, A.M. & Baja, S. (2018). Soil physicochemical properties to evaluate soil degradation under different land use types in a high rainfall tropical region: A case study South Sulawesi, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 157(1), p. 012005. IOP Publishing
- Akhbar, M.S & Arianingsih, I. (2016). Cadangan Karbon Tanah pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk di Hutan Lindung Kebun Kopi Desa Nupabomba Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala. *Jurnal Warta Rimba*. 4(1).
- Anderson, J.M & J.S.I Ingram. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility; A Handbook of Methods, Second edition*. C.A.B International. UK.
- Andiyarto, H.T.C & Purnomo, M. (2012). Efektifitas Pemanfaatan Tanaman Rumput Akar Wangi Untuk Pengendalian Longsor Permukaan pada Lereng Jalan Ditinjau dari Aspek Respon Pertumbuhan Akar. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. 2(14): 151-164.
- Ardi, I., Razali & H. Hanum. (2017). Identifikasi Status Hara dan Produksi Padi pada Lahan Sawah Terasering di Kecamatan Onan Rungu Kabupaten Samosir. *J. Agroekoteknologi FP USU*. 5(2): 338-347.
- Arief, A. (2001). *Hutan dan Kehutanan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Baker, G.H. (1998). *Recognising and Responding to the Influences of Agriculture and Other Land Use Practices on Soil Fauna in Australia*. App. Soil Ecol. 9: 303-310.
- Balai Penelitian Tanah. (2009). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Balai Pengembangan dan Penelitian Pertanian Departemen Pertanian.
- Budi, D.S. (2000). Strategi antisipasi kekeringan di dalam budidaya tanaman padi sawah melalui system tabel, TOT dan pengelolaan air. dalam Amin (ed). Perubahan penggunaan lahan, iklim dan produktivitas tanaman. *Jurnal Pertanian*. 8: 61-65
- Dergong, S.D., Kesumadewi, A.A.I., & Atmaja, I.W.D. (2022). Hubungan Kadar Bahan Organik Tanah dengan Keanekaragaman Makro fauna Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Baturiti. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 11(3): 286-300.
- Endriani. (2010). Sifat Fisika dan Kadar Air Tanah Akibat Penerapan Olah Tanah Konservasi. *J. Hidrolitan*. 1(1), 26-34.
- Fatmala, L., Kamal, S., & Agustina, E. (2017). Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah di Bawah Tegakan Vegetasi Pinus (*Pinus merkusii*) Tahura Pocut Meurah Intan. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 165-171.

- Favoino, E & Hogg, D. (2008). The Potential Role of Compost in Reducing Greenhouse Gases. *Waste Management & Research*. 26(1): 61-69.
- Firmansyah, M. A., Suparman, Harmini, Wigena I. G. P., & Subowo. (2014). Karakterisasi Populasi dan Potensi Cacing Tanah Untuk Pakan Ternak dari Tepi Sungai Kahayan dan Barito. *Jurnal Berita Biologi*. 13(3).
- Fitri, N., Nida, Q., & Mulyono, S. (2015). Populasi Cacing Tanah di Kawasan Ujung. *Jurnal Berita Biologi*. 13(3).
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Rika, R.S., & Rahayu, S. (2011). *Petunjuk Praktis Pengukuran Stok Karbon Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan Edisi Ke 2 Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, Universitas of Brawijaya (UB), Malang, Indonesia xx p*. Bogor. 88 hal.
- Hairiah, K. & Rahayu, S. (2007). *Pengukuran "karbon tersimpan" di berbagai macam penggunaan lahan*. World Agroforestry Centre - ICRAF SE Asia Regional Office, Bogor and University of Brawijaya, Malang. hal 77.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, G.B., & Bailey, H.H. (1986). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. 488
- Hanafiah, K.A. (2014). *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada: Jakarta. 359 hal.
- Hardjowigeno, S & Widiatmaka. (2001). *Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB.
- Herman, F. Agus., & I.Las. (2010). Kelayakan Usaha dan Opportunity Cost Penurunan Emisi CO₂ dari Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *J.Penelitian Kelapa Sawit*. 18(1): 27-39.
- Hermansah., Astuti, Y. S., Darfis, I., Maira, L., & Emalinda, O. (2023). *The Status and Stock of Soil Nutrients under Different Land Ownership Management of Rice Field in Kuranji District Padang West Sumatra*. IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science. 1-6
- Hutapea, Y.C., Rauf, A., & Mukhlis. (2018). Kajian Sifat Kimia Tanah Sawah di Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 6(4): 771-778.
- Jamila & Kaharuddin. (2007). Efektivitas Mulsa Dan Sistem Olah Tanah Terhadap Produktivitas Tanah Dangkal Dan Berbatu Untuk Produksi Kedelai. *J.Agrisistem*. 3(2): 65-75.
- Kosman, A.E & Ginting, R.C.B. (2013). *Mengenal fauna tanah dan cara identifikasinya*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Lal, R. (2006). Enhancing Crop Yield in the Developing Countries Through Restoration of the Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands. *Land Degradation Developing*. 17, 197-209.
- Manalu, C.J., Panataria, L. R., & Simatupang, D.I. (2020). Pengelolaan Hayati Tanah Untuk Meningkatkan Makro fauna Tanah Selama Dua Musim Tanam Padi Sawah Organik. *Jurnal Ilmiah Skylandsea*. 4(1): 149-153.

- Ma'shum, H & Loso, S. (2023). Sifat Kimia Tanah Pada Lahan Rawa Pasang Surut di Desa Telang Karya, P87S, Banyuasin. *Jurnal Agroteknologi dan Pertanian (JURAGAN)*. 4 (2): 19-23.
- Muyassir, Sufardi, & I. Saputra. (2012). Perubahan Sifat Fisika Tanah Inceptisol Akibat Perbedaan Jenis dan Dosis Pupuk Organik. *Lentera*. 12(1): 1-8.
- Nariratih, Intan., Damanik, MMB., & Sitanggang, Gantar. (2013). Ketersediaan Nitrogen pada Tiga Jenis Tanah Akibat Pemberian Tiga Bahan Organik dan Serapannya pada Tanaman Jagung. *J. Online Agroeko*. 1(3): 2337-6597.
- Normasari, R. (2012). Keragaman Arthropoda Pada Lima Habitat Dengan Vegetasi Beragam. *Jurnal Ilmiah Unklab*. 16(1): 41-50.
- Permana. I.B.P.W., I.W.D. Atmaja & I.W. Narka. (2017). Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah dan Penggunaan Mulsa terhadap Populasi Mikroorganisme dan Unsur Hara pada Daerah Rhizosfer Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 6(1): 41-49.
- Prabowo, R & Subantoro, R. (2018). Analisis Tanah Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Lahan Budidaya Pertanian di Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*. 2(2): 59-64.
- Rachman, A & Edi. (2004). *Olah Tanah Konservasi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Reni, S. W. (2010). Melestarikan Lahan Dengan Olah Tanah Konservasi. *J. Galam*. 4(2): 81-96.
- Robarge, W.P. (1999). *Environmental Soil and Water Chemistry: Principles and Applications*. Soil Science. 164(8): 609-610.
- Rosmarkam, A. & Nasis, Widya Y., (2002). *Ilmu Kesuburan Tanah*, Kanisius., Yogyakarta.
- Ruiz Nuria, P. Lavelle & J. Jimenez. (2008). *Soil Macrofauna Field Manual*. Food And Agriculture Organization of The United Nations (FAO). Roma.
- Sefano, M. A., Maira, L., Darfis, I., Yunanda, W. W., & Nursalam, F. (2023). *Kajian aktivitas mikroorganisme tanah pada rhizosfir jagung (Zea mays L.) dengan pemberian pupuk organik pada ultisol*. JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL), 1(1), 31–39. <https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/article/view/74>
- Simarmata, M. (2016). *Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Bentuk Fisik dan Unsur Hara Kompos Dari Feses Sapi*. (Skripsi Sarjana, Universitas Jambi).
- Siregar, M., & Sulardi. (2019). *Budidaya Tanaman Padi*. Universita Pembangunan Panca Budi: Medan.
- Starast, M., Karp, U. Moor, E. Vool, & T. Paal. (2003). *Effect Of Fertilization on Soil pH and Growth of Low Bush Blueberry (Vaccinium angustifolium Ait)*. Estonian Agricultural University.
- Subowo G. (2014). *Pemberdayaan Organisme Tanah Untuk Pertanian Ramah Lingkungan*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Sugiyarto, Y. Sugito., E. Handayanto., L. Agustina. (2002). Pengaruh Sistem Penggunaan Lahan Hutan terhadap Diversitas Makroinvertebrata Tanah di RPH Jatirejo, Kediri, Jawa Timur. *BioSMART*. 4(2): 66-69.

- Suhardjono, Y. R. & Adisoemarto. (1997). *Arthropoda Tanah: Artinya Bagi Tanah Makalah pada Kongres dan Simposium Entomologi V*. Bandung. 24-26 Juni 1997. Hal: 10.
- Suhardjono, Y.R. (1998). Serangga Seresah: Keanekaragaman Takson Dan Perannya di Kebun Raya Bogor. *Jour. Biota*. 3 (1): 16-24.
- Sutanto, Rachman. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah (Konsep dan Kenyataan)*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suyana, J., Sumarno, Suriyono & N.P. Lestariningsih. (2017). Pemberian Mulsa dan Penguat Teras pada Tiga Jenis Tanaman terhadap Limpasan Permukaan, Erosi Pertumbuhan dan Hasil Tanaman pada Andisol. *Agrosains*. 19(1): 15-21.
- Utomo, M., A. Niswati, Deriyati, M.R. Wati, E.F. Raguan & S. Syarif. (2010). Earthworm and Soil Carbon Sequestration after TwentyOne Years of Continuous No-tillage Corn-Legume Rotation in Indonesia. *JIFS*. 7: 51-58.
- Wander, M.M, Gerald L., Walter, Tood M., Nissen, German A. Bollero, Susan S. Andrews & Deborah A. Cavanaugh-Grant. (2002). Soil Quality : Science and Procees. *Agron. J*. 94 : 23 ±32. Illinois USA.
- Wardle, D. A. (1995). *Impacts of disturbance on detritus food webs in agroecosystems of contrasting tillage and weed management practices*. *Adv. Ecol. Res.*, 26: 105–185.
- Widiatmaka, M., A. & Wiwin A., (2013). Urgensi Penjagaan Kadar Karbon Dalam Tanah Dalam Rangka Mitigasi Dan Adaptasi Perubahan Iklim. *Globe*. 14(2): 170-177.
- Widyastuti Rahayu. (2004). Abundance, Bomass and Diversity of soil fauna at different ecosystems in jakenan, pati, central java. *J Tanah Lingkungan*. 6(1): 1-6
- Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of Rice Crop Science*. *International Rice Research Institute*. Los banos. Philippines. P 269
- Yulnafatmawita & Yasin, S. (2018). *Organik Carbon Sequestration Under Selected Land Use in Padang City, West Sumatra, Indonesia*. ICCC 2017.
- Yuniarti, A., Damayani, M, & Nur, D, M. (2019). Efek Pupuk Organik dan Pupuk N, P, K Terhadap C-Organik, N-Total, C/N, Serapan N, Serta Hasil Padi Hitam Pada Inceptisols. *Jurnal Pertanian Presisi*. 3(2): 90-105.
- Yuprilianto Hieronymus. (2010). *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Zaidatun. (2007). *Study Diversitas Makro fauna Tanah di Bawah Beberapa Tanaman Palawija yang Berbeda di Lahan Kering Pada Saat Musim Penghujan*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. 1-88.
- Zhanfeng L., L. Guohua, F. Bojie & Z. Xiaoxuan. (2007). *Relationship between Plant Species Diversity and Soil Microbial Functional Diversity along a Longitudinal Gradient in Temperate Grasslands of Hulunbeir, Inner Mongolia, China*. *EcolRes* (10): 1172-117.