

**ANALISIS PERUBAHAN SIFAT KIMIA TANAH INCEPTISOL DENGAN
PENAMBAHAN BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DAN WAKTU INKUBASI**

**MUH. IQBAL
G111 16 553**



**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**ANALISIS PERUBAHAN SIFAT KIMIA TANAH INCEPTISOL DENGAN
PENAMBAHAN BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DAN WAKTU INKUBASI**

MUH. IOBAL

G111 16 553

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pertanian

Pada

Departemen Ilmu Tanah

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol Dengan Penambahan Biochar Tongkol Jagung Dan Waktu Inkubasi

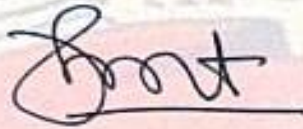
Nama : Muh. Iqbal

NIM : G111 16 553

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping.



Dr. Ir. Asmita Ahmad, ST., MSi
NIP. 19731216 200604 2 001

Dr. Ir. Muh. Javadi, M.P.
NIP. 19590926 198601 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu
Tanah



Dr. Ir. Asmita Ahmad, ST., MSi
NIP. 19731216 200604 2 001

Tanggal lulus: 10 Juli 2023

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERUBAHAN SIFAT KIMIA TANAH INCEPTISOL DENGAN PENAMBAHAN BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DAN WAKTU INKUBASI

Disusun dan diajukan oleh :

Muh. Iqbal

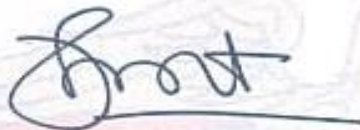
G111 16 553

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui Oleh;

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping.



Dr. Ir. Asmita Ahmad, ST., MSi

NIP. 19731216 200604 2 001

Dr. Ir. Muh. Javadi, M.P

NIP. 19590926 198601 1 001

Mengetahui;
Ketua Program Studi Agroteknologi



Dr. Ir. Abdul Haris B., M.Si

NIP. 19670811 199403 1 003

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Aanalisis Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol Terhadap Penambahan Biochar Tongkol Jagung dan Waktu Inkubasi” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, Juli 2022



Mun. Iqbal

G11116553

ABSTRAK

MUH. IQBAL. Analisis Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol dengan Penambahan Biochar Tongkol Jagung dan Waktu Inkubasi. Pembimbing: ASMITA AHMAD dan MUH. JAYADI.

Latar Belakang Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam menjaga keberlanjutan ekosistem, namun degradasi tanah akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim menjadi tantangan serius bagi pertanian dan keberlanjutan lingkungan. Pemberian biochar adalah salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), meningkatkan pH tanah, dan meminimalkan resiko pencucian. **Tujuan** Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian dosis biochar dan waktu inkubasi pada tanah Inceptisol. **Metode** Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap 2 Faktorial. Faktor pertama adalah dosis biochar (B) yang terdiri dari taraf yaitu : B0 = Tanpa biochar, B1 = 25 g biochar, B2 = 50 g biochar, dan B3 = 75 g biochar. Faktor kedua adalah lama inkubasi (L) yang terdiri dari 3 taraf yaitu : L0 = Inkubasi 1 minggu, L1 = Inkubasi 2 minggu, dan L2 = Inkubasi 3 minggu dengan 3 ulangan tiap perlakuan sehingga terdapat 36 sampel dengan parameter pengamatan nilai pH, C-Organik, KTK, dan Basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, K, Na). **Hasil** Penelitian ini menunjukkan hasil penggunaan biochar 75 g dan waktu inkubasi 3 minggu memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap peningkatan nilai pH tanah dari kriteria pH yang agak masam (5,85) menjadi netral (6,64), dan nilai KTK dalam tanah dari kriteria KTK dari 18,54 cmol/g menjadi 22,34 cmol/g. Biochar mampu memperbaiki nilai C-Organik tanah dari kriteria C-Organik yang rendah (1,62%) menjadi kriteria sedang (2,47%) dalam waktu 2 minggu dan kriteria sangat tinggi (3,13%) dalam waktu 3 minggu. Peningkatan nilai KTK tanah berbanding lurus dengan kandungan basa-basa dapat tukar. Nilai Ca yang sebelumnya 4,96 cmol/kg menjadi 7,34 cmol/kg, nilai Mg yang sebelumnya 0,75 cmol/kg menjadi 1,92 cmol/g, nilai K yang sebelumnya 0,11 cmol/kg menjadi 0,40 cmol/kg, dan nilai Na yang sebelumnya 0,12 cmol/kg menjadi 0,41 cmol/kg. **Kesimpulan** Dosis 75 gr dan lama waktu inkubasi 3 minggu mampu memberikan peningkatan yang baik pada pH, C-Organik, KTK, basa-basa dapat tukar dan kejenuhan basa.

Kata kunci: Tanah Inceptisol, pH, C-Organik, KTK, Basa-basa dapat tukar

ABSTRACT

MUH. IQBAL. Chemical Changes Analysis of Inceptisol with the Addition of Corn Cob Biochar and Incubation Time. Advisors: ASMITA AHMAD and MUH. JAYADI.

Background Soil is a crucial natural resource for maintaining ecosystem sustainability. However, soil degradation caused by human activities and climate change severely challenges agriculture and environmental sustainability. Applying biochar is one method to enhance cation exchange capacity (CEC), increase soil pH, and minimize leaching risks. **Aims** Study the effects of biochar application rates and incubation time on Inceptisol soil. **Methodology** The study was conducted using a complete randomized design with two factorials. The first factor was the biochar application rate (B), consisting of four levels: B0 = Without biochar, B1 = 25g biochar, B2 = 50 g biochar, and B3 = 75 g biochar. The second factor was the incubation time (L), consisting of three levels: L0 = one-week incubation, L1 = two-week incubation, and L2 = three-week incubation. Each treatment was replicated three times, resulting in 36 samples. The experimental parameters included pH, organic carbon (C-organic), CEC, and exchangeable bases (Ca, Mg, K, Na). **Results** The research findings indicate that applying 75 g biochar and a three-week incubation period significantly increased the soil pH value from slightly acidic (5.85) to neutral (6.64). Moreover, the CEC in the soil increased from 18.54 cmol/kg to 22.34 cmol/kg. Biochar was capable of improving the C-organic value in the soil from low (1.62%) to moderate (2.47%) within two weeks of incubation and to a high level (3.13%) within three weeks of incubation. The increase in CEC was directly proportional to the content of exchangeable bases. The Ca value increased from 4.96 cmol/kg to 7.34 cmol/kg, Mg increased from 0.75 cmol/kg to 1.92 cmol/kg, K increased from 0.11 cmol/kg to 0.40 cmol/kg, and Na increased from 0.12 cmol/kg to 0.41 cmol/kg. **Conclusions.** Applying 75 g biochar and a three-week incubation period significantly improved pH, C-org, CEC, exchangeable bases, and base saturation.

Keywords: Inceptisol soil, biochar, pH, organic carbon, CEC, exchangeable bases

PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala kemudahan yang diberikan, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih kepada kedua orang tua dan saudara, terima kasih atas kasih sayang, doa serta segala pengorbanan yang saya terima dari kalian. Penghargaan yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua saya yang tercinta. Doa saya senantiasa menyertai kalian.

Ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Asmita Ahmad. S.T., M.Si. dan Dr. Ir. Muh. Jayadi, M.P. atas segala ilmu, bimbingan dan waktu yang telah diberikan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini. Dengan penuh kesabaran mereka membimbing saya dari pelaksanaan penelitian, pengolahan data dan penulisan skripsi. Terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Departemen Ilmu Tanah, staf administrasi Fakultas Pertanian atas ilmu dan pelayanan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi. Terima kasih juga kepada teman-teman Agroteknologi 16 dan Ilmu Tanah 16 yang telah mengingatkan, menemani, dan memberikan saran dan semangat selama ini. Serta rekan-rekan mahasiswa tua semester akhir khususnya Ahmad Muflih, Muhammad Rifat, Wardi, Risal, Nurkholis Randi Sabang, Saiful Haruna, Muladi Jufri, Ahmad Fattahillah, Tyson, Nisa, Anselia, Arisya, Saskia, Nurdawiah, Okta, Musmira, Albar, Rahmat, Rady, Sanjaya, Surya, dan masih banyak lagi teman-teman yang lain yang selalu menemani suka maupun duka selama masa pendidikan.

Penulis

Muh. Iqbal

DAFTAR ISI

ANALISIS PERUBAHAN SIFAT KIMIA TANAH INCEPTISOL DENGAN PENAMBAHAN BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DAN WAKTU INKUBASI	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
DEKLARASI	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PERSANTUNAN.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Kegunaan Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanah Inceptisol.....	3
2.2 Biochar	3
2.3 Pengaruh Biochar pada Sifat Tanah.....	4
2.3.1 pH Tanah	4
2.3.2 Kandungan Bahan Organik.....	4
2.3.3 Retensi Air.....	4
2.3.4 Kapasitas Pertukaran Kation (KPK).....	4
2.3.5 Ketersediaan Unsur Hara.....	4
2.4 Inkubasi pada Tanah	4
3. METODOLOGI.....	6
3.1 Tempat dan waktu	6
3.2 Alat dan bahan	6
3.3 Metode dan Tahapan Penelitian	6
1. Tahap Persiapan	7
2. Pengambilan Contoh Tanah.....	7
3. Pelaksanaan.....	7
4. Parameter Pengamatan.....	7

5. Metode Analisis.....	8
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Hasil	9
4.1.1 Parameter Pengamatan Sifat Kimia Tanah.....	9
4.2 Pembahasan	12
5. KESIMPULAN DAN SARAN	15
5.1 Kesimpulan	15
5.2 Saran	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16
LAMPIRAN.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat yang Digunakan dalam Penelitian	6
Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan dalam Analisis tanah di Laboratorium	6
Tabel 3.3 Metode Analisis Tanah	8
Tabel 4.1 Hasil Analisis tanah awal sebelum perlakuan	9
Tabel 4.2 Hasil Analisis tanah setelah perlakuan	9
Tabel 4.3 pH Tanah	11
Tabel 4.4 C-Organik (%)	11
Tabel 4.5 KTK (cmol/g)	11
Tabel 4.6 Ca (cmol/g)	12
Tabel 4.7 Mg (cmol/g).....	12
Tabel 4.8 K (cmol/g)	12
Tabel 4.9 Na (cmol/g)	12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Percobaan Penelitian	18
Lampiran 2. Perhitung	19
Lampiran 3. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	20
Lampiran 4. Olah Data	21
Lampiran 5. Dokumentasi	28

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam menjaga keberlanjutan ekosistem dan produksi pangan. Namun, degradasi tanah akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim menjadi tantangan serius bagi pertanian dan keberlanjutan lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Salah satu jenis tanah yang cukup luas sebarannya di Indonesia adalah jenis tanah Inceptisol yaitu kurang lebih 37,5% (Swanda et al., 2015). Inceptisol memiliki kandungan bahan organik yang rendah, pH rendah hingga sedang, agregat yang kurang stabil, permeabilitas yang lambat, kandungan liatnya tinggi, serta permukaan yang mudah tercuci (Lopulisa, 2004). Inceptisol banyak dimanfaatkan sebagai lahan untuk pertanaman kakao di Sulawesi Selatan. Karakteristik tanah Inceptisol masih membutuhkan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Salah satu cara untuk memperbaiki karakteristik tanah Inceptisol adalah dengan penambahan biochar.

Biochar merupakan bahan organik yang dihasilkan dari proses pirolisis biomassa, seperti limbah pertanian, serbuk gergaji, atau sisa-sisa tanaman. Biochar memiliki sifat fisikokimia yang unik, termasuk kemampuan tinggi untuk menyerap air dan nutrisi, serta meningkatkan retensi air dan kapasitas pertukaran kation tanah. Penggunaan biochar pada tanah telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman, dan memperbaiki struktur tanah. (Rondon dan Lehman, 2007).

Pemberian biochar adalah salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan meningkatkan pH tanah. Penambahan biochar akan meningkatkan KTK sehingga meminimalkan resiko pencucian (Yamoto et al. 2006; Novak et al. 2009a). Arang hayati atau biochar merupakan alternatif yang memiliki bahan murah dalam konsep pengelolaan lahan pada lahan-lahan yang kritis. Secara tradisional biochar telah dimanfaatkan oleh para petani di pedesaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar mempunyai potensi yang baik dalam memperbaiki kesuburan pada lahan-lahan yang kritis (Rondon dan Lehman, 2007).

Biochar atau arang hayati berbeda dengan arang yang digunakan sebagai filter, bahan bakar untuk panas, atau sebagai reduktor dalam pembuatan besi. Biochar merupakan biomassa berkarbon yang dapat diperoleh dari sumber yang berkelanjutan guna meningkatkan nilai lingkungan dan pertanian secara berkelanjutan (Lehmann dan Joseph, 2005). Bahan baku dan proses pembuatan menentukan kualitas biochar yang diaplikasikan pada tanah. Biochar dapat diproduksi menggunakan berbagai bahan yang mengandung ligniselulosa, seperti sisa tanaman (tandan kosong kelapa sawit, sekam padi, Jerami padi, limbah sagu, dan tongkol jagung), kayu, dan pupuk kandang (Maguire dan Aglevor, 2010).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukanlah penelitian pengaruh pemberian biochar tongkol jagung terhadap perubahan sifat kimia pada tanah Inceptisol.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian dosis biochar dan waktu inkubasi terhadap perubahan sifat kimia pada tanah Inceptisol.

1.3 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh hasil analisis perubahan sifat kimia tanah Inceptisol.
2. Sebagai bahan informasi bagi pihak yang membutuhkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Inceptisol

Tanah Inceptisol adalah tanah yang mulai mengalami perkembangan disebut juga jenis tanah muda, dimana bahan induknya mengalami alterasi sehingga prose pembentukan horizon-horizon pada profilnya agak lambat. Bahan Induk pembentuk jenis tanah Inceptisol adalah batuan beku, metamorf dan sedimen. Sebagai tanah yang baru berkembang tanah Inceptisol umumnya memiliki terkstur yang beragam dari halus hingga kasar dan tergantung pada tingkat pelapukan bahan induknya. Bentuk wilayahnya pun beragam mulai dari yang berbukit hingga berombak (Arviandi dkk., 2015).

Tanah Inceptisol merupakan jenis tanah dengan tebal solum 1-2 meter. Tanah Inceptisol memiliki warna yang cenderung coklat tua atau kelabu sampai dengan hitam. Tanah Inceptisol memiliki struktur yang remah dengan konsistensi gembur. Kisaran pH pada tanah Inceptisol adalah 5,0 hingga 7,0. Unsur hara yang terkandung pada tanah Inceptisol berkisar dari sedang hingga tinggi dengan produktivitas tanah yang potensial untuk ditingkatkan (Ketaren dkk., 2014). Tingkat kesuburan pada tanah Inceptisol beragam sesuai dengan bahan induknya, sehingga ada yang memiliki kesuburan tanah yang tinggi dan adapula yang rendah. Bahan organik yang terkandung dalam tanah Inceptisol tergolong sedang dan kandungan N, P, serta K tergolong rendah hingga sedang. Tanah Inceptisol juga mempunyai nilai KTK yang sedang hingga tinggi serta nilai kejenuhan basa yang tergolong tinggi.

Tanah Inceptisol adalah salah satu jenis tanah yang cukup luas sebarannya di Indonesia yaitu kurang lebih 70,5 juta Hektar (37,5%) (Swanda et al., 2015). Inceptisol memiliki kandungan bahan organik yang rendah, pH rendah hingga sedang, agregat yang kurang stabil, permeabilitas yang lambat, kandungan liatnya tinggi, serta permukaan yang mudah tercuci (Lopulisa, 2004).

2.2 Biochar

Biochar adalah arang hayati atau arang arang kayu yang memiliki substansi yang berpori, yang sering disebut agric-char atau charcoal. Biochar mampu meningkatkan fosfor, total nitrogen, ketersediaan kation utama dan kapasitas tukar kation tanah (Gani, 2010).

Biochar merupakan biomassa yang umumnya terbuat dari bahan baku kehutanan dan limbah pertanian (Gani, 2010). Produksi biochar dapat menggunakan sistem pirolisis. Pada sistem pirolisis, senyawa organik biomassa akan didekomposisi yang melalui suatu peristiwa kompleks pemanasan tanpa suplai oksigen atau dengan oksigen dalam jumlah terbatas (Prayogo, 2012).

Biochar atau arang hayati berbeda dengan arang yang digunakan sebagai filter, bahan bakar untuk panas, atau sebagai reduktor dalam pembuatan besi. Biochar merupakan biomassa berkarbon yang dapat diperoleh dari sumber yang eberkelanjutan guna meningkatkan nilai lingkungan dan pertanian secara berkelanjutan (Lehmann dan Joseph, 2005). Bahan baku dan proses pembuatan menentukan kualitas biochar yang diaplikasikan pada tanah. Produksi biochar dapat menggunakan berbagai bahan yang mengandung ligniselulosa, seperti sisa tanaman (tandan kosong kelapa sawit, sekam padi, Jerami padi, limbah sagu, dan tongkol jagung), kayu, dan pupuk kandang (Maguire dan Aglevor, 2010).

2.3 Pengaruh Biochar pada Sifat Tanah

Penambahan biochar pada tanah dapat mempengaruhi beberapa sifat tanah penting, termasuk pH tanah, kandungan bahan organik, retensi air, kapasitas pertukaran kation (KPK), dan ketersediaan unsur hara. Menurut Lehmann (2015) Berikut adalah pengaruh biochar pada sifat-sifat tanah:

2.3.1 pH Tanah

Biochar dapat mempengaruhi pH tanah tergantung pada sifat-sifat kimianya. Biochar dengan pH yang tinggi dapat meningkatkan pH tanah yang asam, sedangkan biochar dengan pH yang rendah dapat menurunkan pH tanah yang basa. Pengaruh ini terkait dengan kemampuan biochar untuk mengikat asam atau basa dalam tanah.

2.3.2 Kandungan Bahan Organik

Biochar memiliki kandungan karbon yang tinggi, sehingga penambahan biochar dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Kehadiran biochar dapat meningkatkan stabilitas bahan organik dalam tanah, menghambat dekomposisi, dan memperpanjang waktu retensi karbon organik dalam sistem tanah.

2.3.3 Retensi Air

Biochar memiliki struktur pori yang dapat meningkatkan kapasitas retensi air tanah. Penambahan biochar pada tanah dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air, mengurangi kehilangan air melalui proses evaporasi, dan meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman.

2.3.4 Kapasitas Pertukaran Kation (KPK)

Biochar dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation tanah karena keberadaannya yang mengandung gugus fungsional yang dapat mengikat dan melepaskan kation. Penambahan biochar dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan dan mempertahankan unsur hara seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan kalium (K).

2.3.5 Ketersediaan Unsur Hara

Biochar dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara dalam tanah. Proses adsorpsi dan reaksi kimia antara biochar dan unsur hara dapat mempengaruhi tingkat ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

2.4 Inkubasi pada Tanah

Inkubasi tanah adalah proses di mana sampel tanah diambil dari lapangan dan ditempatkan dalam kondisi kapasitas lapang dijaga dalam keadaan tertutup atau dalam wadah tertutup untuk periode waktu yang ditentukan. Tujuannya adalah untuk mengamati perubahan sifat kimia, biologis, dan fisik tanah seiring waktu (Atikah, T. A., 2013).

Inkubasi tanah dapat dilakukan untuk mengamati perubahan sifat kimia tanah, seperti pH, kapasitas tukar kation (KTK), kandungan nutrisi, dan kestabilan bahan organik. Melalui inkubasi, dapat dipelajari bagaimana faktor-faktor seperti perubahan lingkungan atau penambahan amendemen mempengaruhi karakteristik kimia tanah. Inkubasi tanah dapat

digunakan untuk mempelajari siklus nutrisi tanah, termasuk perubahan ketersediaan nutrisi dan proses perubahan nutrisi dalam tanah seiring waktu. Hal ini berguna untuk memahami dinamika nutrisi dan bagaimana siklus nutrisi dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tanaman dan perubahan lingkungan. Inkubasi tanah juga digunakan untuk menguji efek dari perlakuan atau amendemen tertentu pada sifat tanah, sehingga tanah dapat diinkubasi dengan penambahan pupuk, bahan organik, herbisida, atau amelioran tanah lainnya untuk memahami dampaknya terhadap sifat tanah, ketersediaan nutrisi, atau toksisitas yang mungkin timbul (Dwiratna, S., & Suryadi, E., 2017).