

LAPORAN PENELITIAN DOSEN



ANALISIS MIKROFLORA DAN UNSUR HARA PADA MEDIA TANAM DAN NUTRISI BERKELAJUTAN

Ir. Heru Irianto, ST., MSi., IPM. NIDN. 0319096002
Dr.rer.nat. Ir. Abu Amar, IPM. NIDK. 8974580023
Dra. Setiarti Sukotjo, MSc. IPU. NIDN. 0309046201
Ir. Shinta Leonita, STP., MSi. NIDN. 0322089006

Dibiayai oleh:
Dana Pengembangan Penelitian Institusi
Pusat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor: 005/KP-HI/PRPM-PP/ITI/VI/2024

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
TAHUN 2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Analisis Mikroflora dan Unsur Hara Pada Media Tanam dan Nutrisi Berkelanjutan
Jenis Penelitian	: Penelitian Terapan
Bidang Fokus Penelitian	: <i>Engineering and Technology</i>
Tujuan Sosial Ekonomi	: <i>Agricultural sciences (Food Sciences)</i>
TKT (Tingkat Kesiapterapan Teknologi):	TKT 6
Peneliti	
a. Nama Lengkap	: Ir. Heru Irianto, ST., MSi., IPM.
b. NIDN	: 0319096002
c. Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
d. Program Studi	: Teknologi Industri Pertanian
e. Nomor HP	: 081511039516
f. Alamat Surel (<i>e-mail</i>)	: hr_irianto60@yahoo.co.id
Anggota Peneliti 1	
a. Nama Lengkap	: Dr.rer.nat. Ir. Abu Amar, IPU.
b. NIDN	: 8974580023
c. Institusi	: Institut Teknologi Indonesia
Anggota Peneliti 2	
a. Nama Lengkap	: Dra. Ir. Setiarti Sukotjo, M.Sc., IPU.
b. NIDN	: 0309046201
c. Institusi	: Institut Teknologi Indonesia
Anggota Peneliti 3	
a. Nama Lengkap	: Ir. Shinta Leonita, S.TP., MSi.
b. NIDN	: 0322089006
c. Institusi	: Institut Teknologi Indonesia
Anggota Mahasiswa 1	
a. Nama Lengkap	: Badzilan Zuhri Alfarisi
b. NIM	: 1322100006
c. Jurusan	: Teknologi Industri Pertanian
Anggota Mahasiswa 2	
a. Nama Lengkap	: Iskandar Fauzi
b. NIM	: 1322000002
c. Jurusan	: Teknologi Industri Pertanian
Institusi Sumber Dana	: 1. PRPM - Institut Teknologi Indonesia 2. Mandiri
Biaya Penelitian	: 1. Rp. 2.938.000,- 2. Rp. 7.062.000,-
Total Biaya Penelitian	: Rp. 10.000.000,-
Mitra Penelitian	: CV. Spirit Wira Utama

Tangerang Selatan, 26 Agustus 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi



(Ir. Shinta Leonita, STP., MSi.)
NIDN : 0322089006

Ketua Tim

(Ir. Heru Irianto, MSi.)
NIDN : 0319096002

Menyetujui,
Kepala
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat (PRPM)
Institut Teknologi Indonesia



(Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM)
NIDN : 0301036303

PRAKATA

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan karunia-Nya, tim peneliti dapat menyelesaikan Laporan Akhir penelitian ini. Laporan ini merupakan hasil penelitian tim dosen dan mahasiswa yang dilakukan selama satu semester dengan judul penelitian : Analisis Mikroflora dan Unsur Hara Pada Media Tanam & Nutrisi Berkelanjutan. Latar belakang dilakukannya penelitian ini didasari atas kenyataan bahwa ketersediaan pangan bagi masyarakat harus terjamin keberadaannya sepanjang waktu. Ketersediaan pangan dapat diwujudkan melalui proses kedaulatan pangan dan penganekaragaman pangan, salah satu untuk mewujudkannya dapat dilakukan dengan pengembangan system pertanian perkotaan.

Pertanian Perkotaan (*Urban farming*) pada prinsipnya merupakan segala upaya yang dilakukan dalam pemanfaatan ruang atau lahan yang masih ada di perkotaan. Praktik pertanian perkotaan tidak membutuhkan lahan khusus dengan luasan yang besar, cukup memanfaatkan lahan atau ruang yang tidak terpakai, pekarangan, atau atap bahkan dinding rumah. Pertanian perkotaan mencakup praktik budi daya, pengolahan dan distribusi pangan di kota dan di sekitar kota. Pertanian perkotaan umumnya menekankan pada aspek kualitas dan penggunaan bahan kimia yang minim.

Permasalahan yang ada untuk mewujudkan pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian perkotaan tersebut belum tersedianya media tanam dan nutrisi yang efektif, efisien dan ramah lingkungan, sehingga diperlukan pembuatan/ produksi media tanam dan nutrisi tanaman yang berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan). Media tanam dan nutrisi yang berkelanjutan merupakan media tanam yang mengandung mikroflora efektif dan nutrisi yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memfasilitasi, sehingga tahapan penelitian dan penulisan laporan ini dapat terlaksana dengan baik.

Tangerang Selatan, September 2024

Peneliti

ABSTRAK

Teknologi Industri Pertanian modern memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan masyarakat di wilayah perkotaan untuk memenuhi kebutuhan populasi (penduduk) yang terus bertambah. Namun, pertanian modern seringkali bergantung pada praktik intensif yang dapat merusak ekosistem tanah yang berfungsi sebagai media tanam bagi tanaman, seperti penggunaan pestisida dan pupuk kimia. Akibatnya, pertanian modern seringkali menghadapi tantangan dalam hal keseimbangan ekosistem tanah/ media tanam dan keberlanjutan jangka panjang. Salah satu aspek yang semakin mendapatkan perhatian dalam ekologi pertanian adalah peran mikroflora yang terkandung di dalam tanah/ media tanam. Tanah/ media tanam adalah ekosistem yang sangat kompleks dan menjadi rumah bagi beragam mikroflora seperti bakteri, fungi, dan mikroorganisme lainnya. Mikroflora ini berperan penting dalam menjaga kesehatan tanah/ media tanam dan tanaman. Mereka berpartisipasi dalam berbagai proses ekologi, termasuk dekomposisi bahan organik, siklus nutrisi, dan perlindungan terhadap patogen tanaman. Oleh karena itu, penting untuk memahami peran ekologi mikroflora tanah dalam pertanian dan bagaimana praktik pertanian berkelanjutan dapat mendukung kesehatan tanaman dan keberlanjutan ekosistem tanah/ media tanam. Pengembangan Sistem & Teknologi Industri Pertanian Perkotaan Berkelanjutan membutuhkan media tanam dan nutrisi berkelanjutan yang efektif, efisien dan ramah lingkungan. Mikroflora efektif merupakan gabungan berbagai jenis mikroflora dominan yang dapat ditemukan di dalam tanah/ media tanam dan nutrisi. Mikroflora tanah/ media tanam adalah organisme mikroskopis yang hidup di dalam tanah/ media tanam. Organisme-organisme ini termasuk bakteri, fungi (jamur), virus, arkea, dan mikroorganisme lainnya yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Mikroflora tanah merupakan komponen esensial dari ekosistem tanah/ media tanam dan berperan penting dalam siklus nutrisi, dekomposisi bahan organik, dan menjaga kesehatan tanaman. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan media tanam dan nutrisi yang berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan) yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian di perkotaan. Penelitian ini terdiri atas dua tahap, yakni: (1) Pembuatan media tanam (padat) dan nutrisi (cair) berkelanjutan; dan (2) Analisis Mikroflora Efektif dan Kandungan Unsur Hara Makro (N, P, K) dan Mikro (Cl, Fe).

Kata kunci: Ketahanan Pangan, Pertanian Perkotaan, Media Tanam, Mikroflora.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Ketahanan Pangan Masyarakat	4
2.2 Sistem dan Teknologi Industri Pertanian Perkotaan	5
2.3 Sistem Pertanian Berkelanjutan	7
2.4 Mikroflora Efektif.....	8
2.5 Bokashi.....	10
2.6 AB Mix.....	10
2.7 Effective Microorganisms (EM4)	11
BAB III METODE.....	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat.....	13
3.3 Prosedur Penelitian.....	13
3.4 Analisis.....	14
3.4.1 Analisis Mikroflora.....	14
A. Analisis Total Bakteri dan Fungi (Koch, 1981 dan Clark, 1971).....	14
B. Analisis Jumlah Escherichia coli.....	15
3.4.2 Analisis Unsur Hara.....	15
A. Analisis Unsur Hara Makro (AOAC 957.01-2019)	15
B. Analisis Unsur Hara Mikro (AOAC 958.01-2019; SNI 19-7030-2024; SNI 19-7763-2018)	17

3.4.3 Analisis Kadar Air (AOAC 950.01-2019; SNI 19-7030-2024; SNI 19-7763-2018) ...	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Total Bakteri.....	20
4.2 Total Fungi	20
4.3 Jumlah Escherichia coli.....	21
4.4 Unsur Hara Makro.....	21
4.5 Unsur Hara Mikro	22
4.6 Kadar Air.....	23
4.7 Nilai pH.....	23
BAB V <u>K</u> ESIMPULAN.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian	13
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Mikroflora.....	29
Lampiran 2. Hasil Analisis Unsur Hara.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketahanan pangan adalah sebuah kondisi ketika semua orang pada segala waktu menerima akses secara fisik, sosial ataupun ekonomi untuk mendapatkan pangan bagi seluruh anggota rumah tangga dengan kondisi pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutu, aman, beragam, bergizi, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya setempat. Ketersediaan pangan dapat diwujudkan melalui proses kedaulatan pangan dan penganekaragaman pangan.

Pemenuhan kebutuhan pangan merupakan hak negara dan bangsa yang secara mandiri menentukan kebijakan Pangan yang menjamin hak atas Pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal. Pertanian Perkotaan (Urban farming) pada prinsipnya merupakan segala upaya yang dilakukan dalam pemanfaatan ruang atau lahan yang masih ada di perkotaan. Praktik pertanian perkotaan tidak membutuhkan lahan khusus dengan luasan yang besar, cukup memanfaatkan lahan atau ruang yang tidak terpakai, pekarangan, atau atap bahkan dinding rumah.

Pertanian perkotaan mencakup praktik budi daya, pengolahan dan distribusi pangan di kota dan di sekitar kota. Metode budidaya pertanian perkotaan dilakukan dengan vertikultur, hidroponik, akuaponik, aeroponik, tanaman buah dalam pot (tabulampot), dan lain-lain. Hasil pertanian perkotaan selain untuk dipasarkan, juga menghasilkan produk makanan seperti sayuran dan buah segar untuk dapat dinikmati keluarga. Produk seperti sayur dan buah dari hasil berkebun sendiri tidak hanya dapat menambah gizi keluarga, namun juga lebih terjamin sehat karena bebas pestisida.

Pertanian perkotaan umumnya menekankan pada aspek kualitas dan penggunaan bahan kimia yang minim. Selain menambah nutrisi dan lebih sehat, produk sayur dan buah yang dihasilkan dari berkebun di rumah dapat menghemat pengeluaran keluarga. Model sistem pertanian perkotaan berdasarkan pemanfaatan lahan/ruang terbuka, antara lain: (1) Pemanfaatan lahan pekarangan; (2) Pembuatan kebun-kebun komunitas (dikelola kelompok dengan menggunakan fasilitas umum atau sosial yang biasanya disediakan oleh pengembang), “lahan tidur”, halaman sekolah, pinggir jalan, dan sebagainya; (3) Pembuatan kebun atap (dapat memanfaatkan daur ulang limbah air, namun perlu memperhatikan kekuatan konstruksinya); dan (4) Pembuatan kebun vertikal.

Permasalahan yang ada untuk mewujudkan pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian perkotaan dengan berbagai model tersebut belum tersedianya media tanam dan nutrisi yang efektif, efisien dan ramah lingkungan, sehingga diperlukan pembuatan/ produksi media tanam dan nutrisi tanaman yang berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan). Media tanam dan nutrisi yang berkelanjutan merupakan media tanam yang mengandung mikroflora efektif dan nutrisi yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Produk media tanam dan nutrisi tersebut memiliki potensi dan peluang diimplementasikan/ diterapkan dalam pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian di wilayah perkotaan.

1.2 Rumusan Masalah

Media tanam (metan) disebut juga dengan media tumbuh, bagi tanaman umumnya berupa tanah. Puluhan bahan yang berbeda yang digunakan dalam berbagai kombinasi untuk membuat media tumbuh buatan sendiri atau komersial. Media tanam umumnya memiliki berbagai nutrisi, mineral, air, vitamin, serta kandungan lain yang tentunya dibutuhkan oleh tanaman, sehingga peran akar berperan penting dalam menyerap kandungan hara yang dimiliki media tanam bisa lebih optimal. Sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian mengenai media tanam yang berupa campuran dari bokashi, AB Mix dan *effective microorganisms* (EM4) yang diharapkan mengandung mikroflora efektif untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat media tanam berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan) dan analisis mikroflora efektif serta unsur hara (makro dan mikro).

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat media tanam berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan) dan analisis mikroflora efektif serta unsur hara (makro dan mikro).

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan ini antara lain:

- a. Memberikan informasi tentang pembuatan media tanam berkelanjutan dengan bahan dari bokashi, AB Mix dan *effective microorganisms*.
- b. Memberikan informasi tentang kandungan mikroflora efektif serta unsur hara (makro dan mikro) pada media tanam berkelanjutan.
- c. Memberikan informasi tentang penggunaan media tanam berkelanjutan sebagai salah satu alternatif yang mudah dan murah untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ketahanan Pangan Masyarakat

Ketahanan pangan adalah sebuah kondisi ketika semua orang pada segala waktu menerima akses secara fisik, sosial ataupun ekonomi untuk mendapatkan pangan bagi seluruh anggota rumah tangga dengan kondisi pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutu, aman, beragam, bergizi, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya setempat. Ketersediaan pangan dapat diwujudkan melalui proses kedaulatan pangan dan penganekaragaman pangan.

Pemenuhan kebutuhan pangan merupakan hak negara dan bangsa yang secara mandiri menentukan kebijakan Pangan yang menjamin hak atas Pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal. Adapun cara yang dapat ditempuh untuk meningkatkan ketahanan pangan, yaitu: (1) Meningkatkan daya beli masyarakat miskin dengan menaikkan tingkat produksi pangan secara keseluruhan.

Peningkatan suplai pangan dan daya beli masyarakat merupakan hal yang tidak mudah karena terkait dengan kebijakan yang akan dilakukan oleh suatu negara; (2) Pendistribusian kembali suplai pangan dari daerah ke daerah defisit pangan dengan menggunakan mekanisme yang dapat meningkatkan daya beli masyarakat, khususnya masyarakat miskin yang kekurangan pangan, selain menaikkan insentif untuk meningkatkan produksi pangan dalam jangka panjang (Muchlisin, 2020).

Konsep Ketahanan pangan (food security) mulai berkembang pada tahun 1943 ketika diadakanya *conference of food and agriculture* yang mencanangkan konsep *secure, adequate and suitabel supply of food for everyone*. Ketahanan Pangan merupakan kemampuan suatu bangsa untuk menjamin seluruh penduduknya memperoleh pangan dalam jumlah yang cukup, mutu yang layak, aman, dan juga halal, yang didasarkan pada optimalisasi pemanfaatan dan berbasis pada keragaman sumber daya domestik.

Ketersediaan pangan dapat diwujudkan melalui proses kedaulatan pangan dan penganekaragaman pangan. Pemenuhan kebutuhan pangan merupakan hak negara dan bangsa yang secara mandiri menentukan kebijakan Pangan yang menjamin hak atas Pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal.

Berikut definisi dan pengertian ketahanan pangan dari beberapa sumber buku:

- ✓ Menurut FAO (2016), ketahanan pangan adalah kondisi dimana individu atau rumah tangga menerima akses secara fisik ataupun ekonomi untuk mendapatkan pangan bagi seluruh anggota rumah tangga dan tidak berisiko kehilangan keduanya.
- ✓ Menurut Undang-undang No.18 Tahun 2012, ketahanan pangan adalah sebuah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif dan produktif secara berkelanjutan (sustainable).
- ✓ Menurut Oxfam (2001), ketahanan pangan adalah kondisi ketika setiap orang dalam segala waktu memiliki akses dan kontrol atas jumlah pangan yang cukup dan kualitas yang baik demi hidup yang aktif dan sehat. Dua kandungan makna tercantum di sini yakni: ketersediaan dalam artian kualitas dan kuantitas dan akses (hak atas pangan melalui pembelian, pertukaran maupun klaim).
- ✓ Menurut DEPTAN (1996), ketahanan pangan adalah kemampuan untuk memenuhi kebutuhan pangan anggota rumah tangga dalam jumlah, mutu dan ragam sesuai dengan budaya setempat dari waktu ke waktu agar tetap hidup sehat.

2.2 Sistem dan Teknologi Industri Pertanian Perkotaan

Pesatnya laju pertumbuhan populasi di perkotaan akan menimbulkan masalah lingkungan, mulai dari konversi lahan sampai degradasi kualitas lingkungan akibat polusi dan sampah. Apabila kondisi pertumbuhan populasi penduduk lebih besar dibandingkan laju produksi bahan pangan, maka akan terjadi bencana krisis pangan. Jumlah bahan pangan yang tidak cukup secara paralel akan berdampak pada antara suatu kawasan/wilayah terhadap kawasan lain. Hal ini terjadi terutama untuk wilayah perkotaan negara-negara berkembang, dimana wilayah tersebut semakin menjadi pusat penduduk serta permukiman dan kumpulan orang-orang dengan keragaman etnik dan budaya. Kondisi seperti ini diperlukan pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian perkotaan.

Kehadiran pertanian di wilayah perkotaan maupun daerah sekitar perkotaan memberikan nilai positif bukan hanya dalam pemenuhan kebutuhan pangan tetapi juga terdapat nilai-nilai

praktis yang dapat berdampak bagi keberlanjutan ekologi maupun ekonomi wilayah perkotaan. Apabila praktek pertanian perkotaan dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek lingkungan, mempunyai banyak keuntungan. Nilai kehadiran pertanian perkotaan dapat dilihat dari aspek ekonomi, ekologi, sosial, estetika, edukasi, dan wisata.

Peranan pertanian perkotaan jika ditinjau dari aspek ekonomi memiliki banyak keuntungan diantaranya yaitu stimulus penguatan ekonomi lokal berupa pembukaan lapangan kerja baru, peningkatan penghasilan masyarakat serta mengurangi kemiskinan. Dalam situasi krisis ekonomi yang tengah dialami oleh beberapa negara dalam beberapa tahun terakhir, termasuk Indonesia, pengembangan pertanian perkotaan secara terpadu mempunyai manfaat yang sangat besar, tidak hanya dari potensinya dalam menyerap tenaga kerja, tetapi juga meningkatkan pendapatan masyarakat kota.

Pertanian perkotaan mencakup praktik budidaya, pengolahan dan distribusi pangan di kota dan di sekitar kota. Metode budidaya pertanian perkotaan dilakukan dengan vertikultur, hidroponik, akuaponik, aeroponik, tanaman buah dalam pot (tabulampot), dan lain-lain. Hasil pertanian perkotaan selain untuk dipasarkan, juga menghasilkan produk makanan seperti sayuran dan buah segar untuk dapat dinikmati keluarga. Produk seperti sayur dan buah dari hasil berkebun sendiri tidak hanya dapat menambah gizi keluarga, namun juga lebih terjamin sehat karena bebas pestisida.

Pertanian perkotaan umumnya menekankan pada aspek kualitas dan penggunaan bahan kimia yang minim. Selain menambah nutrisi dan lebih sehat, produk sayur dan buah yang dihasilkan dari berkebun di rumah dapat menghemat pengeluaran keluarga. Model sistem pertanian perkotaan berdasarkan pemanfaatan lahan/ruang terbuka, antara lain: (1) Pemanfaatan lahan pekarangan; (2) Pembuatan kebun-kebun komunitas (dikelola kelompok dengan menggunakan fasilitas umum atau sosial yang biasanya disediakan oleh pengembang), “lahan tidur”, halaman sekolah, pinggir jalan, dan sebagainya; (3) Pembuatan kebun atap (dapat memanfaatkan daur ulang limbah air, namun perlu memperhatikan kekuatan konstruksinya); dan (4) Pembuatan kebun vertikal. Permasalahan yang ada untuk mewujudkan pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian perkotaan dengan berbagai model tersebut belum tersedianya

media tanam dan nutrisi yang efektif, efisien dan ramah lingkungan (berkelanjutan), sehingga diperlukan pembuatan/ produksi media tanam dan nutrisi tanaman yang berkelanjutan (Ahmad

RF., dkk., 2016).

2.3 Sistem Pertanian Berkelanjutan

Sistem pertanian berkelanjutan merupakan suatu sistem pertanian yang dapat bertahan hingga ke generasi berikutnya dan tidak merusak alam. Dalam dua dekade terakhir telah berkembang konsep pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) yang merupakan implementasi dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pembangunan pertanian berkelanjutan bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani secara luas melalui peningkatan produksi pertanian yang dilakukan secara seimbang dengan memperhatikan daya dukung ekosistem sehingga keberlanjutan produksi dapat terus dipertahankan dalam jangka panjang dengan meminimalkan terjadinya kerusakan lingkungan.

Berbagai penelitian mengenai pertanian berkelanjutan telah banyak dilakukan, diantaranya menunjukkan bukti bahwa pertanian berkelanjutan mampu meningkatkan produktivitas lebih tinggi daripada pertanian konvensional. Tiga prinsip dasar sistem pertanian berkelanjutan meliputi: (1) Keberlanjutan Ekonomi; (2) Keberlanjutan Ekologi/Lingkungan dan (3) Keberlanjutan Sosial.

Pertanian berkelanjutan menjadi kunci utama untuk mendukung keberlanjutan ekosistem dan menyediakan pangan bagi populasi dunia yang terus berkembang. Dalam era modern ini, di mana perubahan iklim, kebutuhan pangan yang meningkat, dan degradasi lingkungan menjadi isu global, penting untuk mengembangkan strategi pertanian yang lebih hijau dan berkelanjutan. Artikel ini akan menjelaskan konsep pertanian berkelanjutan, tantangan yang dihadapi, dan strategi yang dapat diadopsi untuk menciptakan masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan.

Pertanian berkelanjutan kini sedang marak digalakkan, berikut adalah alasan pentingnya pertanian berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

1. Keseimbangan Lingkungan

Pertanian berkelanjutan bertujuan untuk mencapai keseimbangan antara memenuhi kebutuhan pertanian dan melindungi lingkungan. Penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang berlebihan dapat merusak tanah dan air, dan menyebabkan kerusakan ekosistem. Pertanian berkelanjutan berusaha untuk mengurangi dampak negatif ini dengan memanfaatkan praktik-praktik organik dan ramah lingkungan.

2. Kemandirian Pangan

Dengan populasi dunia yang terus berkembang, kemandirian pangan menjadi sangat penting. Pertanian berkelanjutan membantu mengoptimalkan produksi pangan dengan cara yang tidak merusak keberlanjutan tanah dan sumber daya alam lainnya. Ini mencakup diversifikasi tanaman, praktik pertanian yang efisien, dan pemanfaatan teknologi inovatif.

3. Perubahan Iklim

Perubahan iklim menjadi ancaman serius bagi pertanian konvensional. Variabilitas iklim yang meningkat, termasuk banjir dan kekeringan, dapat merusak tanaman dan mengurangi hasil pertanian. Pertanian berkelanjutan mencari solusi untuk mengatasi tantangan ini melalui praktik-praktik yang adaptif dan ramah lingkungan.

Pengembangan sistem pertanian berkelanjutan sangat membutuhkan media tanam dan nutrisi yang berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan). Media tanam dan nutrisi yang berkelanjutan merupakan media tanam yang mengandung mikroflora efektif dan nutrisi yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Produk media tanam dan nutrisi tersebut memiliki potensi dan peluang diimplementasikan/ diterapkan dalam pengembangan sistem dan teknologi industri pertanian di wilayah perkotaan (Utri D., 2015).

2.4 Mikroflora Efektif

Mikroflora merupakan jenis organisme yang berukuran mikroskopis yang hidup di dalam tanah/ media tanam, seperti: fungi, bakteri, dan lain-lain. Mikroflora adalah suatu istilah yang dipakai untuk menjelaskan beragam mikroorganisme seperti bakteri, kapang, khamir dan jamur yang merupakan penghuni tetap dari bagian-bagian/area tertentu. Istilah ini sering digunakan untuk mendeskripsikan berbagai mikroba yang dijumpai di kulit, rongga mulut, rongga hidung, rongga telinga, dan lain-lain. Namun terkait lingkungan dan pertanian, mikroflora dapat digunakan untuk menggambarkan berbagai mikroba yang dijumpai di tanah, perairan, bahan pangan, dan lain-lain.

Mikroflora tanah/ media tanam merupakan komponen esensial dari ekosistem tanah/ media tanam dan berperan penting dalam siklus nutrisi, dekomposisi bahan organik, dan menjaga kesehatan tanaman. Mikroflora efektif berperan dalam menyediakan nutrisi penting untuk tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Selain itu, mereka juga membantu tanaman dalam menyerap nutrisi tersebut melalui hubungan mutualisme dan simbiosis. Mikroba tanah juga

memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah dengan menguraikan sisa-sisa organik dan menjaga populasi patogen tanaman agar tidak merusak. Salah satu peran utama mikroflora tanah/ media tanam adalah dalam menjaga kesehatan tanaman. Mikroflora tanah/ media tanam membantu tanaman dengan beberapa cara penting, yaitu: (1) Dekomposisi Bahan Organik; (2) Proteksi terhadap Patogen; (3) Simbiosis dengan Akar; Menghasilkan Senyawa Bioaktif (Sabrina AS., 2018).

Berikut adalah penjelasan ilmiah tentang mikroba tanah:

1. Bakteri

Bakteri adalah organisme mikroskopis, prokariota (tanpa inti sel) yang berperan dalam berbagai proses biogeokimia di dalam tanah. Beberapa bakteri dapat mengubah nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman (fiksasi nitrogen), sementara yang lain membantu dalam menguraikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

2. Fungi (Jamur)

Fungi adalah organisme eukariota yang memiliki dinding sel yang berbeda dari tanaman dan hewan. Jamur-jamur tanah memiliki peran penting dalam mengurai bahan organik kompleks, seperti daun-daun yang gugur dan sisa-sisa tanaman, menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana yang dapat diserap oleh tanaman.

3. Arkea

Arkea adalah organisme prokariota yang sering kali ditemukan di lingkungan ekstrem, tetapi mereka juga dapat hidup di tanah. Beberapa arkea berperan dalam siklus nitrogen dan karbon di dalam tanah.

4. Virus

Virus tanah adalah entitas genetik mikroskopis yang memanfaatkan sel mikroba tanah untuk mereplikasi diri. Mereka dapat memengaruhi populasi mikroba tanah dan memiliki peran dalam dinamika ekosistem tanah.

5. Mikroorganisme Lainnya

Ada banyak mikroorganisme lain yang dapat ditemukan dalam tanah, termasuk protozoa, nematoda, dan mikroba-mikroba kecil lainnya yang berperan dalam proses-proses ekologi tanah.

2.5 Bokashi

Pupuk dari bahan organik dikenal dengan nama pupuk kompos. Sementara dalam prosesnya, ada pula pupuk sejenis kompos yang dikenal dengan nama bokashi, yakni singkatan dari Bahan Organik Kaya Sumber Hayati. Sedangkan manfaat bokashi bagi tanaman yaitu memberikannya unsur hara yang cukup bagi tanaman untuk proses pertumbuhan dan membantu dalam pertumbuhan akar tanaman sehingga tanaman bisa tumbuh dengan baik dan diharapkan bisa meningkatkan hasil dari panen.

Pupuk bokashi adalah pupuk organik yang dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik semisal kompos dan pupuk kandang dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme pengurai seperti mikroba atau jamur fermentasi. Hasilnya ialah berupa pupuk padat dalam kondisi sudah terurai sehingga mengandung lebih banyak unsur hara baik makro maupun mikro yang siap untuk segera diserap akar tanaman. Rata-rata kandungan pupuk bokashi sudah mencakup unsur hara makro : N, P, K, Mg, S, Ca dan unsur hara mikro: Zn, B, Fe, Cu, Mn, Mo dan Cl.

Dengan cara pembuatannya yang mudah serta bahan yang mudah ditemui, bokashi mempunyai manfaat yang bisa bersaing dengan pupuk lainnya termasuk dengan pupuk kimia. Manfaat dari pupuk bokashi bagi tanah dan tanaman sangat banyak, adapun manfaat bokashi antara lain :

- a. membantu mengemburkan tanah, sehingga tanah tidak lengket disaat basah dan tidak keras disaat tanah kering, dengan diberikannya bokashi, struktur tanah akan gembur dan bisa menyimpan air lebih lama. Selain itu dengan diberikannya pupuk bokashi, membantu menghidupkan kembali mikroba-mikroba di dalam tanah, mikroba sendiri berguna untuk memudahkan melakukan proses pembentukan bahan-bahan organik di dalam tanah.
- b. Sedangkan manfaat bokashi bagi tanaman yaitu memberikannya unsur hara yang cukup bagi tanaman untuk proses pertumbuhan dan membantu dalam pertumbuhan akar tanaman sehingga tanaman bisa tumbuh dengan baik dan diharapkan bisa meningkatkan hasil dari panen.

2.6 AB Mix

Nutrisi A-B Mix atau pupuk racikan adalah larutan yang dibuat dari bahan-bahan kimia yang diberikan melalui media tanam, yang berfungsi sebagai nutrisi tanaman agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Nutrisi atau pupuk racikan mengandung unsur makro dan mikro yang dikombinasikan sedemikian rupa sebagai nutrisi. Nutrisi AB Mix merupakan campuran pupuk

majemuk larut air yang mengandung sejumlah unsur hara yang penting untuk pertumbuhan tanaman terutama pada media tanpa tanah seperti cocopeat. Aplikasi larutan nutrisi AB Mix yang tepat pada media tersebut sangat penting agar tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Nutrisi A-B Mix atau pupuk racikan adalah larutan yang dibuat dari bahan-bahan kimia yang diberikan melalui media tanam, yang berfungsi sebagai nutrisi tanaman agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Nutrisi atau pupuk racikan mengandung unsur makro dan mikro yang dikombinasikan sedemikian rupa sebagai nutrisi.

Ada dua (2) larutan dalam AB Mix, yaitu stok A dan stok B. Kedua stok ini harus dipisahkan. Alasan utamanya itu menghindari reaksi awal antar unsur maupun senyawa, pada saat bahan mentah berbentuk padatan, maupun larutan Stok Master Pekat. Pupuk ini terdiri dari dua jenis cairan, yaitu cairan pertama disebut cairan A, dan cairan kedua disebut cairan B. Ketika cairan ini belum digunakan tidak bisa digabung menjadi satu karena di dalamnya mengandung unsur yang harus dipisahkan.

Nutrisi A mewakili unsur makro hara dan nutrisi B mewakili unsur mikro hara. Beberapa unsur makro hara yang dimaksud mengandung N (nitrogen), P (fosfor), K (kalium), Mg (magnesium), dan lain sebagainya. Sementara contoh nutrisi unsur mikro hara antara lain: Fe (besi), Cu (tembaga), Cl (klor), dan lainnya.

AB Mix berfungsi menyusun pigmen klorofil pada tanaman yang berperan mengambil dan mengubah energi cahaya menjadi bentuk Mg^{++} yang dapat digunakan dalam proses fotosintesis. Fungsi dari unsur nitrogen untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman, merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau) seperti daun.

2.7 Effective Microorganisms (EM4)

Effective Microorganism 4 atau yang lebih dikenal dengan EM4 adalah cairan yang berisi campuran dari beberapa mikroorganisme hidup yang bermanfaat dan berguna bagi proses penguraian dan persediaan unsur hara tanah. EM4 pertanian merupakan bakteri fermentasi dari senyawa organik tanah yang mampu menyehatkan tanaman dan menyuburkan tanah. Senyawa organik dalam EM4 (*Effektif Mikroorganisme*) mampu dengan mudah diserap oleh akar tanaman. EM4 perlu diaktifkan dahulu karena mikroorganisme dalam larutan EM4 berada dalam keadaan tidur (Dorman). Pengaktifan mikroorganisme di dalam EM4 dapat dilakukan dengan cara memberikan air dan makanan (Molase).

Effective Microorganism-4 atau EM-4 merupakan inokulan campuran mikroorganisme (*Lactobacillus*, ragi, bakteri fotosintetik, *actinomycetes*, dan jamur pengurai selulosa) yang mampu mempercepat kematangan pupuk organik dalam proses composting atau dekomposisi bahan organik. *Effective Microorganisms - 4* (EM4) adalah bakteri mikroba hasil dari fermentasi perubahan zat glukosa menjadi bakteri, atau bakteri yang terbuat dari zat yang mengandung glukosa. Komposisi EM4 meliputi sekitar 80 genus mikroorganisme yang terdiri dari 5 kelompok utama, yaitu bakteri pelarut fosfat, *Lactobacillus*, *Yeast*, *Actinomycetes*, dan bakteri fotosintetik. Selain itu, EM4 mengandung unsur hara seperti Ca, Mg, Fe, Al, Zn, Cu, Mn, dan Na (Subali dan Ellianawati, 2010).

Teknologi EM4 adalah teknologi budidaya pertanian untuk meningkatkan kesehatan dan kesuburan tanah dan tanaman, dengan menggunakan mikroorganisme yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. EM4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan yang berasal dari alam Indonesia, bermanfaat bagi kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman serta ramah lingkungan. EM4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus* Sp), Bakteri Fotosintetik (*Rhodopseudomonas* Sp), *Actinomycetes* Sp, *Streptomyces* SP dan *Yeast* (ragi) dan Jamur pengurai selulose, untuk memfermentasi bahan organik tanah menjadi senyawa organik yang mudah diserap oleh akar tanaman. Teknologi EM4 ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Okinawa, Jepang, dan telah diterapkan secara luas di negara-negara lain di seluruh dunia, seperti Amerika, Brasil, Taiwan, Korea Selatan, Thailand, Srilanka, India, Pakistan, Selandia Baru, Australia dan lain-lain. Selain untuk Pertanian kini tersedia untuk EM4 Peternakan, EM4 Perikanan dan EM4 Pengolahan Limbah dan Toilet.

BAB III METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

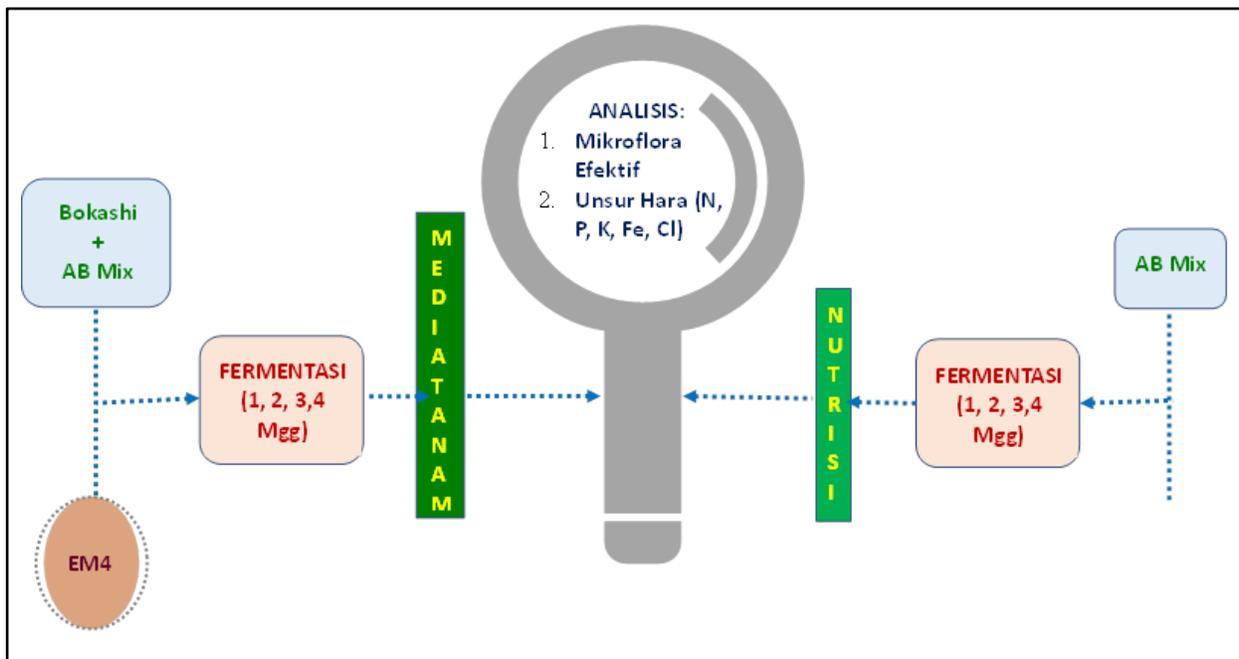
Penelitian dilaksanakan dalam waktu enam bulan (April s/d September 2024). Tempat penelitian untuk produksi media tanam dan nutrisi dilaksanakan di CV. Spirit Wira Utama serta analisis mikroflora dan unsur hara dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi - Program Studi Teknologi Industri Pertanian – Institut Teknologi Indonesia.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan terdiri atas: Bokashi, AB Mix, EM4. Sedangkan alat yang digunakan terdiri atas: Karung, Baskom dan Ember plastik serta alat analisis mikroflora dan alat analisis unsur hara.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yakni: (1) Pembuatan/ produksi media tanam dan nutrisi berkelanjutan; (2) Analisis mikroflora dan unsur hara yang terkandung dalam media tanam dan nutrisi. Di bawah ini gambar Diagram Alir Penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.4 Analisis

3.4.1 Analisis Mikroflora

A. Analisis Total Bakteri dan Fungi (Koch, 1981 dan Clark, 1971)

Pengenceran contoh dilakukan dengan Timbang 10 g sampel dan masukkan ke dalam botol bertutup yang berisi 95 mL larutan pengencer dan satu tetes tween 80 steril atau larutan pengencer. Kocok selama 2 menit, lalu letakkan dalam shaker selama 2 jam dengan kecepatan 150-200 rpm, beri label pada botol pengenceran 10^{-1} . Diamkan selama 30 detik, pindahkan 1 mL larutan tanah ke tabung reaksi yang berisi 9 mL larutan pengencer steril. Kocok dengan vortex, dan beri label pengenceran 10^{-2} . Gunakan pipet yang baru pada setiap pemindahan 1 mL larutan. Pengenceran dilakukan sampai pada pengenceran 10^{-7} .

Penyebaran (*plating*) bakteri dilakukan dengan teknik sebar yaitu Pipet 0,1 mL larutan tanah pada pengenceran serial 10^{-4} - 10^{-7} (bakteri) dan 10^{-2} - 10^{-5} (fungi), teteskan di bagian tengah cawan Petri pada permukaan agar. Setiap pengenceran diulang tiga kali (triplo). Pemindahan dimulai dari pengenceran 10^{-7} . Selanjutnya sebar dengan batang penyebar steril (celupkan batang penyebar dalam etanol dan bakar, setelah diperkirakan dingin baru digunakan). Beri label di bagian pinggir tiap cawan Petri, satu set cawan Petri untuk setiap sampel (gunakan kode singkatan ID sampel, pengenceran, tanggal, dan media jika perlu). Inkubasi cawan Petri pada posisi terbalik selama 3-4 hari (bakteri) dan 5-7 hari (fungi atau cendawan). Lakukan semua proses pengenceran dan penyebaran secara aseptis.

Penghitungan koloni bakteri dihitung hanya dari cawan Petri yang mempunyai 30-300 koloni dan fungi atau cendawan 10-100 koloni.

$$\text{Total populasi (CFU) } g^{-1} \text{ sampel} = (\text{jumlah koloni}) \times (fp) / bk \text{ sampel}$$

Keterangan :

fp = faktor pengenceran pada cawan petri yang koloninya dihitung

bk = berat kering contoh (g) = $\text{berat basah} \times 1 - \text{kadar air}$

B. Analisis Jumlah *Escherichia coli*

Enumerasi *E. coli* menggunakan metode MPN yaitu dengan cara Masukkan 5 gram atau 5 mL contoh ke dalam 45 ml *Pepton Buffer* dan dihomogenisasi. Buat seri pengenceran 1x – 100x dengan menggunakan air steril. Inokulasikan sebanyak 1 mL dari setiap seri pengenceran ke dalam 9 mL media LSTB dalam tabung reaksi dengan tabung Durham, triplo. Inkubasi pada suhu 35°-37°C selama 24-48 jam. Amati kekeruhan dan pembentukan gas pada tabung tersebut. Apabila media LSTB menjadi keruh dan terbentuk gas maka hasilnya positif, demikian halnya apabila media tidak keruh dan atau tidak terbentuk gas maka hasilnya negatif. Selanjutnya tabung-tabung yang positif dilanjutkan dengan uji pelengkap pada media spesifik EMB agar, dengan cara menggoreskan 1 ose kultur yang telah tumbuh pada media LSTB, secara kwadran. Inkubasi pada suhu 35°-37° C selama 24 jam. Amati pertumbuhan koloni *E.coli* yang berwarna hijau metalik pada media EMB. Tabung-tabung positif yang tidak menghasilkan pertumbuhan kultur *E coli* pada media EMB maka dinilai sebagai negatif. Konversikan nilai positif dan negatif tersebut ke dalam angka MPN melalui tabel MPN. Lakukan penghitungan nilai MPN per gram atau ml sampel.

Perhitungan MPN yaitu Catat jumlah tabung yang memberikan hasil positif dari pengenceran 1x, 10x dan 100x, triplo. Selanjutnya lihat pada tabel MPN dengan 3 faktor pengenceran, dimana angka MPN untuk 3 2 1 adalah 15,00. Angka tersebut dikalikan faktor pengenceran yang di tengah yaitu 10x, sehingga hasilnya adalah $15 \times 10 = 150 = 1,5 \times 10^2$ MPN/g atau ml sampel. Tabel MPN yang digunakan dari buku *Methods in applied soil Biology and Biochemistry*, 1995, hal. 154-158.

3.4.2 Analisis Unsur Hara

A. Analisis Unsur Hara Makro (AOAC 957.01-2019)

Penetapan Nitrogen Total metode Kjeldahl dilakukan dengan cara destilasi. Ditimbang 0,5 g contoh tanah ukuran <0,5 mm, dimasukkan ke dalam tabung digest. Ditambahkan 1 g campuran selen dan 3 ml asam sulfat pekat, didestruksi hingga suhu 350°C (3-4 jam). Destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih (sekitar 4 jam). Tabung diangkat, didinginkan dan kemudian ekstrak diencerkan dengan air bebas ion hingga tepat 50 ml. Kocok sampai homogen, biarkan semalam agar partikel mengendap. Ekstrak digunakan untuk pengukuran N dengan cara destilasi. Pindahkan secara kuantitatif seluruh ekstrak contoh ke dalam labu didih (gunakan air bebas ion dan labu semprot). Tambahkan sedikit serbuk batu didih dan aquades hingga setengah

volume labu. Disiapkan penampung untuk NH₃ yang dibebaskan yaitu erlenmeyer yang berisi 10 ml asam borat 1% yang ditambah tiga tetes indikator Conway (berwarna merah) dan dihubungkan dengan alat destilasi. Dengan gelas ukur, tambahkan NaOH 40% sebanyak 10 ml ke dalam labu didih yang berisi contoh dan secepatnya ditutup. Didestilasi hingga volume penampung mencapai 50–75 ml (berwarna hijau). Destilat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,050 N hingga warna merah muda. Catat volume titar contoh (V_c) dan blanko (V_b).

$$\begin{aligned} \text{Kadar nitrogen (\%)} &= (V_c - V_b) \times N \times \text{bst} \times 100 / \text{mg bobot contoh} \times fk \\ &= (V_c - V_b) \times N \times 14 \times 100 / 500 \times fk \\ &= (V_c - V_b) \times N \times 2,8 \times fk \end{aligned}$$

Keterangan :

V_{c,b} = ml titar contoh dan blanko

N = normalitas larutan baku H₂SO₄

14 = bobot setara nitrogen

100 = konversi ke %

Fk = faktor koreksi kadar air = 100 / (100 - % kadar air)

Fosfat dan kalium didestruksi basah dengan asam mineral. Fosfat diukur secara spektrometri dari senyawa kompleks (berwarna kuning) yang terbentuk hasil reaksi dari orthofosfat dengan amonium molibdat dan vanadat, sedangkan kalium diukur dengan spektro serapan atom. Timbang teliti 1.000 g contoh pupuk yang telah dihaluskan ke dalam piala gelas volume 100 ml. Tambahkan 20 ml HNO₃ 65%, kemudian panaskan hingga bahan organik hilang lalu didinginkan kemudian setelah dingin ditambahkan 10 ml HClO₄ 60%. Panaskan kembali pada *hot plate* suhu 170-200°C sampai larut sempurna (ekstrak jangan sampai kering). Kemudian didinginkan lalu dencerkan dengan air bebas ion lalu dipindahkan ke dalam labu takar 250 ml dan ditepatkan dengan air bebas ion sampai tanda tera 500 ml, tutup kemudian kocok bolak balik dengan tangan sampai homogen. Biarkan semalam atau disaring untuk mendapatkan ekstrak jernih.

Pengukuran fosfat yaitu cara pipet 0,5 ml ekstrak jernih atau filtrat dan deret standar P masing-masing ke dalam tabung kimia. Tambahkan masing-masing 9,5 ml pereaksi campuran, kocok hingga homogen dengan vortex. Diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 466 nm dengan deret standar P sebagai pembanding.

Pengukuran kalium dengan cara pipet 1 ml ekstrak jernih atau filtrat di atas ke dalam tabung reaksi dan tambahkan 9 ml air bebas ion, kocok dengan vortex hingga homogen

(pengenceran 10 x). Kalium diukur dengan SSA dari ekstrak yang telah diencerkan dengan deret standar K sebagai pembanding.

Kadar P_2O_5 – total (%)

$$\begin{aligned} &= \text{ppm kurva} \times (\text{ml ekstrak}/1.000 \text{ ml}) \times (100/\text{mg contoh}) \times fp \times (142/62) \times fk \\ &= \text{ppm kurva} \times 100/1.000 \times 100/250 \times fp \times 142/62 \times fk \\ &= \text{ppm kurva} \times 0,04 \times fp \times 142/62 \times fk \\ &= \text{ppm kurva} \times 0,4 \times 94/78 \times fk \end{aligned}$$

$$\text{Kadar } K_2O \text{ – total (\%)} = \text{ppm kurva} \times 0,4 \times 94/78 \times fp \times fk$$

Keterangan :

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacannya setelah dikoreksi blanko

fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

142/62 = faktor konversi bentuk P menjadi P_2O_5

94/78 = faktor konversi bentuk K menjadi K_2O

B. Analisis Unsur Hara Mikro (AOAC 958.01-2019; SNI 19-7030-2024; SNI 19-7763-2018)

Ekstraksi menggunakan microwave digester/sistem destruksi tertutup. Timbang teliti 0,5 g contoh pupuk organik <0,5 mm ke dalam digestion vessel, tambahkan 5 ml HNO_3 p.a predigester pada suhu ruangan, tutup vessel dan tempatkan dalam microwave, atur power berdasarkan vessel yang digunakan. Naikkan suhu ke $200^\circ C$ dalam waktu 15 menit. Panaskan pada microwave digester pada suhu $200^\circ C$ selama 30 – 60 menit. Dinginkan dan encerkan dengan H_2O dan volume ditepatkan menjadi 50 ml, kocok hingga homogen, biarkan semalam atau disaring dengan kertas saring agar didapat ekstrak contoh. Pengukuran unsur mikro (Fe, Mn dan Cu) yaitu ekstrak contoh diukur langsung dengan SSA, hasilnya dibandingkan dengan deret standar (biasanya Fe dalam ekstrak contoh perlu diencerkan sampai 10 x).

Kadar unsur mikro (Fe, Mn, Cu)(ppm)

$$= \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak}/1.000 \text{ ml} \times 1000 \text{ g/g contoh} \times fp \times fk$$

Keterangan :

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacannya setelah dikoreksi blanko

fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

fp = faktor pengenceran (bila ada)

3.4.3 Analisis Kadar Air (AOAC 950.01-2019; SNI 19-7030-2024; SNI 19-7763-2018)

Air dalam contoh pupuk organik diuapkan dengan cara pengeringan oven (grafimetri) pada suhu 105°C selama semalam (16 jam). Timbang dengan teliti masing-masing 10 g contoh pupuk asal dan 5 g pupuk halus (<2 mm) ke dalam cawan porselin bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Kemudian masukan ke dalam oven dan dikeringkan selama semalam (16 jam) pada suhu 105° C. Dinginkan dalam desikator dan timbang.

$$\text{Kadar air (\%)} = (W - W1) \times \frac{100}{W}$$

Keterangan :

W = bobot contoh asal dalam gram

W1 = bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram

100 = faktor konversi ke %

Fk (faktor koreksi kadar air) = $100/(100-\% \text{ kadar air})$ (dihitung dari kadar air contoh pupuk halus dan digunakan sebagai faktor koreksi dalam perhitungan hasil analisis selain kadar air dan bahan ikutan)

3.4.4 Analisis Nilai pH (AOAC 994.18-2019; SNI 19-7030-2004; SNI 19-7763-2018)

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H⁺ dalam larutan, yang dinyatakan sebagai -log[H⁺]. Peningkatan konsentrasi H⁺ menaikkan potensial larutan yang diukur oleh alat dan dikonversi dalam skala pH. Elektroda gelas merupakan elektrode selektif khusus H⁺, hingga memungkinkan untuk hanya mengukur potensial yang disebabkan kenaikan konsentrasi H⁺. Potensial yang timbul diukur berdasarkan potensial elektrode pembanding (kalomel atau AgCl). Biasanya digunakan satu elektrode yang terdiri atas elektrode pembanding dan elektrode gelas (elektroda kombinasi).

Ditimbang dengan teliti 5,00 g contoh pupuk organik halus, dimasukkan ke dalam botol kocok, ditambah 25 ml air bebas ion. Kemudian dikocok dengan mesin kocok selama 30 menit. Lalu diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 10 atau pH 7,0 dan pH 4,0.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Total Bakteri

Bakteri tanah berperan dalam mendaur ulang karbon, memengaruhi ketersediaan nutrisi, meningkatkan kesehatan tanaman, dan banyak faktor lainnya. Populasi bakteri tanah dipengaruhi oleh jenis residu, kelembaban, suhu, dan pH tanah. Bakteri meningkatkan kesuburan tanah melalui daur ulang nutrisi seperti karbon, nitrogen, sulfur, dan fosfor. Bakteri juga membantu dalam penguraian bahan organik yang mati dan kemudian mengeluarkan senyawa sederhana di dalam tanah, yang dapat digunakan oleh tanaman.

Ada banyak kategori bakteri, seperti pengurai, mutualis, pengikat nitrogen, nitrifikasi, denitrifikasi, dan litotrof, yang utamanya merupakan pendaur ulang nutrisi, sementara kelompok lain seperti bakteri patogen bertindak sebagai probiotik bagi tanaman yang membantu mereka tetap sehat. Banyak aktinomiset dan bakteri lain memiliki pengaruh langsung pada ketersediaan fosfor dalam tanah. *Bacillus licheniformis* dapat meningkatkan efisiensi pemupukan dalam fosfor dan kalium, sementara *Bacillus subtilis* memengaruhi pelarutan fosfor, kesehatan tanaman, dan juga dapat meningkatkan fiksasi nitrogen.

Hasil pengukuran/ analisis Total Bakteri yang terkandung di dalam sampel media tanam yang dibuat menunjukkan jumlah sebesar $1,32 \times 10^{10}$ CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa media tanam yang dibuat termasuk media tanam yang baik karena banyak mengandung bakteri.

4.2 Total Fungi

Jamur tanah merupakan salah satu mikroba tanah yang tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Jamur tanah memiliki spora yang resisten terhadap perubahan lingkungan. Jamur memainkan peran utama dalam siklus karbon melalui jaring makanan tanah. Pengurai mendaur ulang karbon dari serasah dan bahan tanaman yang mati, sementara spesies lain yang hidup dalam hubungan simbiosis timbal balik dengan akar tanaman (misalnya, jamur mikoriza), menyediakan stok karbon yang lebih stabil.

Beberapa jamur merupakan pengurai yang berarti mereka menguraikan sisa-sisa tumbuhan dan hewan, sehingga mendaur ulang unsur hara dan meningkatkan ketersediaannya di dalam tanah. Mereka juga dapat mendorong fiksasi nitrogen dan mobilisasi fosfor, dua unsur

hara utama yang dibutuhkan untuk perkembangan dan produktivitas tanaman. membantu dalam memecah senyawa-senyawa yang lebih sulit diurai, dan dengan demikian jamur/ fungi dapat membantu dalam menghasilkan humus dan mempertahankan struktur tanah yang subur.

Hasil pengukuran/ analisis Total Fungi yang terkandung di dalam sampel media tanam yang dibuat sebesar $4,64 \times 10^9$ CFU/g menunjukkan bahwa media tanam yang dibuat di dalamnya terkandung jamur/ fungi dalam jumlah yang cukup untuk menghasilkan humus dan mempertahankan struktur tanah yang subur, sehingga dapat dikatakan bahwa media tanam yang dibuat relative baik.

4.3 Jumlah *Escherichia coli*

Limbah hewan dalam bentuk pupuk kandang mentah atau pupuk kandang yang telah dikomposkan secara rutin diaplikasikan ke lahan sebagai pupuk tanaman dan/atau amandemen tanah. Kompos juga digunakan sebagai media pertumbuhan di kebun rumah, pembibitan tanaman hias, dan rumah kaca. Risiko potensial yang timbul dari pembuangan limbah hewan yang berasal dari feses adalah penyebaran patogen enteric. Banyak wabah atau kasus infeksi *E. coli* telah dikaitkan dengan air atau makanan yang secara langsung atau tidak langsung terkontaminasi dengan pupuk kandang hewan

Kontaminasi silang hasil produksi dari pupuk kandang atau pupuk kandang yang tidak dikomposkan dengan benar yang digunakan sebagai amandemen tanah dapat menjadi sumber kontaminasi patogen selama prapanen. Meskipun persaingan dengan mikroorganisme tanah dan kondisi lingkungan yang buruk dapat memengaruhi kelangsungan hidup patogen, hanya ada sedikit informasi mengenai sejauh mana sel *E. coli* dapat bertahan hidup di tanah yang diberi pupuk kandang.

Hasil pengukuran/ analisis jumlah *E. coli* yang terkandung di dalam sampel media tanam yang dibuat sebesar $1,06 \times 10^2$ MPN/g menunjukkan bahwa media tanam tersebut mengandung unsur pupuk kandang yang berasal dari bokashi.

4.4 Unsur Hara Makro

Unsur hara makro unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Tiga unsur hara utama adalah nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K), dan nutrisi penting lainnya adalah kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan belerang (S). Nitrogen merupakan elemen kunci dalam

pertumbuhan tanaman. Ini ditemukan di semua sel tumbuhan, dalam protein dan hormon tumbuhan, serta di klorofil. Fosfor membantu mentransfer energi dari sinar matahari ke tanaman, merangsang pertumbuhan awal akar dan tanaman, serta mempercepat kematangan. Kalium berfungsi meningkatkan kekuatan dan ketahanan tanaman terhadap penyakit, membantu membentuk serta memindahkan pati, gula, dan minyak pada tanaman.

Fungsi unsur hara makro, N, P, K, adalah merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan; meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah; dan membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti aluminium, besi, dan mangan. Unsur hara makro ini merupakan salah satu sumber daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit. Kalium (K) berfungsi membantu proses pembentukan protein dan karbohidrat tanaman. Unsur hara makro ini sudah pasti dapat memperkuat tanaman sehingga bunga, daun dan buah tidak mudah gugur/rontok.

Hasil pengukuran/ analisis unsur hara makro yang terdiri atas N Total, P₂O₅ Total dan K₂O Total dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa dalam sampel media tanam yang dibuat terdapat/ terkandung nilai N total sebesar 0,62 %, P₂O₅ Total sebesar 0,83% dan K₂O Total sebesar 0,48%, sehingga dapat dikatakan bahwa media tanam yang dibuat termasuk media tanam yang baik.

4.5 Unsur Hara Mikro

Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang tidak terlalu banyak dan bervariasi tergantung jenis tanaman. Secara umum fungsi unsur hara mikro adalah : 1) Sebagai penyusun jaringan tanaman. 2) Sebagai katalisator (*stimulant*). 3) Mempengaruhi proses oksidasi dan reduksi tanaman. 4) Membantu mengatur kadar asam.

Beberapa contoh unsur hara mikro antara lain Tembaga (Cu), Boron (B), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), serta Molibdenum (Mo). Unsur Hara Mikro walaupun dibutuhkan hanya sedikit tetapi keberadaannya sangat penting dan bila tidak diperhatikan maka dapat mempengaruhi hasil panen. Ada tiga unsur yang sangat menentukan tingkat kesuburan tanah/ media tanam di lahan pertanian yaitu unsur biologi, fisika dan kimia, ketiga unsur ini saling terkait dan harus seimbang.

Hasil pengukuran/ analisis unsur hara mikro yang terdiri atas Fe Total, Mn Total dan Cu Total dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa dalam

sampel media tanam yang dibuat terdapat/ terkandung nilai Fe Total sebesar 27.558 ppm, Mn Total sebesar 1.022 ppm dan Cu Total sebesar 83 ppm, sehingga dapat dikatakan bahwa media tanam yang dibuat termasuk media tanam yang baik.

4.6 Kadar Air

Kadar air tanah/ media tanam adalah perbandingan antara massa (berat) air yang terkandung tanah dan massa (berat) kering tanah, dinyatakan dalam persen (%). Kadar air pada kapasitas lapang adalah jumlah air yang ada dalam tanah setelah kelebihan air gravitasi keluar dan dinyatakan secara signifikan, biasanya dinyatakan dengan persentase berat. Kadar air tanah/ media tanam juga sering disebut sebagai ukuran jumlah air (volume atau massa) yang terkandung dalam satuan volume atau massa tanah/ media tanam . Jika ukurannya adalah volume air per satuan volume tanah/ media tanam, kadar air tersebut disebut kebasahan volume. Jika itu adalah massa air per satuan massa tanah/ media tanam, maka disebut kebasahan massa.

Pertumbuhan tanaman akan baik pada tanah/ media tanam yang mengandung banyak bahan organik seperti pupuk kandang, unsur hara, baik makro maupun mikro serta kandungan air tanah yang cukup dan seimbang. Kadar air tanah/ media tanam tersedia secara nyata meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan diameter batang.

Perlakuan tingkat ketersediaan air tanah/ media tanam yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman adalah ketersediaan air tanah pada tingkat 50% - 65% air tersedia, hal tersebut dapat terlihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan diameter batang.

Hasil pengukuran/ analisis kadar air sampel media tanam yang dibuat sebesar 60,58% (Lampiran 2), hal ini menunjukkan bahwa media tanam yang dibuat termasuk media tanam yang baik untuk digunakan/ dimanfaatkan sebagai media tanam berbagai jenis tanaman.

4.7 Nilai pH

Nilai pH tanah/ media tanam adalah tingkat keasaman dan kebasahan suatu tanah pertanian/ media tanam yang ditunjukkan dengan skala angka 0-14. Tanah/ media tanam dikatakan netral ketika berada pada angka 7, tanaman dapat tumbuh subur pada tanah dengan tingkat pH kisaran angka 6,5-7,5. Umumnya unsur hara mudah diserap oleh akar tanaman pada pH netral 6-7 karna pada pH tersebut sebagian unsur Hara terutama unsur hara makro mudah larut dalam air. Pada pH lebih rendah atau lebih tinggi ketersediaan unsur hara makro tersebut akan menurun.

Umumnya tanah yang subur memiliki pH yang seimbang atau netral, yaitu berada di antara pH 6 hingga 7. Tanah dengan pH yang tepat memungkinkan tanaman untuk mengakses nutrisi secara efisien. Sebaliknya, tanah yang terlalu asam atau terlalu basa dapat menghambat ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

Hasil pengukuran nilai pH sampel media tanam diperoleh pH sebesar 7,2 (Lampiran 2), hal ini menunjukkan bahwa nilai pH media tanam yang dibuat mendekati netral. Dengan demikian media tanam yang dibuat termasuk baik untuk digunakan, karena akan dengan mudah akar tanaman dapat menyerap unsur hara yang ada.

Semua jenis tanaman dapat tumbuh dengan subur, apabila tanaman tersebut dapat menyerap unsur hara dari dalam tanah yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya dengan baik, seperti contohnya unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, magnesium dan sebagainya. Tentu saja syaratnya adalah unsur hara yang dibutuhkan tersebut tersedia di dalam tanah dalam jumlah yang mencukupi.

BAB V

KESIMPULAN

Media tanam yang dibuat dapat dikatakan sebagai media tanam yang baik dan subur serta berkelanjutan (efektif, efisien dan ramah lingkungan), karena di dalamnya mengandung mikroflora (khususnya bakteri dan fungi) dan unsur hara (makro dan mikro) dalam jumlah yang cukup/ memadai untuk pertumbuhan, produktivitas dan kesehatan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Rifqi Fauzi, Annisa Nur Ichniarsyah, Heny Agustin. 2016. Pertanian Perkotaan: Urgensi, Peranan dan Praktik Terbaik. *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 10 No. 01.
- Alef K, Nannipieri P. 1993. *Methodes in Applied Soil Biology and Biochemistry*. Academic Press.
- AOAC International. 2019. *Official Methods of Analysis*. 21st Edition. Volumen 1. Chapter 2 p.4.2.1.01 Method 950.01. AOAC International, Maryland, USA.
- Badan Ketahanan Pangan. 2005. *Direktori Pengembangan Konsumsi Pangan*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor SNI 19-7763-2018 tentang Pupuk Organik Padat*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. *Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor SNI 19-7030-2024 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*.
- Clark DS. 1971. *Studies on The Surface Plate Method of Counting Bacteria*. *Can. J. Microbiol.* 17: 943-946.
- Eviati, Sulaeman, Lenita H., Linca A., Usman, Hesti E.T., Rini P., Puji W. 2023. *Petunjuk Teknis Edisi 3: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Bogor.
- Fany Juliarti Panjaitan, Taufiq Bachtiar, Irsyana Arsyad, Onesimus Ke Lele, & Wharisma Indriyani. (2020). Karakterisasi mikroskopis dan uji biokimia bakteri pelarut fosfat (BPF) dari rhizosfer tanaman jagung fase vegetatif. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Lingkungan*, 1(1), December 2020.
- Food and Agriculture Organization. 2016. *Indonesia and FAO Partnering for Food Security and Sustainable Agricultural Development*.
- Koch AL. 1981. *Growth Measurement*. P. 179-207. In Costilow RN. (Ed.) *Manual of Methods for General Bacteriology*. Am. Soc. Microbiol. Washington, DC.
- Oxfam. 2001. *The Impact of Rice Trade Liberization on Food Security in Indonesia, A study conducted for Oxfam*. Great Britain: Oxfam.
- Riadi, Muchlisin. 2020. *Ketahanan Pangan (Pengertian, Aspek, Indikator, Strategi dan Distribusi)*. Diakses pada 6/4/2024, dari <https://www.kajianpustaka.com/2020/09/ketahanan-pangan.html>
- Sabrina Agrivita Saragih. 2018. *Ekologi Mikroba Tanah: Dampaknya pada Kesehatan Tanaman dan Keberlanjutan Pertanian*. Universitas Medan Raya – Kota Medan.

Subali, B dan Ellianawati. 2010. Pengaruh waktu pengomposan terhadap rasio unsur C/N dan jumlah kadar air dalam kompos. Prosiding Pertemuan Ilmiah Indonesia, Yogyakarta,

Utri Dianniar. 2015. Bersahabat dengan Lingkungan Melalui Pertanian Berkelanjutan. Dinas Pangan, Pertanian dan Perikanan Kota Pontianak.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Mikroflora



Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, dan Air
BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN
Laboratorium Pengujian BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN TANAH DAN PUPUK
 Jl. Tentara Pelajar No. 12, Kawasan Inovasi Pertanian Cimanggu, Bogor 16114
 Telp (0251) 8336757 Fax. (0251) 8321608; 8322933; E-mail : bsip.tanahpupuk@pertanian.go.id

STANDARD. SERVICES. GLOBALIZATION

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No.: 525/LP BPSI TANAH DAN PUPUK/07/2024-

Nama Produk : Pupuk Organik Padat " Media Tanam"
 Nomor Contoh :
 Nomor SP : 24.07.525
 Kode Contoh : B.P.120
 Jenis Produk : Padat
 Asal/lokasi :
 Nama Instansi : Institut Teknologi Indonesia
 Jumlah contoh : 1 Contoh
 Tgl Penerimaan : 17 Juli 2024
 Tgl Pengujian : 22 Juli 2024

Parameter Uji	Satuan	Standar Mutu (Keputusan No.261/ KPTS/SR.310/M/4/2019)	Hasil Analisis	Metode Analisis
Total Bakteri	CFU/g	-	$1,32 \times 10^{10}$	IK 7.2 BIO 01 (TPC/Cawan sebar)
Jumlah <i>Escherichia coli</i>	MPN/g	$< 10^2$	$1,06 \times 10^2$	IK 7.2 BIO 12 (MPN)
Total Fungi	CFU/g	-	$4,64 \times 10^9$	IK 7.2 BIO 08 (TPC/Cawan sebar)

Keterangan: Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang di uji



Bogor, 6 Agustus 2024
 Koordinator Teknis Lab. Biologi,
 Sarman, S.Si, M.Si.
 NIP. 19840403 201101 2020

Lampiran 2. Hasil Analisis Unsur Hara



Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, dan Air

BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN

Laboratorium Penguji BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN TANAH DAN PUPUK
 Jl. Tentara Pelajar No. 12, Kawasan Inovasi Pertanian Cimanggu, Bogor 16114
 Telp (0251) 8336757 Fax. (0251) 8321608; 8322933; E-mail : bsipt.tanahpupuk@pertanian.go.id

STANDARD. SERVICES. GLOBALIZATION

HASIL ANALISIS CONTOH PUPUK ORGANIK

No.order : 525/LP BPSI TANAH DAN PUPUK/07/2024
 Permintaan : Heru Irianto
 Instansi : Institut Teknologi Indonesia
 Alamat : Jl. Raya Puspitek Serpong Tangerang Selatan
 Tgl Penerimaan : 17 Juli 2024
 Tgl Pengujian : 17 Juli - 27 Agustus 2024
 Jumlah : 1 contoh

Nomor		Kode Contoh	Satuan	Metode
Parameter Uji				
BPSI Tanah dan Pupuk 24.07.525 K.P. 342				
		Pupuk Organik Padat		
		Media Tanam		
1	Kadar Air	60,58	% (adba)	Gravimetri/Oven
2	pH H ₂ O	7,2	- (adba)	Potensiometri/pH Meter
3	Hara Makro : N Total	0,62	% (adbk)	Total Kjeldahl/Destilasi
	P ₂ O ₅ Total	0,83	% (adbk)	HNO ₃ / Spektrofotometri
	K ₂ O Total	0,48	% (adbk)	HNO ₃ /F-AAS
4	Logam Berat : Sn Total*	117	ppm (adbk)	HNO ₃ /F-AAS
5	Hara Mikro : Fe Total	27.558	ppm (adbk)	HNO ₃ /F-AAS
	Mn Total	1.022	ppm (adbk)	HNO ₃ /F-AAS
	Cu Total	83	ppm (adbk)	HNO ₃ /F-AAS
6	Klor*	0,01	% (adba)	Titrimetri

Hasil pengujian ini berlaku bagi contoh yang di uji dan tidak untuk diperbanyak
 Keterangan : * tidak termasuk ruang lingkup akreditasi



Bogor, 27 Agustus 2024
 Koordinator Teknis
 Lenita Herawati, MSi

F.7.8.1

Ed/Rev 1/0