



BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

- Endang Krisnawati, SP, MP
- Bayu Adirianto, M.Si

PUSAT PENDIDIKAN PERTANIAN

Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian
KEMENTERIAN PERTANIAN

2019



TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

- Endang Krisnawati, SP, MP
- Bayu Adirianto, M.Si

PUSAT PENDIDIKAN PERTANIAN

Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian
KEMENTERIAN PERTANIAN

2019

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN

ISBN : 978-602-6367-57-0

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Pendidikan Pertanian

PENYUSUN

TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

- Endang Krisnawati, SP, MP
- Bayu Adirianto, M.Si

TIM REDAKSI

Ketua : Dr. Ismaya Nita Rianti Parawansa, SP.,M.Si
Sekretaris : Yudi Astoni, S.TP.,M.Sc

Pusat Pendidikan Pertanian
Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian,
Kantor Pusat Kementerian Pertanian
Gedung D, Lantai 5, Jl. Harsono RM, No. 3 Ragunan, Jakarta Selatan 12550
Telp./Fax. : (021) 7827541, 78839234

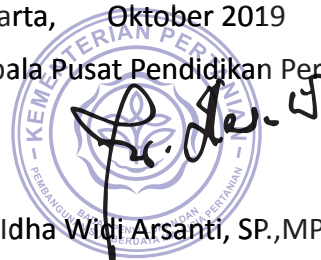
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan Buku Petunjuk Praktikum dapat diselesaikan dengan baik. Buku Petunjuk Praktikum ini memuat Pokok Bahasan, Indikator Pencapaian, Teori, Bahan dan Alat serta Prosedur Kerja yang telah melalui beberapa diskusi pembahasan termasuk dengan Dunia Usaha Dunia Industri.

Terima kasih kami sampaikan kepada tim penyusun yang telah menyusun Buku Petunjuk Praktikum ini serta semua pihak yang telah turut membantu dalam penyelesaiannya. Buku Petunjuk Praktikum ditujukan untuk memenuhi kebutuhan informasi yang diperlukan oleh para mahasiswa, dosen serta pranata laboratorium pendidikan yang akan terlibat dalam proses kegiatan praktikum. Diharapkan pelaksanaan dan penyelenggaraan praktikum dapat terlaksana lebih baik lagi serta mampu meningkatkan kualitas pembelajaran pada lingkup Pendidikan Tinggi Vokasi Pertanian.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan Buku Petunjuk Praktikum ini. Semoga buku petunjuk praktikum ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, dosen serta pranata laboratorium pendidikan pada Pendidikan Tinggi Vokasi Pertanian lingkup Kementerian Pertanian.

Jakarta, Oktober 2019
Kepala Pusat Pendidikan Pertanian



Dr. Idha Widi Arsanti, SP.,MP
NIP. 19730114 199903 2 002

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Ramah Lingkungan dengan baik.

Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Ramah Lingkungan ini diterbitkan untuk digunakan sebagai acuan bagi pembaca dan mahasiswa tingkat vokasi pada Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan. Buku petunjuk praktikum ini mengajarkan aplikasi menghitung kebutuhan pupuk, teknik pemupukan, pengambilan contoh tanah, pengukuran pH, membuat media tanam, membuat mikroorganisme lokal (MOL) dan kompos, membuat pupuk kandang, dan pupuk cair, dan membuat biofungisida dan biopestisida.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam materi yang disajikan. Oleh karena itu, saran dan kritik untuk penyempurnaan petunjuk praktikum ini sangat diperlukan oleh Penyusun.

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
Praktikum 1. Pengenalan Pupuk, Perhitungan Kebutuhan Pupuk dan Teknik Pemupukan	1
1. Pokok Bahasan	1
2. Indikator Pencapaian	1
3. Teori	1
4. Bahan dan Alat	3
5. Organisasi	4
6. Prosedur Kerja	4
7. Tugas dan Pertanyaan	7
8. Pustaka	8
9. Hasil Praktikum	8
Praktikum 2. Pengambilan Contoh Tanah dan Pembuatan Media Tanam	9
1. Pokok Bahasan	9
2. Indikator Pencapaian	9
3. Teori	9
4. Bahan dan Alat	12
5. Organisasi	12
6. Prosedur Kerja	12
7. Tugas dan Pertanyaan	16
8. Pustaka	17
9. Hasil Praktikum	17
Praktikum 3. Mol dan Kompos	18
1. Pokok Bahasan	18
2. Indikator Pencapaian	18

3. Teori	18
4. Bahan dan Alat	19
5. Organisasi	20
6. Prosedur Kerja	20
7. Tugas dan Pertanyaan	22
8. Pustaka	23
9. Hasil Praktikum.....	23
Praktikum 4. Pupuk Kandang dan Pupuk Organik Cair	24
1. Pokok Bahasan	24
2. Indikator Pencapaian	24
3. Teori	24
4. Bahan dan Alat	25
5. Organisasi	26
6. Prosedur Kerja	26
7. Tugas dan Pertanyaan	29
8. Pustaka	30
9. Hasil Praktikum	30
Praktikum 5. Biofungisida dan Biopestisida	31
1. Pokok Bahasan	31
2. Indikator Pencapaian.....	31
3. Teori	31
4. Bahan dan Alat	33
5. Organisasi	34
6. Prosedur Kerja	34
7. Tugas dan Pertanyaan	38
8. Pustaka	38
9. Hasil Praktikum	38
Praktikum 6. Pengambilan Contoh Cacing Dalam Tanah.....	39
1. Pokok Bahasan	39
2. Indikator Pencapaian	39
3. Teori	39

4. Bahan dan Alat	41
5. Organisasi	42
6. Prosedur Kerja	42
7. Tugas dan Pertanyaan	42
8. Pustaka	43
9. Hasil Praktikum	43

DAFTAR GAMBAR

1. Contoh Fosfat Alam	5
2. Contoh Pupuk Organik	6
3. Contoh Pupuk Hayati.....	6
4. Contoh Pupuk Kandang Terbuka	27
5. Contoh Pupuk Kandang Tertutup	28
6. Drum Tempat Pembuatan Poc	29
7. Contoh Hasil Perbanyakan <i>Trichoderma</i>	35
8. Instalasi Perbanyakan <i>Bacillus Subtilis</i>	36
9. Contoh Koloni <i>Bacillus Subtilis</i>	37

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

Minggu ke	: Pertemuan ke I - III
Capaian Pembelajaran Khusus	: Dalam praktikum ini mahasiswa diharapkan dapat mengenal pupuk, menghitung kebutuhan pupuk, dan menerapkan teknik pemupukan
Waktu	: (3 X 120 menit)
Tempat	: Lahan

1. Pokok Bahasan :

Pengenalan pupuk, perhitungan kebutuhan pupuk, dan teknik pemupukan.

2. Indikator Pencapaian :

- a. Mahasiswa mampu mengetahui pupuk berdasarkan jenis, warna, fungsi dan bentuknya
- b. Mahasiswa mampu menganalisis kebutuhan pupuk untuk luasan lahan tertentu
- c. Mahasiswa mampu mengaplikasikan teknik-teknik pemupukan

3. Teori :

Pemupukan bertujuan memberikan tambahan nutrisi pada tanah, yang secara langsung maupun tidak langsung akan diserap oleh tanaman untuk metabolismenya. Nutrisi yang dibutuhkan terdiri dari makronutrien seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dan mikronutrien seperti unsur sulfur, kalsium, magnesium, besi, tembaga, seng dan lainnya (Farming.id, 2019). Pemupukan dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu melalui akar dan daun. Pemupukan melalui akar bertujuan memberikan unsur hara pada tanah untuk kebutuhan tanaman. Pada umumnya pemberian pupuk melalui akar dapat dilakukan secara disebar (*broadcasting*), ditempatkan dalam lubang (*spot placement*), larikan atau

barisan (*ring placement*). Sedangkan melalui daun, pemupukan dilakukan secara penyemprotan (*spraying*).

Pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada suplai unsur hara. Unsur hara tanaman dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu unsur hara esensial dan tidak esensial. Unsur hara esensial terbagi menjadi dua yaitu unsur hara makro dan mikro. Pengelompokan unsur hara makro dan mikro didasarkan atas kuantitas hara yang dibutuhkan tanaman. Unsur hara makro terdiri atas sembilan unsur yaitu C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, dan S sedangkan unsur hara mikro terdiri atas tujuh unsur yaitu Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, dan Cl (Wijaya 2008).

Setiap hara tanaman tersedia dalam bentuk kimia yang berbeda dan berlangsung dengan reaksi yang khas setelah masuk dalam tanah. Tanpa melihat sumber aslinya dan reaktivitas tanah, hara harus dalam bentuk larut dan tersedia bagi tanaman sebelum hara dapat diserap oleh akar tanaman. Kandungannya dinyatakan dalam serangkaian angka yang menunjukkan kandungan persen hara berdasarkan berat. Angka pertama menunjukkan total N; kedua, P tersedia setara P_2O_5 , dan ketiga K dapat larut setara K_2O . Sebagai contoh, 100 kg pupuk 10-15-20 mengandung 10 kg N, 15 kg P_2O_5 , dan 20 kg K_2O .

Untuk pupuk yang mengandung hara lainnya, tambahan angka dapat dicantumkan bersama simbol hara; sebagai contoh, pupuk 21-0-0-24S mengandung 21% N dan 24% S. Sebagai catatan bahwa bentuk kimia P dan K dalam pupuk bukan P_2O_5 atau K_2O . Namun, bentuk oksidanya menjadi unit tradisional yang digunakan dalam menyatakan pupuk ini. Pupuk berisi fosfat dan kalium dinyatakan masing-masing dalam kesetaraan P_2O_5 dan K_2O . Untuk mengkonversi bentuk oksidanya ke bentuk elemen, gunakan faktor konversi sebagai berikut:

$$P_2O_5 \times 0,437 = P$$

$$P \times 2,29 = P_2O_5$$

$$K_2O \times 0,830 = K$$

$$K \times 1,20 = K_2O$$

Hara dalam larutan memasuki tanaman melalui pori-pori kecil pada lapisan kutikula pada epidermis daun. Kutikula dilindungi oleh suatu lapisan lilin yang tahan air dan melindungi daun dari penguapan air yang berlebih. Pori-pori pada lapisan kutikula berbeda dengan stomata, namun lebih banyak yang terdapat dekat stomata daripada pada permukaan daun antar stomata. Epidermis yang berlapis lilin dan kecilnya ukuran pori-pori pada kutikula sangat membatasi jumlah hara larut air yang dapat diserap oleh daun tanaman.

Pemupukan daun terjadi dengan hara yang terlarut dalam air. Faktor-faktor yang dapat membatasi efisiensi dan efektivitas pemupukan ini antara lain (Marschner, 2002):

- a. Lapisan kutikula daun yang lebih tebal, seperti pada tanaman kopi dan citrus;
- b. Aliran permukaan pupuk cair dari daun tanaman;
- c. Tercucinya pupuk cair oleh hujan;
- d. Pengeringan pupuk cair pada daun;
- e. Pemindahan sebagian hara yang terbatas dari daun yang dipupuk ke bagian tanaman yang lain;
- f. Kerusakan pada daun yang karena ketidakseimbangan hara lokal pada daun, disebabkan oleh aplikasi pupuk

4. Bahan dan Alat :

- 1) Pupuk fosfat alam
- 2) Pupuk organik
- 3) Pupuk hayati
- 4) Pupuk tunggal (urea, TSP, KCl)
- 5) Pupuk majemuk (NPK)
- 6) Cangkul
- 7) Ember
- 8) Timbangan

- 9) Takaran air
- 10) Pengaduk
- 11) Sprayer
- 12) Golok

5. Organisasi:

- a. Kegiatan praktik dilakukan per mahasiswa
- b. Setiap kegiatan yang dilakukan selama praktikum dicatat sebagai suatu data, selanjutnya ditulis sebagai laporan praktikum per mahasiswa

6. Prosedur Kerja :

- 1) Pakailah alat pengaman saat bekerja seperti jas lab, masker, dan sarung tangan
- 2) Sebelum melakukan praktek sebaiknya teori yang berkaitan dengan hal itu dipelajari terlebih dahulu
- 3) Luas lahan yang digunakan yaitu 20 m³/mahasiswa
- 4) Jenis pupuk yang akan digunakan yaitu urea, KCl dan TSP-36
- 5) Hitung kebutuhan pupuk jika Takaran perlakuan pupuk yang digunakan adalah: 50 kg P₂O₅, 100 kg P₂O₅. Takaran pupuk KCl/ha 50 kg K₂O, 100 kg K₂O. Pupuk urea diberikan sebesar 90 kg N/ha.

Cara Menghitung dengan Pendekatan Luas Lahan

- Pupuk urea Jumlah pupuk urea yang dibutuhkan untuk dosis 90 kg N/ha adalah:
Pupuk urea/ha: $(100/45) \times 90 \text{ kg N} = 200 \text{ kg urea}$, berdasarkan perhitungan luas lahan adalah: Ukuran petak = 20 m² = $(20/10000) \times 200 \text{ kg urea} = 400 \text{ gram urea}$
- Dalam pupuk SP-36 mengandung P₂O₅ sebanyak 36%, takaran pupuk SP-36 sebesar 50 kg P₂O₅/ha adalah sebagai berikut: Pupuk SP-36/ha takaran 50 kg = $(100/36) \times 50 \text{ kg SP} = 138,8 \text{ kg SP-36}$. Untuk takaran 100 kg P₂O₅/ha jumlah pupuk SP-36 yang dibutuhkan sebagai berikut: Pupuk SP-36/ha takaran 100 kg = $(100/36) \times 100 \text{ kg SP-36} = 277,60 \text{ kg SP-36}$ Jumlah timbangan pupuk

SP-36 untuk takaran 50 kg P_2O_5 dengan ukuran petakan seluas 20 m² dengan perhitungan adalah: Ukuran petak = 20 m² = (20/10000) x 138800 gram SP-36 = 277,6 g SP-36. Sedangkan untuk takaran 100 kg P_2O_5 /ha, dengan perhitungan luas lahan timbangan pupuk SP-36 untuk setiap petak perlakuan adalah: Ukuran petak = 20 m² = (20/10000) x 277600 gram SP-36 = 555,2 g SP-36

- Kandungan K_2O dalam pupuk KCl sebesar 45% K_2O , kebutuhan pupuk KCl untuk takaran 50 kg K_2O /ha dengan perhitungan luas lahan adalah: Pupuk KCl/ha takaran 100 kg = (100/45) x 50 kg KCl= 111,11 kg KCl. Jumlah timbangan pupuk KCl untuk petak perlakuan seluas 20 m² adalah sebagai berikut: Ukuran petak = 20 m² = (20/10000) x 111,11 kg KCl = 222,22 g KCl

6) Teknik pemupukan pupuk alam:

- Pupuk fosfat alam: disebar di permukaan lahan atau di sekitar tanaman. Berikut Gambar 1 contoh fosfat alam



Gambar 1. Contoh Fosfat Alam

(sumber: <https://www.arbico-organics.com>)

- Pupuk organik:
 - Dicampur dengan tanah yang telah diolah
 - Dimasukkan ke dalam lubang di sekeliling tanaman
 - Dimasukkan ke dalam lubang yang akan ditanami benih
 - Disebarkan di sekitar tanaman

- Dibenamkan ke dalam tanah sewaktu pengolahan tanah
- Berikut gambar 2 contoh pupuk organik



Gambar 2. Contoh Pupuk Organik

(sumber: <https://steemit.com>)

- Pupuk hayati:
 - Dicampur dengan biji yang akan ditanam
 - Dimasukkan ke dalam lubang yang akan ditanami biji atau lubang di sekitar akar tanaman
 - Berikut gambar 3 contoh pupuk hayati



Gambar 3. Contoh Pupuk Hayati

(sumber: <https://alamtani.com>)

7) Pupuk buatan

a) Disebar (*Broadcast*)

- Sebelum tanam: disebar secara merata di atas permukaan tanah, dilanjutkan dengan pengolahan tanah
- Setelah tanam: *topdressing* (disebar di atas tanaman yang sudah tumbuh), *sidedressing* (disebar di samping larikan tanaman)

b) Di samping tanaman (*Sideband*): ditempatkan pada salah satu atau kedua sisi tanaman sepanjang jalur tanaman

c) Dalam larikan (*in the row*) : ditempatkan dalam larikan tanaman

d) *Pop up* : dimasukkan bersamaan dengan biji yang ditanam

e) Ditempatkan dalam lubang : dimasukkan ke dalam lubang di samping tanaman dengan jarak tertentu dari batang

7. Tugas dan Pertanyaan :

1) Tugas :

- a) Setiap mahasiswa menulis semua pupuk yang disajikan oleh asisten dosen di lahan
- b) Setiap mahasiswa membuat *resume* yang dijelaskan oleh asisten dosen di lahan
- c) Setiap mahasiswa menghitung kebutuhan pupuk
- d) Setiap mahasiswa melakukan praktek teknik-teknik pemupukan dan mendokumentasikan kegiatannya
- e) Setiap mahasiswa mengirim *resume* dan dokumentasi kepada asisten dosen
- f) Buatlah kelompok dengan anggota minimal 4 orang dan lakukan pengamatan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman hortikultura selama 3 minggu setelah penanaman dengan teknik pemupukan yang berbeda

2) Pertanyaan :

- a) Jelaskan teknik-teknik pemupukan yang digunakan untuk tanaman semusim
- b) Jelaskan teknik-teknik pemupukan yang digunakan untuk tanaman tahunan
- c) Bagaimana mengetahui nilai hara murni nitrogen dari urea, fosfat dari TSP-36, kalium dari KCl
- d) Jelaskan fungsi dari unsur hara makro nitrogen, kalium dan fosfat dan teknik pemupukannya yang tepat di lahan
- e) Bagaimana pengamatan respon tanaman setelah diberikan pupuk dengan teknik-teknik pemupukannya

8. Pustaka :

Wijaya, K.A. 2008. Nutrisi tanaman sebagai penentu kualitas hasil dan resistensi alami tanaman. Jakarta: Prestasi Pustaka

9. Hasil Praktikum :

HASIL PENGAMATAN :

Buatlah laporan praktik yang telah dilakukan dan dikumpulkan 2 minggu sebelum pelaksanaan UAS (data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, uraian dan penjelasan, disesuaikan dengan data yang ada).

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

Minggu ke	:	Pertemuan ke IV - VI
Capaian Pembelajaran Khusus	:	Mahasiswa diharapkan dapat mengaplikasikan pengambilan contoh tanah dan pengukuran pH tanah, jenis-jenis media tanam, dan pembuatan media tanam
Waktu	:	(3 X 120 menit)
Tempat	:	Lahan

1. Pokok Bahasan :

Pengambilan dan persiapan contoh tanah, penetapan kadar air tanah, penetapan kemasaman (pH) tanah, pembuatan media tanam, percobaan penanaman sayuran di media tanam yang berbeda-beda.

2. Indikator Pencapaian :

- a. Mahasiswa mampu mengaplikasikan pengambilan dan persiapan contoh tanah
- b. Mahasiswa mampu menetapkan kadar air tanah dan kemasaman (pH) tanah
- c. Mahasiswa mampu menilai sifat fisik tanah di lapangan
- d. Mahasiswa mampu membuat media tanam dan percobaan penanaman sayuran di media tanam yang berbeda-beda

3. Teori :

Pengambilan contoh tanah sangat mempengaruhi tingkat kebenaran hasil analisis di laboratorium. Metode atau cara pengambilan contoh tanah yang tepat sesuai dengan jenis analisis yang akan dilakukan merupakan persyaratan penting yang perlu diperhatikan.

Pengambilan contoh tanah sangat mempengaruhi tingkat kebenaran hasil analisis di laboratorium. Metode atau cara pengambilan contoh tanah yang tepat sesuai

dengan jenis analisis yang akan dilakukan merupakan persyaratan penting yang perlu diperhatikan. Ada tiga macam contoh tanah yaitu (1) Contoh tanah utuh untuk penetapan kerapatan limbak, susunan pori tanah, pF dan permeabilitas; (2) Contoh tanah dengan agregat utuh untuk penetapan kemantapan agregat dan nilai COLE; dan (3) Contoh tanah biasa atau contoh tanah terganggu untuk penetaan kadar air, tekstur, konsistensi. Dalam praktikum ini akan ditekankan pengambilan contoh tanah biasa atau contoh tanah terganggu.

Tanah terdiri dari tiga fase yaitu padat, cair dan gas. Fase cairan adalah air tanah yang mengisi bagian-bagian atau seluruhnya dari ruangan kosong di antara zarah-zarah padat. Air dalam tanah dapat digolongkan dalam air gravitasi, air kapiler, dan air higroskopik. Air gravitasi adalah air yang tidak dapat ditahan oleh tanah, tetapi meresap ke bawah karena pengaruh gaya gravitasi.

Air kapiler adalah air yang dijerap biasanya merupakan suatu lapisan yang ada di sekeliling zarah-zarah tanah dan dalam ruang-ruang kapiler. Air higroskopik adalah air yang dijerap dari uap air udara oleh zarah tanah, melekat pada permukaan zarah tanah berupa selaput tipis yang terdiri dari lapisan molekul air. Untuk mengetahui keadaan air tanah dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman, perlu ditetapkan kadar air tanah dalam beberapa keadaan seperti kadar air kering udara, kapasitas lapang dan titik layu permanen.

Kadar air kering udara tanah adalah kadar air tanah yang diperoleh dengan jalan pengeringan tanah kering udara di dalam oven pada suhu 105°C selama 48 jam atau sampai berat tanah tersebut tetap. Kapasitas lapang adalah jumlah air yang ditahan oleh tanah setelah kelebihan air gravitasi meresap ke bawah karena gaya gravitasi. Titik layu permanen adalah kandungan air tanah pada saat tanaman yang ditanam di atasnya telah mengalami layu permanen dalam arti sukar disembuhkan kembali meskipun telah ditambahkan sejumlah air yang mencukupi. Selisih antara kadar air pada kapasitas lapang dan titik layu permanen disebut air tersedia (Roni et al. 2015).

Untuk mengetahui keadaan air tanah dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman, perlu ditetapkan kadar air tanah dalam beberapa keadaan seperti kadar air kering udara, kapasitas lapang dan titik layu permanen. Kadar air kering

udara tanah dalam kadar air tanah yang diperoleh dengan jalan pengeringan tanah kering udara di dalam oven pada suhu 105° C selama 48 jam atau sampai berat tanah tersebut tetap.

Kapasitas lapang adalah jumlah air yang ditahan oleh tanah setelah kelebihan air gravitasi meresap ke bawah karena gaya gravitasi. Titik layu permanen adalah kandungan air tanah pada saat tanaman yang ditanam di atasnya telah mengalami layu permanen dalam arti sukar disembuhkan kembali meskipun telah ditambahkan sejumlah air yang mencukupi. Selisih antara kadar air pada kapasitas lapang dan titik layu permanen disebut air tersedia.

Kemasaman tanah dinyatakan dengan nilai pH, yang menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion hidrogen (H^+) di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Dari segi kesuburan tanah, kemasaman tanah penting artinya dalam hal ada atau timbulnya unsur beracun dalam tanah, tersedianya unsur hara dalam bentuk dan jumlah yang cukup, untuk kehidupan mikroorganisme, dan sebagainya. Untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, tanaman menghendaki syarat-syarat kemasaman tanah tertentu.

Dalam pengukuran, perbandingan air dengan tanah berpengaruh terhadap pH tanah. Makin tinggi perbandingan tersebut, makin rendah pH yang ditetapkan karena adanya pengenceran, dan sebaliknya makin rendah perbandingan tersebut makin tinggi pH yang ditetapkan karena pada keadaan kurang air, elektrode akan kurang baik kontakannya dengan tanah sehingga nilai pH akan kurang teliti. Menurut International Soil Science Society, perbandingan air dengan tanah dianjurkan air : tanah = 2,5 : 1 atau 5 : 2.

Menurut Tim Penulis PS (2009), sekam bakar adalah media tanam yang *porous* dan steril dari sekam padi yang hanya dapat dipakai untuk satu musim tanam dengan cara membakar kulit padi kering di atas tungku pembakaran, dan sebelum bara sekam menjadi abu disiram dengan air bersih. Hasil yang diperoleh berupa arang sekam (sekam bakar). Selanjutnya Yati Supriati dan Ersi Herliana (2011) mengemukakan arang sekam adalah sekam padi yang telah dibakar

dengan pembakaran tidak sempurna. Cara pembuatannya dapat dilakukan dengan menyangrai atau membakar.

4. Bahan dan Alat :

- 1) Sekop atau cangkul
- 2) Bor tanah
- 3) Kantong plastik
- 4) Label
- 5) Tali rafia
- 6) Timbangan
- 7) Botol tanah/tin
- 8) Oven
- 9) Eksikator
- 10) Botol film
- 11) Beaker glass (piala) 50 ml
- 12) Pengaduk gelas
- 13) pH meter
- 14) Contoh tanah kering udara yang lolos ayakan berdiameter 2 mm
- 15) Air destilat

5. Organisasi :

- a. Kegiatan praktik dilakukan per kelompok
- b. Setiap kegiatan yang dilakukan selama praktikum dicatat sebagai suatu data, selanjutnya ditulis sebagai laporan praktikum per kelompok

6. Prosedur Kerja :

- 1) Pengambilan dan persiapan contoh tanah
 - a) Ratakan dan bersihkan lapisan atas tanah yang akan diambil contoh

- b) Ambil sampel dengan bor tanah. Setiap unit contoh komposit diambil 15 – 20 bor tanah
- c) Campur seluruh contoh dengan baik
- d) Ambil sub sampling 2 – 5 kg
- e) Masukkan ke dalam kantong plastik dan beri 2 (dua) label (satu di dalam, satu di luar)
- f) Ikat dengan baik
- g) Contoh siap dibawa ke tempat analisis
- h) Jarak antara dua pengambilan contoh tanah : 45,72 – 804,5 m tergantung luas areal. Makin sempit, variasi data makin kecil namun terkait biaya dan tenaga.
- i) Kedalaman pengambilan contoh tanah tergantung pada jenis tanaman yang akan dibudidayakan: tanaman pangan (15 – 20 cm), padang rumput (cukup 5 cm), tanaman tahunan (> 30 cm).
- j) Persiapan Contoh di Laboratorium:

- Pencatatan contoh

Contoh dari lapangan dicatat sesuai dengan kode yang tertera pada label dan diberi keterangan seperlunya.

- Pengeringan

Untuk kepentingan analisa lebih lanjut, diperlukan tanah kering udara yang lolos ayakan dengan diameter tertentu sesuai dengan jenis analisa yang diinginkan.

- Contoh disebarkan ke dalam tampah yang diberi alas kertas/plastik diberi nomor sesuai catatan, satu di atas tampah satu lagi diselipkan di bawah kertas /plastik.
- Akar-akaran, batuan dan kotoran lain dibuang
- Bongkahan besar dikecilkan dengan tangan
- Simpan di ruang khusus, jangan kena sinar matahari

- Bila sudah kering, sebagian ditumbuk sebagian lagi untuk arsip
- Penumbukan/Pengayakan
 - Contoh ditumbuk pada lumpang porselen atau mesin giling dan diayak dengan ayakan 2 mm
 - Simpan dalam wadah yang sudah diberi nomor contoh
 - Untuk contoh 0,5 mm diambil dari contoh 2 mm dan digerus atau digiling dan diayak dengan ayakan 0,5 mm
- Penyimpanan

Simpan contoh di ruang timbang. Bila selesai dianalisis disimpan dalam gudang untuk memudahkan bila ada ulangan.

2) Penetapan kadar air tanah

a) Penetapan kadar air dalam keadaan kering udara (KaKU)

- Timbang botol tanah atau tin kosong yang telah dioven
- Timbang 2 kali @ 10 g tanah kering udara yang lolos ayakan berdiameter 2 mm dalam tin yang telah diketahui bobotnya. Tanah 2 x 10 g tersebut disebut duplo.
- Keringkan kedua contoh tanah tersebut dalam oven pada suhu 105 °C, sampai mencapai bobot tetap ± 24 jam. Waktu meletakkan di dalam oven, tutup tin harus dibuka
- Keluarkan tin dan isinya, langsung dinginkan dalam eksikator sampai mencapai suhu kamar, segera timbang
- Hitung kadar airnya atas dasar bobot tanah kering oven 105 °C dengan persamaan sebagai berikut :
 - Bobot air = bobot tin berisi tanah lembab – bobot tin berisi tanah kering oven 105 °C
 - Bobot tanah kering 105 °C = bobot tin berisi tanah kering oven 105 °C - bobot tin.

- % kadar air tanah (KaKU) = (bobot air/bobot tanah kering 105 °C) x 100%

b) Penetapan Kadar Air dalam Keadaan Kapasitas Lapang (KaKL)

- Ambil tanah kering udara yang lolos ayakan berdiameter 2 mm, masukkan ke dalam botol film yang telah berisi (buat duplo)
- Letakkan botol film tersebut 4- 5 kali agar tanah dalam botol tersusun secara teratur
- Teteskan air ke dalam botol secara perlahan-lahan menggunakan pipet atau
- Botol semprot sampai tanah di dalamnya basah + 2/3 bagian dari tepi atas botol.
- Tutup botol dan biarkan selama 24 jam
- Setelah 24 jam, ambil contoh tanah sedalam + 2/3 bagian dari tepi atas botol untuk dioven dengan prosedur yang sama seperti pada penetapan kadar air kering udara
- Hitung kadar air kapasitas lapang (KaKL) dengan persamaan yang sama dengan pada perhitungan KaKU

3) Penetapan kemasaman (pH) tanah

- Timbang 10 g tanah, masukkan ke dalam *beaker glass* 50 ml
- Tambahkan 25 ml air destilat
- Aduk perlahan-lahan dengan pengaduk gelas
- Biarkan selama + 30 menit
- Bawa contoh tanah tersebut ke alat pH meter
- Masukkan elektrode ke dalam suspensi, tetapkan/baca pH
- Setiap habis pengukuran pH, elektrode harus dibilas dan dibersihkan dengan air destilata. Dijaga agar elektrode selalu terendam dalam air destilata bila tidak dipakai, kadang-kadang direndam juga dengan KCl jenuh.

4) Pembuatan media tanam

- Persiapan media tanam: Media tanam yang digunakan sesuai perlakuan, yaitu tanah saja dimasukkan ke dalam masing-masing polybag berdiameter 30 cm sebanyak 20 polybag. Media tanam tanah dan campuran sekam bakar sesuai perbandingan (perlakuan) dicampur dan aduk rata sebelum dimasukkan ke dalam polybag berdiameter 30 cm sebanyak 20 polybag
- Penanaman; Benih pakcoy yang lolos seleksi langsung ditanam pada media tanam masing-masing 5 benih setiap polybag. Setelah bibit pakcoy berumur 2 minggu dan berdaun 3 helai, dilakukan penjarangan dengan hanya meninggalkan satu bibit yang sehat. Penjarangan dilakukan pada sore hari untuk menghindari sinar matahari yang terik, sehingga bibit tidak layu dan mati
- Pemeliharaan; Tujuan pemeliharaan tanaman adalah supaya pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoy optimal. Tindakan pemeliharaan yang dilakukan adalah a) pemberian pupuk dilakukan pada saat pembuatan media sebanyak 25 g setiap polybag sebagai pupuk dasar, dan sebulan sekali sebagai pupuk lanjutan, b) penyiangan dan penggemburan dilakukan sekaligus, yaitu dua minggu setelah tanaman. Pemeliharaan selanjutnya tiap satu minggu sekali (jika perlu), c) penyiraman dilakukan bersifat insidentil tergantung kondisi lapangan, d) pengendalian hama dan penyakit bersifat kalender pada umur satu, tiga, dan empat minggu secara mekanis.

7. Tugas dan Pertanyaan :

1) **Tugas**

- a) Setiap mahasiswa membuat *resume* yang dijelaskan oleh asisten dosen di lahan dan dikumpulkan melalui *google form*
- b) Buatlah kelompok praktikum minimal 6 orang per kelompok
- c) Masing-masing kelompok mengerjakan pengambilan dan persiapan contoh tanah sebanyak minimal 10 sampel tanah

- d) Masing-masing kelompok mengerjakan penetapan kadar air tanah sebanyak minimal 20 sampel tanah
- e) Masing-masing kelompok mengerjakan penetapan kemasaman (pH) tanah sebanyak minimal 25 sampel tanah
- f) Masing-masing kelompok mengerjakan pembuatan media tanam sebanyak minimal 100 kg

2) Pertanyaan :

- a) Bagaimana keragaman hasil pengambilan contoh tanah?
- b) Apa saja yang diperlukan dalam pengukuran pH tanah dan pengukuran kadar air?
- c) Apa fungsi alat eksikator? Jelaskan
- d) Bagaimana perbedaan pertumbuhan pakcoy pada media tanam yang berbeda?

8. Pustaka :

Roni NGK, Witariadi NM, Budiasa IKM, Trisnadewi AAA, Kusumawati, NNC. 2015. Penuntun Praktikum Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Udayana: Bali

Tim Penulis PS. 2009. Budidaya Tomat Secara Komersial. Penebar Swadaya. Jakarta.

9. Hasil Praktikum :

HASIL PENGAMATAN :

Buatlah laporan praktik yang telah dilakukan dan dikumpulkan 2 minggu sebelum pelaksanaan UAS (data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, uraian dan penjelasan, disesuaikan dengan data yang ada).

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

Minggu ke	: Pertemuan ke VII - IX
Capaian Pembelajaran Khusus	: mahasiswa diharapkan dapat mengaplikasikan pembuatan bioaktivator (MOL) dan kompos serta pengemasan kompos
Waktu	: (3 X 120 menit)
Tempat	: Lahan

1. Pokok Bahasan :

Pembuatan bioaktivator (MOL), pengamatan pH dan suhu selama proses pengomposan dan pembuatan kompos dari sampah daun serta pengemasan kompos.

2. Indikator Pencapaian :

- a. Mahasiswa mampu membuat MOL untuk pengomposan
- b. Mahasiswa mampu membuat kompos dari sampah daun
- c. Mahasiswa mampu menganalisis perubahan pH dan suhu dalam proses pengomposan
- d. Mahasiswa mampu mengemas kompos yang layak dijual

3. Teori :

Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Sisa tanaman, hewan, atau kotoran hewan, juga sisa jutaan makhluk kecil yang berupa bakteri jamur, ganggang, hewan satu sel, maupun banyak sel merupakan sumber bahan

organik yang sangat potensial bagi tanah, karena perannya yang sangat penting terhadap perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, namun bila sisa hasil tanaman tidak dikelola dengan baik maka akan berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti mengakibatkan rendahnya keberhasilan pertumbuhan benih karena imobilisasi hara, allelopati, atau sebagai tempat berkembangbiaknya patogen tanaman (Setyorini et al. 2006).

Dalam pembuatan kompos, aktivator digunakan untuk mempercepat proses kematangan kompos. Selain menggunakan aktivator komersial, dapat digunakan bioaktivator dengan memanfaatkan mikroorganisme lokal (MOL). Larutan MOL merupakan hasil fermentasi yang dapat dibuat dari berbagai bahan yang tersedia di lingkungan sekitar kita. Larutan ini mengandung mikroorganisme yang dapat merombak bahan organik, merangsang pertumbuhan tanaman dan sebagai agen pengendali hama penyakit tanaman (Sutari, 2009). Menurut Purwasasmita (2009), larutan MOL dapat dibuat dengan cara sederhana, misalnya dengan memanfaatkan limbah yang ada disekitar lingkungan kita. Komponen utama yang harus dipenuhi dalam bahan pembuatan MOL adalah karbohidrat, glukosa dan sumber mikroorganisme.

Dalam praktikum ini, akan dilakukan pembuatan kompos padat dari sampah daun kering sekitar Polbangtan dengan menggunakan bioaktivator mikroorganisme lokal (MOL) yang terbuat dari campuran jenis dedaunan sebagai sumber mikroorganismenya, antara lain daun ketapang (*Terminalia catappa*) dan daun mahoni (*Switenia mahagony*) atau dedaunan lainnya. Sedangkan sumber karbohidrat dan glukosa menggunakan air tepung beras dan tetes tebu (molase). Larutan MOL ini akan difermentasi selama 14 hari sebelum ditambahkan ke bahan kompos. Proses pengomposan dengan bantuan bioaktivator MOL daun yang akan dilakukan selama 28 hari dengan proses pengomposan secara aerobik.

4. Bahan dan Alat :

- 1) Gelas ukur
- 2) Jerigen
- 3) Botol bekas

- 4) Selang bening
- 5) Blender
- 6) Pisau
- 7) Lem tembak
- 8) Mesin pencacah
- 9) Terpal
- 10) Sekop
- 11) Timbangan
- 12) Daun Ketapang
- 13) Daun Mahoni
- 14) Air
- 15) Molase

5. Organisasi :

- a. Kegiatan praktik dilakukan per kelompok
- b. Setiap kegiatan yang dilakukan selama praktikum dicatat sebagai suatu data, selanjutnya ditulis sebagai laporan praktikum per kelompok

6. Prosedur Kerja :

- 1) Melakukan proses pembuatan bioaktivator larutan MOL dengan menggunakan 2 jenis daun dari tanaman yang banyak terdapat di sekitar kampus Polbangtan misalnya yaitu daun ketapang (*Terminalia catappa*) dan daun mahoni (*Switenia mahagoni*). Berikut langkah kerja dalam pembuatan larutan MOL daun :
 - Menyiapkan alat, seperti gelas ukur, jerigen, botol bekas, selang bening, blender, pisau, dan lem tembak
 - Menyiapkan bahan MOL dengan komposisi 500 gram daun ketapang + 500 gram daun mahoni + 150 gram tepung beras + 4 L air + 300 mL molase
 - Melarutkan 150 gram tepung beras ke dalam 2 L air sumur

- Menghaluskan 1000 gr campuran daun sesuai variasi yang ditentukan dengan blender, sebelumnya lebih baik daun dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil agar lebih mudah diblender
 - Memasukkan campuran daun yang telah halus dan larutan tepung beras ke dalam jerigen, kemudian ditambahkan 300 mL molase
 - Mengaduk semua bahan menggunakan batang kayu atau kocok jerigen agar semua bahan tercampur rata
 - Menutup jerigen dengan rapat agar tidak terdapat hewan/ material lain yang masuk ke dalam campuran bahan, sebelumnya tutup jerigen disambungkan ke botol bekas 1,5L yang telah terisi air setengah bagian menggunakan selang bening, hal ini bertujuan untuk menampung pelepasan udara dari proses fermentasi bahan didalam jerigen selama masa fermentasi sehingga jerigen tidak akan meledak
 - Masa fermentasi pembuatan larutan MOL ini dilakukan selama 14 hari didalam ruang tertutup dan tidak terpapar sinar matahari secara langsung (jerigen dapat diletakkan di dalam ruangan dan diberi penutup/ dimasukkan ke dalam kotak kardus)
 - Setelah hari ke – 14, jerigen dapat dibuka dan kemudian isinya disaring/ diperas untuk mendapatkan larutan MOL hasil fermentasi yang akan digunakan sebagai bioaktivator dalam pengomposan sampah daun kering
- 2) Melakukan pengomposan sampah daun kering dengan menggunakan bioaktivator larutan MOL yang telah dibuat dalam tahap 1. Langkah kerja pembuatan kompos sebagai berikut :
- Menyiapkan alat, seperti bak komposting, mesin pencacah daun, gelas ukur, sekop, timbangan, ember dan sprayer. Reaktor komposting terdiri dari 4 kompartmen dengan masing – masing ukuran panjang, lebar dan tinggi adalah 50 cm, 100 cm, dan 25 cm.
 - Menyiapkan bahan pengomposan dengan komposisi sebagai berikut : 10 kg sampah daun + 10 liter air (1000 mL MOL + 10 liter air)

- Melakukan pencacahan sampah daun kering yang akan dikomposkan menggunakan mesin pencacah dan kemudian diletakkan pada masing – masing kompartmen
- Siapkan 2 perlakuan yaitu sampah daun yang dicampur MOL dan sampah daun yang tidak dicampur MOL
- Melarutkan bioaktivator MOL dengan menggunakan air sumur (100 ml MOL/ 1 liter air/ 1 kg sampah)
- Menyemprotkan larutan MOL tersebut ke dalam tumpukan sampah daun sambil diaduk – aduk supaya penyemprotannya merata
- Menutup bak pengomposan menggunakan terpal untuk menghindari adanya material lain yang masuk ke dalam bak pengomposan dan melindungi dari hujan
- Pengomposan sampah daun kering tersebut dilakukan selama 28 hari dan setiap 3 hari sekali dilakukan pembalikan tumpukan kompos yang bertujuan untuk memberikan ketersediaan oksigen selama masa pengomposan
- Memantau kondisi pH dan temperatur selama masa pengomposan setiap 1 hari sekali serta dilakukan pencatatan
- Setelah hari ke – 28, tumpukan kompos dapat dibuka dan dikeringkan secara alami dengan sinar matahari, kemudian dapat diaplikasikan pada tanaman.

7. Tugas dan Pertanyaan :

1) Tugas :

- a) Setiap mahasiswa membuat resume yang dijelaskan oleh asisten dosen di lahan dan dikumpulkan melalui google form
- b) Buatlah kelompok praktikum minimal 5 orang per kelompok
- c) Masing-masing kelompok mengerjakan pembuatan MOL dan Kompos Daun
- d) Suhu dan pH dicatat setiap hari selama 27 hari
- e) Kompos yang telah matang dikemas seperti produk kompos di pasaran

2) Pertanyaan :

- a) Bagaimana perbedaan hasil kompos yang dicampur dengan dan tanpa MOL? Jelaskan
- b) Bagaimana peran MOL dalam proses pengomposan? Jelaskan

8. Pustaka :

Hadiwidodo M, Sutrisno E, Handayani DS, Febriani MP. 2018. Studi Pembuatan Kompos dari Sampah Daun Kering TPST Undip dengan Variasi Bahan Mikroorganisme Lokal (MOL) Daun. Jurnal Presipitasi 15 (2)

Purwasasmita M, Kurnia K. 2009. Mikroorganisme Lokal sebagai Pemicu Siklus Kehidupan dalam Bioreaktor Tanaman. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia SNTKI. Bandung

Setyorini D, Saraswati R, Anwar EK. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian: Bogor.

Sutari, N.W.S. 2009. Pengujian Kualitas BioUrine Hasil Fermentasi Dengan Mikroba yang Berasal dari BahanTanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L*). Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Udayana, Denpasar.

9. Hasil Praktikum :

HASIL PENGAMATAN :

Buatlah laporan praktik yang telah dilakukan dan dikumpulkan 2 minggu sebelum pelaksanaan UAS (data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, uraian dan penjelasan, disesuaikan dengan data yang ada).

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

Minggu ke	: Pertemuan ke X - XII
Capaian Pembelajaran Khusus	: Mahasiswa mampu membuat pupuk kandang terbuka dan tertutup serta pupuk organik cair
Waktu	: (3 X 120 menit)
Tempat	: Laboratorium dan Lahan

1. Pokok Bahasan :

Proses pengolahan pupuk kandang tertutup dan terbuka serta proses pembuatan pupuk organik cair.

2. Indikator Pencapaian :

- a. Mahasiswa mampu mengaplikasikan pembuatan pupuk kandang tertutup
- b. Mahasiswa mampu mengaplikasikan pembuatan pupuk kandang terbuka
- c. Mahasiswa mampu mengaplikasikan pembuatan pupuk cair organik
- d. Mahasiswa mampu melakukan pengemasan pupuk kandang dan pupuk cair seperti produk di pasaran

3. Teori :

Pupuk kandang berasal dari hasil pertanian yang menyediakan sumber makro dan mikro yang diperlukan dalam bentuk yang tersedia (Gudugi, 2013). Kotoran hewan kaya akan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman, sekitar 70-80% nitrogen (N), 60-85% fosfor (P), dan 80-90% potasium (K) dalam pakan dieksresikan pada pupuk kandang sehingga komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan berbeda tergantung pada jumlah dan jenis makanannya. Kadar hara yang terkandung dalam kotoran sapi yaitu 1.06% N, 0.74% P, dan 1.25% K. Pupuk kandang sapi memiliki kadar serat tinggi seperti selulosa dan untuk

memaksimalkan penggunaan pupuk kandang sapi harus dilakukan pengomposan agar C/N rasio dibawah 20.

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran ternak misalnya sapi, kuda, ayam, kambing, domba. Ketika kotoran baru keluar dari perut ternak maka masih berupa 'kotoran ternak' dan belum menjadi 'pupuk kandang'. Pupuk kandang padat dapat dibuat dengan 2 cara, yaitu terbuka dan tertutup. Proses yang terjadi dalam pembuatan pupuk kandang tertutup dapat mematikan bakteri maupun hama dari kotoran ternak yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Martini et al., 2015).

4. Bahan dan Alat :

- 1) Kotoran ternak
- 2) Sisa pakan ternak
- 3) Cangkul
- 4) Sekop
- 5) Terpal 4 x 4 m
- 6) Larutan yang dibuat dari 8 liter air, 500 mL MOL dan 1 kg gula
- 7) Parang
- 8) Gembor
- 9) Gelas ukur
- 10) Plastik hitam
- 11) Pengayak 2 mm
- 12) Ember plastik dan pengaduk
- 13) Daun gamal/ambas
- 14) Sisa sayuran dan buah-buahan
- 15) Dedak padi
- 16) Gula merah

- 17) Masker
- 18) Selang 1,5 meter dan diameter 1 cm
- 19) Drum 200 liter

5. Organisasi

- a. Kegiatan praktik dilakukan per kelompok
- b. Setiap kegiatan yang dilakukan selama praktikum dicatat dan dokumentasikan sebagai suatu data, selanjutnya ditulis sebagai laporan praktikum per kelompok

6. Prosedur Kerja :

- 1) Pupuk kandang terbuka
 - Tentukan tempat penampungan di sekitar kebun, bisa di tempat terbuka atau yang teduh.
 - Kumpulkan kotoran ternak dan sisa pakan seminggu sekali, atau tiap membersihkan kandang.
 - Tumpuk kotoran ternak di tempat yang ditentukan. Cacah sisa pakan dan campur dengan kotoran ternak.
 - Aduk hingga rata.
 - Pasang terpal untuk melindungi dari hujan dan sinar matahari langsung.
 - Aduk setiap 2 minggu agar proses penguraian merata.
 - Dua minggu kemudian, pupuk siap dipakai jika sudah dingin, berwarna hitam, dan tidak berbau
 - Berikut Gambar 4 adalah contoh pupuk kandang terbuka



Gambar 4. Contoh Pupuk Kandang Terbuka

(sumber: <https://kabartani.com>)

2) Pupuk kandang tertutup

- Hancurkan gula merah, masukkan dalam ember berisi air, dan aduk hingga larut. Masukkan 500 mL MOL, aduk kembali. Tuang larutan ke dalam gembor.
- Gelar alas plastik.
- Tumpuk kotoran ternak dan sisa pakan sedikit demi sedikit lalu siram dengan larutan gula dan MOL. Sisa pakan sebaiknya dicacah dulu.
- Tumpuk terus kotoran ternak dan sisa pakan hingga mencapai tinggi 60 cm (sekitar 4 jengkal) dan siram dengan larutan.
- Tutup campuran bahan pupuk dengan plastik, atau bungkus dengan alas yang digunakan.
- Pasang terpal untuk melindungi dari hujan dan sinar matahari langsung.
- Periksa dan aduk gundukan setiap minggu. Jika terlalu kering, siramlah dengan air. Setelah 1 bulan, bongkar dan ayak.
- Kemas pupuk kandang seperti kemasan di pasaran
- Berikut Gambar 5 adalah contoh pupuk kandang tertutup



Gambar 5. Contoh Pupuk Kandang Tertutup

(sumber: <https://isroi.com>)

3) Pembuatan pupuk organik cair (POC)

- Masukkan 25 kg kotoran ternak ke dalam drum sedikit demi sedikit.
- Masukkan 20 liter air dan aduk. Drum yang digunakan tidak harus berukuran 200 liter. Yang penting, ketika terisi adonan pupuk, masih terdapat ruang sisa sekitar 1 jengkal.
- Cacah daun ambas, sisa sayuran buah-buahan, dan masukkan ke dalam drum.
- Masukkan 20 liter air, dan aduk kembali.
- Masukkan dedak, dan masukkan kembali 20 air liter, aduk
- Secara terpisah, larutkan 2 kg gula merah dengan 15 liter air, dan tuang larutan ke dalam drum.
- Masukkan 500 ml MOL, aduk hingga merata.
- Tutup drum dengan plastik dan karet ban untuk mencegah masuknya udara.
- Buat lubang sebesar selang air pada tutup drum, lalu masukkan ujung selang ke lubang tersebut. Ujung selang satunya dimasukkan ke botol plastik bekas yang diisi air untuk membuang gas dalam drum.
- Setelah 1 minggu, buka penutup dengan hati-hati, sambil menggunakan masker.

- Aduk larutan pupuk. Jika terlalu kental tambahkan air secukupnya, lalu aduk.
- Tutup drum dengan rapat.
- Buka setelah 1 bulan sejak dibuat yaitu saat bahan-bahan sudah melapuk dan larut.
- Saring pupuk cair agar bebas dari endapan.
- Pupuk organik cair siap digunakan.
- Pupuk organik cair dikemas seperti produk pupuk di pasaran
- Untuk sisa endapan yang masih padat, dapat dikering-anginkan dan digunakan sebagai pupuk organik padat
- Berikut Gambar 6 di bawah ini adalah contoh drum yang dirancang untuk membuat POC.



Gambar 6. Drum Tempat Pembuatan POC

(sumber: <https://www.inspirasipertanian.com>)

7. Tugas dan Pertanyaan :

1) Tugas :

- Setiap mahasiswa membuat *resume* yang dijelaskan oleh asisten dosen di lahan dan dikumpulkan melalui *google form*
- Buatlah kelompok praktikum minimal 7 orang per kelompok

- c) Masing-masing kelompok mengerjakan pembuatan pupuk kandang tertutup dan terbuka serta pembuatan POC
- d) Suhu dan pH dicatat setiap hari selama 30 hari untuk pupuk kandang tertutup dan terbuka serta POC

2) Pertanyaan :

- a) Jelaskan kelebihan dan kekurangan pupuk kandang terbuka dan tertutup dibandingkan pupuk kimia
- b) Jelaskan kelebihan dan kekurangan POC dibandingkan pupuk kimia
- c) Bagaimana perbedaan hasil pupuk kandang terbuka dengan tertutup
- d) Mengapa pH turun selama proses pembuatan POC? Jelaskan

8. Pustaka :

Gudugi. 2013. Effect of cow dung and variety on the growth and yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). Euro. J. Exp. Bio. 3(2): 495-498

Martini E, Ismawan IN, Prahmono A, Surgana M, Megawati, Suryadi A, Saad U, Gunawan H, Bari Y, Kusuma G, Suganda G, Hadedi A dan Erwin LOM. 2015. Pupuk organik pada budi daya kebun campur. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 45p.

9. Hasil Praktikum :

HASIL PENGAMATAN :

Buatlah laporan praktik yang telah dilakukan dan dikumpulkan sebelum pelaksanaan UAS (data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, uraian dan penjelasan, disesuaikan dengan data yang ada).

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

Minggu ke	: Pertemuan ke XII - XIV
Capaian Pembelajaran Khusus	: Mahasiswa mampu membuat biofungisida (agensia hayati) dari <i>Trichoderma</i> sp dan biopestisida dari <i>Bacillus subtilis</i>
Waktu	: (2 X 120 menit)
Tempat	: Laboratorium

1. Pokok Bahasan :

Pembuatan biofungisida dari *Trichoderma* sp dan biopestisida dari *Bacillus subtilis*.

2. Indikator Pencapaian :

- a. Mahasiswa mampu memahami tahapan pembuatan biofungisida dan biopestisida
- b. Mahasiswa mampu membuat biofungisida dari *Trichoderma* sp
- c. Mahasiswa mampu membuat biopestisida dari *Bacillus subtilis*
- d. Mahasiswa mampu mengemas biofungisida dan biopestisida seperti produk sejenisnya di pasaran

3. Teori :

Agensia hayati tidak hanya digunakan untuk mengendalikan OPT, tetapi juga mencakup pengertian penggunaannya untuk mengendalikan jasad pengganggu pada proses produksi dan pengolahan hasil pertanian. Pengendalian hayati dapat dilakukan dengan beberapa cara misalnya dengan manipulasi lingkungan, introduksi agen antagonis, introduksi patogen avirulen alami serta mikroorganisme endofit. Sejumlah bakteri telah dilaporkan efektif sebagai agens hayati pengendali hama dan penyakit tanaman di antaranya ialah dari genus-

genus *Bacillus*, *Bdellovibrio*, *Dactylella*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Pseudomonas*, dan *Trichoderma*.

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah dan biofungisida adalah jamur *Trichoderma* sp, mikroorganisme ini adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan. *Trichoderma* sp disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* sp dapat menghambat pertumbuhan serta penyebaran racun jamur penyebab penyakit bagi tanaman seperti cendawan *Rigidiforus lignosus*, *Fusarium oxysporum*, *Rizoctonia solani*, *Fusarium moniliforme*, *Sclerotium rolfsii* dan cendawan *Sclerotium rolfsii* (Farida, 2014)

Penggunaan pupuk biologis dan agen hayati *Trichoderma* sp sangat efektif mencegah penyakit busuk pangkal batang, busuk akar yang menyebabkan tanaman layu, dan penyakit jamur akar putih. Penggunaan pupuk biologis dan biofungisida *Trichoderma* sp memang tidak memperlihatkan dampak manfaatnya secara langsung seperti pupuk ataupun fungisida kimia. Dengan penggunaan rutin secara berkala pupuk biologis dan biofungisida *Trichoderma* sp akan memberikan mafaat yang lebih baik daripada pupuk dan fungisida kimia.

Trichoderma sp merupakan cendawan (fungi) yang termasuk dalam kelas ascomycetes, dimana *Trichoderma* sp banyak ditemukan di dalam tanah hutan maupun tanah pertanian atau pada tunggul kayu. *Trichoderma* sp akan tumbuh dengan baik pada suhu 6°C sampai dengan 41°C dengan pH optimum 3 sampai dengan 7 dan sukrosa dan glukosa merupakan karbon utama. Untuk berkembangbiak cendawan ini menggunakan konidia (spora). simpan pada ruangan bersih dan terhindar dari sinar matahari. *Trichoderma* sp akan terlihat tumbuh setelah satu sampai dua minggu. *Trichoderma* sp yang telah tumbuh pada media beras dan sekam disebut dengan starter beras yang selanjutnya dapat dibiakkan pada media tanah.

4. Bahan dan Alat :

- 1) Jamur induk *Trichoderma*
- 2) Beras
- 3) Air murni
- 4) Alkohol
- 5) Plastik bening
- 6) Kompor
- 7) Panci
- 8) Sendok
- 9) Wadah
- 10) Lilin
- 11) 3 buah toples yang ada tutupnya
- 12) 2 meter selang akuarium
- 13) Galon air mineral
- 14) Air bersih secukupnya
- 15) Ekstrak kentang
- 16) Glasswool
- 17) PK (obat kulit)
- 18) Air pump (untuk akuarium)
- 19) Isolat *Bacillus subtilis*
- 20) Gula pasir
- 21) Pisau

5. Organisasi :

- a. Kegiatan praktik dilakukan per kelompok
- b. Setiap kegiatan yang dilakukan selama praktikum dicatat dan dokumentasikan sebagai suatu data, selanjutnya ditulis sebagai laporan praktikum per kelompok

6. Prosedur Kerja :

1) Perbanyak biofungisida *Trichoderma*

- Beras dimasak menjadi 1/3 masak (selama 10 menit)
- Setelah beras menjadi 1/3 masak dinginkan pada wadah nampan yang telah disediakan
- Setelah itu masukkan beras yang telah didinginkan tersebut kedalam plastik bening. Setiap plastik diisi dengan beras 3 sendok makan.
- Kemudian beras yang telah selesai dimasukkan kedalam plastik kemudian disterilkan dengan cara dikukus selama 10 menit
- Selanjutnya dinginkan lagi pada nampan hingga benar-benar dingin
- Sterilkan sendok yang akan digunakan dengan menggunakan alcohol, begitu juga dengan tangan kita.
- Sendok tersebut dekatkan dengan api lilin secara sekilas saja, hal ini untuk bertujuan mensterilkan sendok dari bakteri-bakteri di udara
- Gunakan sendok yang telah disterilkan tersebut untuk mengambil bahan induk jamur *Trichoderma* yang telah disediakan
- Setiap 1 kantong plastik yang berisi beras yang telah dikukuskan tadi akan kita isi dengan bahan induk jamur *trichoderma* sebanyak 1/3 sendok
- Kocokkan agar jamur *Trichoderma* merata tercampur dengan media beras yang telah kita kukus tadi
- Kemudian setelah itu streples ujung plastik yang terbuka agar tidak ada celah binatang kecil seperti semut masuk kedalam plastik tersebut
- Setelah semua proses diatas selesai, diamkan pada wadah nampan selama 14 hari

- Jika proses yang kita lakukan baik dan benar maka setelah 14 hari media beras diatas akan berubah warna menjadi warna hijau yang merata
- *Trichoderma* (F1) ini sudah siap untuk digunakan, dan masih bisa diturunkan menjadi F2 dan berakhir pada F3
- Berikut Gambar 7 adalah contoh hasil perbanyakan *Trichoderma*

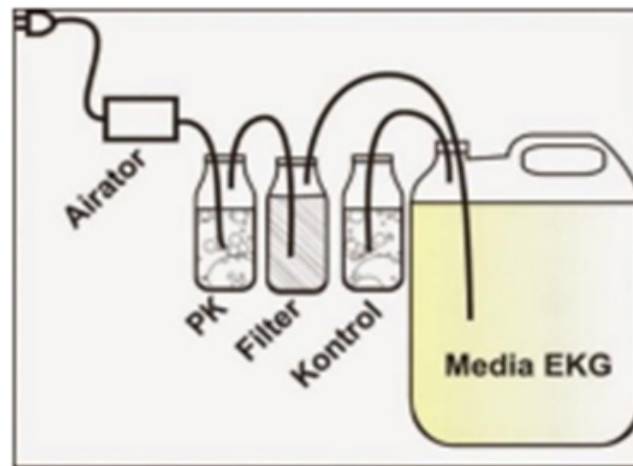


Gambar 7. Contoh hasil perbanyakan *Trichoderma*

Sumber: <https://www.nuansa.web.id>)

2) Perbanyakan biopestisida *Bacillus subtilis*

- Pasang alat-alat secara berurutan dan hubungkan dengan selang mulai dari Air pump, toples, toples, galon air mineral dan toples. Cara pemasangan selang yang benar adalah selang harus menempel rapat di toples maupun galon. Jangan sampai ada lobang udara. Selang masuk udara harus menyentuh dasar toples sedangkan selang buangan udara hanya sedikit saja masuk kedalam toples. Selang jangan sampai terhimpit dan rapat ataupun tersumbat. Agar sambungan selang dengan toples rapat gunakan lem bakar yang ditetaskan pada sambungan seperti pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Instalasi perbanyakan *Bacillus subtilis*

- Isi toples pertama dengan larutan PK kira-kira 3/4 tinggi toples (1 ujung sendok teh PK larutkan dalam satu liter air)
- Isi toples kedua dengan glasswool
- Isi galon air mineral dengan ekstrak kentang
- Kemudian masukkan larutan gula ke dalam tiap galon tersebut dan tutup dengan rapat
- Lalu masukkan kembali ke dalam dandang untuk di seterilisasi selama 6 jam per gallon.
- Setelah di seterilisasi selama 6 jam, angkat gallon dan didiamkan sampai air di dalam gallon dingin.
- Setelah dingin, masukkan isolat Bakteri ke dalam gallon
- Isi toples terakhir dengan air bersih
- Tutup rapat toples-toples tersebut hingga tidak tembus udara jika perlu rapatkan dengan lakban
- Hubungkan air pump dengan stop kontak
- Biarkan beberapa saat sampai ujung selang pada toples yang berisi air bersih keluar gelembungnya. Jika ujung selang tersebut belum bergelembung udara berarti masih ada sambungan yang bocor

- Perbaiki lagi sambungan (instalasi) sampai benar-benar rapat (Kunci utama keberhasilan pembuatan bakteri ini ada pada cara instalasi)
- Jika sudah benar sambungan biarkan proses pembiakan terjadi selama 20 hari
- Agensia hayati tersebut dapat diaplikasikan ke tanaman dengan cara disemprot dan disiramkan di sekitar tanaman. Dosis adalah 3 liter/ha. Konsentrasi larutan 5 cc/liter air
- Cara membuat ekstrak kentang sebagai media utama pembiakan sebagai berikut:
 - Kupas kentang dan cuci sampai bersih
 - Potong-potong sampai ukuran kira-kira 1 cm³
 - Rebus sampai kentang benar-benar lunak
 - Ambil kentang yang berada dalam panci
 - Biarkan dingin, setelah dingin campurkan dan larutkan gula pasir 0,5 kg kedalam ekstrak kentang tadi
- Berikut Gambar 9 adalah contoh koloni *Bacillus subtilis*



Gambar 9. Contoh koloni *Bacillus subtilis*

(sumber: <https://www.longdom.org>)

7. Tugas dan Pertanyaan :

1) Tugas :

- a) Setiap mahasiswa membuat *resume* yang dijelaskan oleh asisten dosen di lahan dan dikumpulkan melalui *google form*
- b) Buatlah kelompok praktikum minimal 4 orang per kelompok
- c) Masing-masing kelompok mengerjakan pembuatan biofungisida dan bipestisida
- d) Amati, catat dan dokumentasikan perubahan warna selama 15 hari
- e) Catat pH sebelum dan sesudah menjadi POC
- f) Setiap kelompok mengemas biofungisida dan biopestisida seperti produk sejenisnya di pasar

2) Pertanyaan :

- a) Jelaskan kelebihan dan kekurangan biofungisida dan bipestisida dibandingkan pestisida dan fungisida kimia
- b) Mengapa terjadi perubahan warna selama proses pembuatan POC? Jelaskan
- c) Mengapa terjadi perubahan pH selama proses pembuatan POC? Jelaskan

8. Pustaka :

Farida NI. 2014. Manfaat dan Cara Pembuatan Biofungisida *Trichoderma* sp. Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang : Bandung

Rahmawati D, Ayuning A, Mukhlis S. 2016. Pembuatan Agens Hayati Cair dengan Media Kentang. Politeknik Negeri Jember : Jember

9. Hasil Praktikum :

HASIL PENGAMATAN :

Buatlah laporan praktik yang telah dilakukan dan dikumpulkan sebelum pelaksanaan UAS (data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, uraian dan penjelasan, disesuaikan dengan data yang ada).

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
TEKNOLOGI PEMUPUKAN RAMAH LINGKUNGAN

Minggu ke	: Pertemuan ke XV - XVII
Capaian Pembelajaran Khusus	: Mahasiswa mampu melakukan pengambilan contoh Cacing dalam tanah
Waktu	: (2 X 120 menit)
Tempat	: Lahan

1. Pokok Bahasan :

Pengambilan contoh cacing dalam tanah

2. Indikator Pencapaian :

- a. Mahasiswa mampu memahami tahapan pengambilan contoh cacing dalam tanah
- b. Mahasiswa mampu melakukan pengambilan contoh cacing dalam tanah
- c. Mahasiswa mampu membuat laporan hasil pengambilan contoh cacing dalam tanah

3. Teori :

Cacing tanah merupakan makro fauna tanah yang berperan penting sebagai penyelaras berlangsungnya ekosistem yang sehat bagi biota tanah, hewan dan manusia. Cacing tanah selama ini diketahui sebagai makhluk yang berguna untuk menyuburkan tanah dan sebagaimakanan ternak. Fungsi cacing tanah terhadap kesuburan tanah yaitu sebagai bahan mineral yang dicerna oleh cacing tanah dan dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk nutrisi yang mudah dimanfaatkan oleh tanaman, selain itu kotoran cacing tanah juga kaya akan unsur hara.

Peran cacing tanah terhadap sifat fisik tanah yaitu dapat memperbaiki aerasi dan drainase di dalam tanah, menguraikan bahan organik, membantu pengangkutan

sejumlah lapisan tanah dari bahan organik, dan dapat memperbaiki struktur tanah, sehingga tanah menjadi subur.

Kesuksesan pertanian dapat dilihat dari hasil panen yang dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain :jenis tanaman, pengelolaan tanah, fauna tanah yang mendukung lahan pertanian. Oleh karena itu perlu ada tindakan dalam konservasi dan pengelompokan cacing tanah diberbagai areal pertanian untuk melihat keanekaragaman fauna tanah pada tiap area yang berbeda. Hal itu diperlukan untuk dapat mengamati paramater fisika dankimia tanah, seperti derajat keasaman tanah, kadar air tanah dan suhu tanah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keanekaragaman tersebut.

Aktifitas cacing tanah meningkatkan kesuburan tanah dengan mendistribusikan bahan organik ke lapisan yang lebih dalam, menyebarkan mikroba dan meningkatkan aerasi tanah. Cacing yang mati merupakan sumber makanan mikroba dan unsur hara tanah yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan tersedia bagi tanaman. Aktivitas cacing tanah sangat tergantung pada kadar air, tipe tanah, vegetasi (palatibilitas serasah), dan pH tanah. Dalam membuat lobang masing-masing jenis cacing tanah tidak sama, ada yang dilakukan dengan mendesak masa tanah dan ada pula yang dilakukan dengan memakan langsung masa tanah.

Beberapa metode pengambilan sample cacing tanah yaitu : (1) metode kuadrat (persegi), (2) metode Bor, (3) metode transek atau diagonal, (4) metode *stratified*, (5) metode acak penuh, dan (6) metode zigzag. Pengambilan sample cacing tanah pada kegiatan praktikum ini megunakan metode kuadrat.

Pengelompokan cacing tanah cacing berdasarkan bentuk, warna,dan ukuran lalu dimasukkan dalam wadah berisi formalin 4% ditutup setelah tidak bergerak lagi baru dihitung segmen klitelium (organ pembentukan telur). Pengamatan dilakukan berdasarkan bentuk mulut, letak lubang kelamin jantan, dan susunan bulu-bulu yang melekat pada kepalasemua diamati dengan menggunakan mikroskop.

Berdasarkan histogram spesies cacing tanah *Endogaesis* dari genus Pheretima. *Endogaesis* hidup di dalam tanah dekat permukaan tanah, membuat

lubang terowongan permanen, ditemukan pada kedalaman 20 - 45 cm dengan keadaan tanah lembab dan gembur, dalam dan meluas, kotoran di dalam lubang, tidak berwarna, tanpa penyamaran, pemakan: tanah, bahan organik dan akar-akar mati. Jenis tersebut banyak ditemukan pada semua lokasi penelitian. Cacing ini ditemukan pada kedalaman 20 cm ke bawah dengan keadaan tanah lembab dan gembur.

Cacing tanah *epigaesis* banyak ditemukan di area tanah yang disekitarnya terdapat banyak sampah organik. Cacing tersebut aktif dipermukaan pada kedalaman kurang dari 8 cm, warna gelap, penyamaran efektif, tidak membuat lubang, kotoran tidak nampak jelas, pemakan serasah di permukaan tanah dan tidak mencerna tanah.

Penelitian menunjukkan pada area pertanian (rumput, pisang, kacang-kacangan dan jagung) ditemukan cacing tanah jenis *Endogaesis* yang paling banyak dibandingkan dengan *Epigaesis*. Sedangkan pada kadar air yang paling tinggi yaitu pada area kacang-kacangan, diikuti dengan area rumput dan jagung selanjutnya paling rendah kadar airnya yaitu pada area pisang. Derajat keasaman (pH) tanah pada tiap lokasi tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok berkisar sekitar 4 sampai 6 yang berarti tanah tersebut masam-agak masam. Suhu tanah pada tiap lokasi berkisar antara 25,5°C - 28°C. Kelimpahan cacing tanah di atas dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor biologis lingkungan maupun faktor fisikokimiawi tanah tempat hidup cacing tersebut.

4. Bahan dan Alat :

- 1) Formalin 5%
- 2) Tanah
- 3) Lembaran kain
- 4) Pisau
- 5) Soil Sampling (25 x 25 x 30) cm
- 6) Kamera
- 7) pH Meter

- 8) Termohygro
- 9) Oven
- 10) Alat Tulis

5. Organisasi:

- a. Kegiatan praktik dilakukan per kelompok
- b. Setiap kegiatan yang dilakukan selama praktikum dicatat dan dokumentasikan sebagai suatu data, selanjutnya ditulis sebagai laporan praktikum per kelompok

6. Prosedur Kerja :

- 1) tetapkan titik sampling tanah
- 2) batasi areal tanah seluas 1 m² (panjang 1 m, lebar 1 m), lalu digali sedalam $\pm$ 30 cm
- 3) Cangkul dan amati kandungan faunanya.
- 4) Cacing yang terkumpul dimasukkan kedalam ember dan diberi sedikit tanah asalnya agar cacing dapat bertahan hidup.

7. Tugas dan Pertanyaan :

1) Tugas :

- a) Setiap mahasiswa membuat *resume* yang dijelaskan oleh asisten dosen di lahan dan dikumpulkan melalui *google form*
- b) Buatlah kelompok praktikum minimal 4 orang per kelompok
- c) Masing-masing kelompok membuat perencanaan pengambilan contoh cacing dalam tanah
- d) Masing-masing kelompok melakukan pengambilan contoh cacing dalam tanah
- e) Amati, catat dan dokumentasikan hasil pengambilan contoh cacing dalam tanah

2) Pertanyaan :

- a) Jelaskan manfaat cacing dalam tanah untuk kesuburan lahan pertanian?
- b) Apa saja yang perlu dipersiapkan untuk melakukan pengambilan contoh cacing dalam tanah?
- c) Bagaimana cara melakukan pengambilan contoh cacing dalam tanah? Jelaskan!

8. Pustaka:

Elsanti. 2017. Kelimpahan Cacing Tanah. Balai Penelitian Tanah: Bogor

9. Hasil Praktikum :

HASIL PENGAMATAN :

Buatlah laporan praktik yang telah dilakukan dan dikumpulkan sebelum pelaksanaan UAS (data dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar, uraian dan penjelasan, disesuaikan dengan data yang ada).

